

Az információelmélet néhány filozófiai
problémája

R i g ó J á z o n

Bölcsészdoktori értekezés

1970



Diss. B 475



Az információelmélet alapjainak néhány
kérdése

Az információelmélet filozófiai kérdéseinek tárgyalásakor szükséges a következő fogalmak értelmezése, amelyek nemcsak filozófiai értelemben használatosak. Így pl. az eseménytér, a valószínűség, a bizonytalanság fogalma, stb.

Az eseménytér fogalma. A matematikai valószínűségszámítás véletlen tömegjelenségekkel foglalkozik. Az események egymással szoros kapcsolatban állnak. Ez abból adódik, hogy azonos kísérlet lehetséges eredményei. A kísérlet szó a lehető legtágabb értelemben használatos, nem csupán fizikai vagy kémiai jelenségek mesterséges előállítására vonatkozik. Kísérlet minden olyan történés, aminek egyszeri vagy többszöri ismétlődése esetén azonos, de különböző kimenetele is lehetséges. A valószínűség elmélete csak azokkal a kísérletekkel foglalkozik, melyeknek kimenetele nem azonos az ismétlődések során. A kimenetel bármely elvileg lehetséges kísérleteredmény. Ezek egy ún. alaphalmazt alkotnak, amelyet a valószínűségelméletben eseménytérnek neveznek.

Vizsgáljuk meg az esemény fogalmát. Rendszerint nagyobb körre kiható és jelentősnek tartott történés. [1] Ez a minden-

1. Magyar-Nyelv Értelmező Szótára E-Gy. Akadémiai K. 1960.
460. old.

napi gondolkodásból származó értelmezés, és rendkívül pontatlan. Az esemény objektív és nem azért válik valamely történés eseménnyé, mert az egyén vagy a társadalom minősíti annak. Természetesen van egy ilyen oldala is az eseménynek,

de ez erősen szubjektív. Az egyén vagy a társadalom számára nagy jelentőséggel bíró történés válik eseménnyé. A matematika részére nem az ilyen események fontosak. A valószínűségszámítás vonatkozásában nincs jelentősége annak, hogy valami mekkora hatással van az emberre. Ennek megfelelően minden történés, bekövetkezett dolog - annak jelentőségétől függetlenül - egy esemény.

A valószínűségelméletben egy eseményteret diszkrétnek mondanak, ha legfeljebb megszámlálhatóan sok elemet tartalmaz. /A megszámlálhatóság nem feltétlen végest jelent, csupán azt, hogy a természetes számok halmazával ekvivalens. Vagyis ha elemeihez kölcsönösen és egyértelműen hozzárendelhető a természetes számok halmaza./ Ellenkező esetben folytonos eseménytérrel van szó. Azaz, az eseménytér elemei nem megszámlálhatók. Kontinuum számosságú a folytonos eseménytér, ha ekvivalens a $[0,1]$ -ben lévő pontok halmazával. A diszkrét eseménytér pontjai egymástól elválaszthatók, a különállás az "individualitás" jellemző rájuk.

Látható, hogy az eseménytér fogalma absztrakció eredménye. A tér kifejezés nem azonos a filozófiai tér fogalommal. Az információelméletben bizonyos közös sajátosságokkal rendelkező pontok halmazát nevezik térnek. Ezek a pontok lehetnek tényleges pontok, függvények stb. Rendszerint azonban ezek is halmazok, az alaphalmaz részhalmazai. Az esemény rendkívül széles terjedelmű általános fogalom. A köztük levő viszony a valószínűségszámítás esetében lényegében logikai természetű. Így hozzárendelhető egy-egy ítélet; pl. az, hogy valamely ese-

mény bekövetkezett vagy nem. Rögtön felvethető a kérdés, hogy vajon milyen viszonyban van e fogalom a valósággal? Hiszen ha magasfoku absztrakcióról van szó, akkor könnyen előfordulhat, hogy elszakad a valóságtól. A lehetőség persze adott. Azonban ha tudományos gondolkodásról van szó, akkor ez nem következik be. Mégpedig azért nem, mert a tudományos tételeket állandóan összevetjük a valósággal. E nélkül csupán hipotézis marad minden "ismeret." "A gondolkodás a konkrétól az elvonthoz emelkedve nem távolodik el az igazságtól, hanem közeledik hozzá." [2]

2. Lenin, Filozófiai füzetek. Művei 38. köt. 155. old.

A valószínűségszámítás feladata a sztochasztikus szkémák leírásmódjának megtalálása, egzakt matematikai feltárása. Kérdés: mely folyamatokat illet meg a sztochasztikus jelző. "Egy sztochasztikus folyamat olyan véletlen folyamat, amelynek kimenetelei végtelen sorozatok vagy függvények - ellentétben az egyszerű valószínűségi változóval, amelynek kimenetelei számok vagy /végtelenes dimenziójuk/ vektorok. Más szóval, egy $\{X/t/\}$ sztochasztikus folyamat olyan véletlen folyamat, amelynek kimenetelei t függvényei. A folyamat értékei a $t_1, t_2, \dots, t_n$ időpontokban, vagyis az $X/t_1/, X/t_2/ \dots X/t_n/$ értékek, valószínűségi változókból álló sorozatot alkotnak." [3]

3. F.M. Reza: Bevezetés az információelméletbe. Műszaki. 1966. 398. old.

A sztochasztikus folyamat időparamétere lehet diszkrét vagy folytonos. A sztochasztikus folyamatok elmélete a való-

szinűségyszámítás dinamikus részét jelenti. Ennek hangsúlyozása fontos, mivel az információelmélet ellen hozott kifogások egyike éppen ennek statikus jellege ellen szól. Sokan úgy vélik, hogy az információelmélet ismeretelméleti alkalmazása nem lehetséges, mert a megismerés nemcsak statikus, hanem dinamikus is. Nos a véletlen jelenségek vizsgálatánál az idő vagy más paraméter bekapcsolásával dinamikus elméletet kapunk azok leírására.

Térjünk át a valószínűség értelmezésére. Tekintsünk egy olyan kísérletet, amelynek többféle kimenetele lehetséges, ezek egyike A esemény. A kísérlet többszöri végrehajtása esetén némely esetben A más esetben A' következik be. Ha n lehetséges kimenetelből k -szor A következik be, akkor ezt a számot A esemény gyakoriságának nevezzük. Pl. egy kocka egyszeri feldobása mint kísérlet elvileg hatféle eredménnyel járhat. Gyakorlatilag csak az egyik oldalára eshet a kocka, így a hatos oldal gyakorisága egy. Azonban, ha hatszor dobjuk fel a kockát és ebből négy alkalommal 6-ost dobunk, a gyakoriság 4. Vagyis a gyakoriság lényegében egy esemény előfordulásainak száma a lehetséges esetek közül.

Ha n lehetséges kimenetel közül k -szor A esemény következik be, akkor a $\frac{k}{n}$ -et az A esemény relatív gyakoriságának nevezik. A véletlen események relatív gyakorisága a kísérletsorozatokban nem állandó jellegű, csak viszonylagos stabilitás tapasztalható. Vagyis egy meghatározható számérték körül ingadozik. Ezek az ingadozások annál kisebbek, minél nagyobb számú kísérletet hajtunk végre. Így a valószínűség mate-

szintnek tekintettek. Hiszen itt jogos az a feltételezés, mi-
 az a módszer, hogy minden lehetséges eseményt egyformán való-
 sítja le. Később a szerezési feltételek vonatkozásában beállt
 ahogy az okok törvényét szabatosan a differenciálszámítás
 és törvények leírására szolgáló matematikai eszköz, mint

4. D. Bohm: Okok és véletlenség a modern fizikában. Gondolat.
 1960. 34. old.

D. Bohm [4] a következőket írja. Az egész elmélet a véletlen-
 A valószínűség-számítás jelentőségéről, értelmezéséről

te.
 nem jósolt, a folyamatok leírására nem ad megfelelő elmélet-
 tészt területet. A legtöbb esetben azonban ez a feltételezés
 Es a feltételezés azonban lezárkózott az elmélet alkalmazha-
 vetkezése, azaz egyenlő valószínűségi értékekkel rendelkezők.
 teletek, hogy minden eseménynek egyenlő esélye van a bekö-
 A valószínűség-számítás későbbi szakaszában előre felté-
 viszonyított előfordulás a relatív gyakoriság.

amelyen belül az eredmény egyáltalán lehetséges, és az ehhez
 Tehát a lehetséges kimenetel előre meghatározott egy körzet.
 az összes lehetséges kimenetelhez viszonyított előfordulás.
 ben objektív megítélő véletlenszerűség. A relatív gyakoriság
 kiértékelésénél a relatív gyakoriságtól, amely a jelenségek-
 A valószínűség rögzített szám. Így fogalmilag meg kell
 1/6 körül ingadozik, vagyis valószínűségük értéke 1/6.
 dobjuk fel, akkor minden egyes oldal relatív gyakorisága az
 ingadozik. Ha pl. a kockát mindig azonos körülmények között
 másként értékel az a szám, amely körül a relatív gyakoriság

szerint pl. egy kocka hat lapjának azonos értékű esélye van a dobás utáni felülfel kerülésre. De a klasszikus értelmezésű valószínűségben két különböző "szubjektív" és "objektív" értelmezés keveredett. Később ezek élesen különváltak. A szubjektív értelmezés felteszi, hogy az illető eseményre vonatkozó tudásunk hiányos. Hozzátehetjük, hogy itt lényegében az esemény és a róla szerzett ismeret viszonyáról van szó. Tudásunknak azt a fokát jelenti, amelyen pillanatnyilag állunk és a valószínűségnek a tudás mélyülésével egyre kevesebb jelentősége lesz.

A közhasználatban is van a valószínűségnek a fentiekhez hasonló értelmezése. Valamely eredmény bekövetkezésének elvárhatóságát fejezi ki. Ha egy jelenség megvalósítását valószínűnek tartjuk, akkor nem rendelkezünk róla megfelelő ismerettel, de némi tudásunk van előző folyamatokról, amiből bátranalan következtetést vonunk le. Így a valószínűség lényegében a levont következtetés igazságértékére vonatkozik, tehát tudásunkat méri. Ugyanakkor ezt mégsem nevezném szubjektív értelmezésnek, mivel tudásunknak csupán formája szubjektív, tartalma azonban objektív. Minden ismeretünknek objektív alapja van, így az ún. szubjektív értelmezésben felfogott valószínűségnek mely tudásunk fokát tükrözi szintén van objektív háttere. Az egyén vonatkozásában a már feltárt tudományos eredmény is objektív tény.

A szó igazi értelmében a valószínűség szubjektív értelmezéséről csak akkor beszélhetünk, ha a jelenség bekövetkezését előidéző okoktól önkényesen eltekintünk. Ez pedig már

nem tükrözi vissza a tényleges helyzetet, torz tükrözés.

A valószínűség objektív alapját a jelenségekben a szükségszerűvel egységben lévő véletlen oldal képezi. "Az objektív valószínűség nem egyéb, mint a lehetséges események megvalósíthatóságának kvalitatív mértéke." [5] A fejlődés követ-

5. Meljuhin: A szervetlen természet fejlődési dialektikája. Gondolat. 1963. 239. old.

keztében bővül a lehetőségek skálája minőségi és mennyiségi vonatkozásban egyaránt. Ezzel együtt nő azon lehetőségek száma is, melyek nem realizálódnak. A valószínűség a megvalósult és az összes reális lehetőség arányát fejezi ki. Egy-egy esemény bekövetkezése vagy be nem következése viszont a véletlen függvénye. Elméletileg kiszámított valószínűség ezt a viszonyt nem minden esetben tükrözi pontosan. E pontatlanság egyrészt tudásunk fogyatékoságából, másrészt a számbavehetetlen befolyásoló tényezőkől következik. "Az elméletileg kiszámított valószínűség tehát nem egyéb, mint egyrészt a lehetséges események realizálásának objektív mértéke, másrészt annak a mértéke, hogy mi mennyire nem ismerjük az események összes okait." [6] "...a valószínűségnek a matemati-

6. Meljuhin: A szervetlen természet fejlődési dialektikája. Gondolat. 1963. 239. old.

kában használt fogalma a valószínűség általános filozófiai kategóriájának bizonyos konkretizálása. Ha a valószínűség a lehetőség mennyiségi jellemzője, akkor a matematikai valószí-

nőség a lehetőség számszerű mértéke." [7]

7. Idézi Fodor J.: A véletlenről c. cikkében. Magyar Filozófiai Szemle. 1967/3. sz. 430. old.

A valószínűség-számítást az nem érdekli, hogy egy-egy esemény valószínű vagy nem. Csupán^a potenciálisan létező. A nagy valószínűségi értékkel rendelkező esemény nem biztos, hogy be is következik. Éppen ezért az a vélemény, mely szerint a valószínűség a lehetőség és a valóság közti viszonyt mennyiségi kifejezője, nem fogadható el. A valószínűség azt tükrözi vissza, hogy az adott események összességéből melyek a valóban megvalósíthatók. Az elméletileg számított valószínűségi érték tudásunk mélységét fejezi ki valamely eseményről. A matematikai valószínűség a filozófiai fogalomnak csak egy speciális esete. A számszerű matematikai visszatükrözés csak akkor lehetséges, ha változatlan feltételek melletti ismétlődéssel van dolgunk. Mivel a valószínű dolgok állandó változásban vannak, gyakorlatilag viszonylagos módon valószínűsíthető meg a fenti kikötés. Elméletileg azonban a változás kiküszöbölhető, azaz a feltételeket tekinthetjük állandónak, eltekintve a mozgástól.

A valószínű kapcsolatok egyetemesége mellett szóló tényező a fizikai létezés mibenléte. Ez nem más, mint az aktuális és a potenciális ellentétének egysége. Minden létező egyik oldala a potencialitás.

Nyilvánvalóan a lehetséges események közül nem mindegyik valósul meg. Csak azok realizálódnak, amelyek kellően meghatározottak, vagyis amelyeknek ok és feltétel halmaza azt le-

hatóvé teszi. De még a megvalósultak sem egyformán következnek be. Azok, amelyek a lényeggel szorosabb kapcsolatban vannak, azok nagyobb valószínűséggel realizálódnak. Ebben az esetben az esetleges tényezőknek viszonylagosan nincs jelentősége.

Miután az esemény és eseménytér fogalma tisztázott, a matematikusok definiálják az eseményekkel végezhető műveleteket. Az események által alkotott algebrai struktúra az ún. Boole-algebra. A modern valószínűségszámítás alapjait Kolmogorov rakta le. Ez az elmélet abból indul ki, hogy az összes lehetséges kísérleteredményhez /az eseményalgebra minden eleméhez/ számérték rendelhető. Ez az illető ^seredmény bekövetkezésének valószínűsége. Ha egy kísérletet n -szer hajtunk végre és az A eredmény k -szor következik be, akkor $0 \leq k \leq n$ egyenlőtlenségből $0 \leq k/n \leq 1$ adódik. Vagyis az A esemény relatív gyakorisága 0 és 1 közötti szám. Így a relatív gyakoriság és a valószínűség közti kapcsolatból következik, hogy a valószínűségi érték is 0 és 1 között van. Következik továbbá, hogy a biztos esemény /azaz amelyik elengedhetetlenül bekövetkezik/ valószínűsége 1, a lehetetlen esemény valószínűsége 0. Ha A és B azonos kísérletnek egymást kizáró két eseménye és a kísérlet n -szeri ismétlésekor az A k_A -szor, a B k_B -szor következik be, akkor az $A + B$ esemény nyilván $/k_A + k_B/-$ szer következik be. Ekkor ha h_A , h_B , h_{A+B} az A , B , $A+B$ esemény relatív gyakorisága, akkor

$$h_{A+B} = h_A + h_B$$

Vagyis két egymást kizáró esemény összegének a relatív gyakorisága az illető események relatív gyakoriságának összegével egyenlő.

Igy a valószínűsége is a két esemény valószínűségének összegével egyenlő. A valószínűség és a relatív gyakoriság közti összefüggés meglátása az ember gyakorlati tevékenysége során megfigyelések eredménye. "Az ember gyakorlata, milliárd és milliárd esetben ismétlődve, logikai alakzatokként rögződik az ember tudatában. Ezek az alakzatok éppen /és csakis/ e milliárdnyi ismétlődés következtében bírnak az előítélet szilárdságával és axiomatikus jelleggel." [8]

8. Lenin Művei 38. köt. 201. old.

1/ Egy A eseményalgebra minden A eseményéhez hozzárendelhető egy $P/A/$ nem negatív szám, az A esemény valószínűsége.

2/ A biztos esemény valószínűsége 1 $P/I/ = 1$

3/ $AB = 0$, azaz egymást kizáró események esetén

$$P/A+B/ = P/A/ + P/B/$$

Azt az A eseményalgebrát, amely megfelel a fenti három axiómának, valószínűségalkébrának nevezzük.

Az előbb ismerttetett axiómáknak van néhány következménye:

1/ ha $B \subseteq A$, akkor $P/B/ \leq P/A/$, azaz, ha egy kísérlet B eseménye maga után vonja ugyanazon kísérlet A eseményét, akkor B valószínűsége kisebb vagy egyenlő A valószínűségétől. Ez a tétel a relatív gyakoriság és a valószínűség összefüggéséből következik, ugyanis ha B mindig ma-

ga után vonja A-t, akkor A legalább annyiszor következik be, mint B, de lehet többször is.

2/ Minden A eseményre

$$P/A/ + P/\bar{A}/ = 1$$

Ez is érthető a valószínűség értelmezéséből, mivel n kísérletből ha A k-szor, akkor $\bar{A}$ /n-k/-szor következik be, és a két kísérlet relatív gyakoriságára igaz:

$$h_A + h_{\bar{A}} = 1$$

3/ A harmadik axiómából következik, hogy ha $A_1, A_2, \dots, A_n$ események egymást páronként kizárják, akkor $i \neq j$ esetén

$A_i A_j = 0$, akkor

$$P/A_1 + A_2 + \dots + A_n/ = P/A_1/ + P/A_2/ + \dots + P/A_n/$$

általánosítás adódik. Viszont ebből a 2. tétel általánosítható.

4./ Ha az $A_1, A_2, \dots, A_n$ események teljes eseményrendszert alkotnak, akkor

$$P/A_1/ + P/A_2/ + \dots + P/A_n/ = 1$$

5/ Az axiómák további - az információelmélet számára is - fontos következménye: két eseményösszeg valószínűségének kiszámítása, ha azok egymást kizárása nincs kikötve. Ha tehát A és B két tetszőleges esemény, akkor

$$P/A + B/ = P/A/ + P/B/ - P/AB/$$

6/ Ha $A \subseteq B$, akkor

$$P/B - A/ = P/B/ - P/A/$$

7/ Bármely A és B eseményre $P/B - A/ = P/B/ - P/AB/$

Az eddig ismertetett axiómák és következményeik csak olyan esetekben érvényesek, illetve használhatók eredményesen, amikor az események halmaza véges. Ekkor a halmazt, illetve az eseményeket Ω véges halmazzal és részhalmazzaival reprezentálhatjuk. A valószínűségszámítás kezdetekor minden feladatot erre akartak visszavezetni. Azonban az olyan problémák, amelyeknél végtelen számú lehetőséget kell figyelembe venni, nem oldhatók meg a véges valószínűségalgebra segítségével. Miután az ember előtt feltárult a valóságnak az addigitól mélyebb, dialektikus természete, a csupán véges rendszerekre vonatkozó matematikai elmélettel ezt már nem lehetett leírni. A dialektikus mozgásban levő valóság feltárása a természettudományok fejlődésének eredménye. Azonban önmagukban ezek sem lettek volna képesek a korábbitól helyesebb világkép kialakítására. Nagyban hozzájárult a világkép fejlődéséhez a dialektikus és történelmi materializmus is. Ezeken túl maga a matematika intenzív fejlődése is segítette az előrelépést. A halmazelmélet kialakulása, a dialektikus mozgás matematikai leírása és számos más matematikai eredmény járult hozzá ahhoz, hogy a kezdetleges valószínűségszámítás helyett egy modern elmélet alakuljon ki.

Ismételten bebizonyosodik, hogy az emberi megismerést, ezen belül a matematikai megismerést az ember érzéki gyakorlati tevékenysége lendíti előre. A világ megismeréséhez, megértéséhez első lépésként elengedhetetlen az empiria. Ez azonban nem elegendő, a tanulmányozást fel kell emelni az álta-

lános szintjére. Az általánosabb - végtelen sok lehetőség esetén fennálló - feladatok megoldására Kolmogorov alakította ki a megfelelő elméletet. Ebben az elméletben a matematikusok felteszik, hogy minden eseményalgebrával együtt adott az izomorf halmazalgebra is. Továbbá az eseményalgebrához rendelhető halmazalgebra nemcsak bármely két hozzá tartozó halmaz összegét, hanem megszámlálható sok, a halmazalgebrához tartozó halmaz összegét tartalmazza.

A következő axiómákból indulnak ki a matematikusok:

- I. Adva van egy nem üres Ω halmaz, az eseménytér. Az Ω elemeit elemi eseményeknek nevezik és ω -val jelölik.
- II. Ω halmazainak valamely $\mathcal{A}$ halmazalgebrája kitüntetett; az $\mathcal{A}$ -beli A halmazokat eseményeknek nezzük.
- III. $\mathcal{A}$ σ -algebra, tehát ha $A_k \in \mathcal{A} \quad / k=1,2,\dots /$, akkor

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{A}$$

Az axiómákból és a fentebb kifejtettekből következik:

$A_k \in \mathcal{A} \quad / k = 1,2,\dots /$ esetén $\prod_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{A}$ is teljesül.

A további axiómák a valószínűség tulajdonságait írják le.

- IV. $\mathcal{A}$ minden A eseményéhez hozzárendelt egy $P(A)$ nem-

negatív szám, amelyet az A valószínűségének nevezünk.

$$V. P(\Omega) = 1$$

VI. Ha $A_1, A_2, \dots$ páronként diszjunkt, $\mathcal{A}$ -hoz tartozó véges vagy megszámlálhatóan végtelen sorozata, akkor

$$P/A_1 + A_2 + \dots + A_n + \dots = P/A_1/ + P/A_2/ + \dots + P/A_n/ + \dots$$

Kolmogorov-féle valószínűségi mezőről beszélünk, ha valamely Ω halmaz részhalmazainak $\mathcal{A} \subseteq$ -algebráján egy $P/A/$ halmazfüggvény definiált és teljesülnek a I-IV. axiómák. A valószínűségi mező jelölése: $[\Omega, \mathcal{A}, P]$

Nyilvánvalóan minden véges valószínűségi algebra egyben Kolmogorov-féle valószínűségi mezőnek is tekinthető, és az előzőekben tárgyalt tételek is érvényesek. Azonban a VI. axióma többet kíván meg, mint a 3. axióma, mert a kikötésben megszámlálhatóan végtelen sok páronként diszjunkt halmaz szerepel. Ez pedig felveti a végtelen értelmezésének rendkívül bonyolult problémáját, valamint a véges és végtelen sok elemet tartalmazó rendszerekre vonatkozó törvények egymástól eltérő vonásainak kérdését.

Mivel a Kolmogorov-féle valószínűségi mező elmélete alapján sem tárgyalható minden valószínűségszámításba tartozó kérdés, szükséges egy továbblépés. Az elmélet alapfogalma a feltételes valószínűség. Egy kísérletben B esemény n -szer fordul elő és ezek közül A k -szor következik be, akkor az A esemény feltételes relatív gyakorisága k/n B feltétel mellett. $A h_B$ B -nek az egész kísérletsorozatban jelöli relatív gyako-

riságát, a h_{AB} A-nak és B-nek együttes relatív gyakorisága.

A $h_{A|B}$ A-nak B feltétel mellett relatív gyakorisága.

$$h_{A|B} = \frac{h_{AB}}{h_B}$$

$P/B > 0$ esetén az A kísérlet B feltétel melletti valószínűsége

$$P/A|B/ = \frac{P/AB/}{P/A/}$$

azaz, az A kísérlet B feltétel melletti valószínűsége az A és B együttes valószínűsége és a B valószínűségének hányadosa.

A feltételes valószínűség különbözik a $P/A/-$ től. Ez a különbség azért következik be, mert B esemény bekövetkezését az eredetileg adott körülménykomplexumhoz hozzávetjük. Azonban ha nem különbözik a két valószínűség, akkor

$$P/A|B/ = P/A/, \text{ és}$$

azt mondjuk A és B független egymástól. Ez a függetlenség matematikai definíciója. Ha több eseményről van szó, akkor beszélhetünk teljes függetlenségről. Ez azt jelenti, hogy egyrészt páronként, másrészt mindegyik esemény független a másik kettő szorzatától.

Igen fontos fogalom a teljes eseményrendszer fogalma. Egyszerű esetekben $A_1 A_2 \dots A_n$ eseményekről akkor mondjuk, hogy teljes eseményrendszert alkotnak, ha

$$A_k \neq 0 \text{ /} k=1,2,\dots,n \text{ /} A_j A_k = 0; j \neq k \text{ és } P/A_1/ + P/A_2/ + \dots + P/A_n/ = 1$$

Azaz, ha egyetlen esemény sem lehetetlen esemény; diszjunkt események, páronként egymást kizárják és az egész rendszer biztos esemény.

Ezt a fogalmat a Kolmogorov-féle valószínűségi mezőre kiterjesztve kapjuk: egy véges vagy megszámlálható

$\{A_n\} / A_n \in \mathcal{A}, n = 1,2,\dots/$ eseményrendszert teljesnek nevezük, ha $i \neq j$ esetén $A_i A_j = 0$, és az $A_n / n = 1,2,\dots/$ események egyike majdnem biztosan bekövetkezik:

$$P / \sum A_n / = \sum P/A_n/ = 1$$

A teljes eseményrendszer elemeihez tartozik egy valószínűségi érték. Ezek sorozatát valószínűségeloszlásnak nevezzük. Matematikai vonatkozásban minden megszámlálható, nem negatív $p_1 p_2 \dots$ számsorozat, amelyre érvényes, hogy

$$\sum_n p_n = 1$$

valószínűségeloszlásnak tekinthető. E kifejezés arra utal, hogy a biztos esemény valószínűsége az $A_n / n = 1,2,\dots/$ eseményekre oszlik.

A filozófiai irodalomból tudjuk, hogy minden jelenség a folytonos és a megszakított egysége. Az eloszlás matematikai fogalma az egység egyik oldalát a megszakitottságot emeli ki. Lényegében arról van szó, hogy az események egymástól elkülöníthetők fogalmilag, de valóságosan is a dolgok közül azokat tekintjük eseményeknek, amelyekre az el-

különülés a másoktól való különállás jellemző. Ez természetesen csak relatív elkülönülés, mint ahogy az állandóság is csak viszonylagos a mozgáshoz képest.

Amikor az események bekövetkezésének valószínűségével foglalkozunk, nemcsak azt kell figyelembe venni, hogy az esemény bekövetkezik-e, vagy nem. Szükséges a véletlen tömegesemények leírásához szám adatok megadása is. Ezek pedig mivel nem állandók, véletlen ingadozásokat mutatnak, tudni kell, hogy milyen értékek jöhetnek számításba és milyen valószínűséggel. A véletlentől függő mennyiségeket valószínűségi változónak nevezzük. Azokat a valószínűségi változókat, amelyeknek értékkészlete megszámlálható, diszkrét valószínűségi változónak nevezik a matematikában.

Tetszőleges A eseményhez hozzárendelhető egy f_A valószínűségi változó, amely

$$f_A = \begin{cases} 1, & \text{ha } A \text{ bekövetkezik} \\ 0, & \text{egyébként /azaz, ha } A \text{ következik be/} \end{cases}$$

Fordítva is igaz: minden f valószínűségi változóhoz, amely csak két értéket vehet fel a -t és b -t/ hozzárendelhető az az A esemény, hogy $f = a$, akkor a A esemény azt jelenti, hogy $f = b$.

Általánosabb esetben, ha f lehetséges értékei $x_1, x_2, \dots$ /véges vagy megszámlálhatóan végtelen/, akkor hozzárendelhető egy $\{A_n\}$ teljes eseményrendszer. Megfordítva: $\{A_n\}$ teljes eseményrendszerhez rendelhető egy f valószínűségi változó úgy, hogy az A_n bekövetkezése esetén f értéke csak

az n indextől függ. Így ξ definíciója:

$$\xi = n, \quad \text{ha } A_n \quad /n = 1, 2, \dots/$$

A valószínűségi változó egy olyan mennyiség, amelynek értéke attól függ, hogy melyik esemény következett be. Így tehát egy olyan függvény $(\xi = \xi(\omega))$, amely az Ω halmaz minden eleméhez, minden ω elemi eseményéhez egy számértéket rendel.

Diszkrét rendszer esetében nincs szükség korlátozásra, mivel Ω minden részhalmaza egy esemény. A valószínűségi változókat függetlennek mondjuk, ha a hozzájuk tartozó teljes eseményrendszerek függetlenek.

A valószínűségi változók jellemzésére a legfontosabb adat az eloszlás. Ez a valószínűségek olyan összességeként fogható fel, amellyel a valószínűségi változó különböző értékeit felveszi. Fontos még ismerni az együttes valószínűségi eloszlást: $P(\xi = x_m; \eta = y_m)$

Az információ fogalma

Az eddigieket szükségesnek tartottam ismertetni, mivel az információelmélet alapján képezik. Az egész valószínűségelmélet logikai-matematikai fogalmak rendszere. S mint ilyenre magasfoku elvontság jellemző rá. Az információelmélet ezt az elvontságot részben konkretizálja, részben pedig megmarad ezen a szinten. A konkretizálás abban mutatkozik meg, hogy a valószínűségszámítás fogalmait, törvényeit az általános valószínűségi rendszerekhez viszonyítva speciális rendszerekre alkalmazza. E speciális rendszerek a hírközlési rendszerek, melyek specialitásuk miatt módosítják is az általános valószínűségi törvényeket.

Mint minden absztrakt elméletben, a valószínűség- és információelméletben is szükséges és elengedhetetlen a valóságtól való viszonylagos elszakadás, de itt is igaz "A logikai fogalmak szubjektívek, amíg"elvontak" elvont formájukban maradnak, de ugyanakkor kifejezik a magánvaló dolgokat is. A természet konkrét és elvont, jelenség és lényeg, pillanat és vonatkozás egyaránt. Az emberi fogalmak elvontságukban, elszakítottóságukban szubjektívek, de egészükben, folyamatukban, összegükben, tendenciájukban, forrásukban objektívek." [9]

9. Lenin Művei 38. köt. 192. old.

Egy-egy fogalom tartalmának feltárása éppen ezért nem más, mint annak megmutatása, hogy az illető fogalom a valóságból mit tükröz vissza. A fogalmak feltárják a jelenségek

mögötti lényegét és mint Lenin írja, "ez az általános me-
nete az egész emberi megismerésnek /az egész tudománynak/
egyáltalában." [10]

10. Lenin Művei 38. köt. 192. old.

Ebből következően szükséges az információfogalom tar-
talmának, mibenlétének elemzése.

Az információ fogalma napjainkban széleskörű, általá-
nos, filozófiai értelmezést nyert. Ennek oka, hogy az anyag
egyik alapvető sajátosságának, a jelenségek kölcsönös ösz-
szefüggésének speciális esete.

Az információelmélet a sztochasztikus jellegű hirköz-
lési rendszerek, folyamatok tudományként alakult ki. Fő
feladata a különböző típusú információ források és csator-
nák definiálása, hirközlési modellek általános sajátossá-
gainak tanulmányozása, ezen belül is talán elsődlegesen az
információ mennyiségének - tartalmától független - számszerű,
egzakt meghatározása, mérése. Az információelmélet által
vizsgált rendszerek, tartalmi jellegüktől függetlenül álta-
lánosságban forrásból, csatornából és vevőből állnak.

A forrás olyan berendezés, amely egy adott, tetszőleges jel-
halmazból véletlenszerűen választ ki és ad le jelsorozato-
kat. Az átviteli csatorna általában nem kívánt zavarokat is
közvetít. Következésképpen az adott és vett jelek "azonos-
ságára" csak a valószínűségszámítás törvényei alapján követ-
keztethetünk, az információelmélet formanyelve tehát a va-
lőszínűségszámítás is lehet. [11] Mivel a legkülönbözőbb

11. Természetesen ezenkívül még más módszerek is lehetségesek. Vö. A.D. Urszul: Az információelmélet módszerei az ismeretelméletben és a logikában. Voproszi Filozofii. Magyarul: MM. Marxizmus-Leninizmus Oktatási Főosztály. Fajtkoztató. 1968/6. sz. 173. old.

statistikai természetű rendszerek /fizikai, kémiai, biológiai, társadalmi/ szinten leírhatók a valószínűségelmélet segítségével, az információ fogalma mindazokban a tudományágakban felhasználható, amelyek statisztikai természetű jelenségeket írnak le.

Az információelmélet törvényeinek más tudományágakban való felhasználásának, valamint az információfogalom általi használatának egyik fő akadálya, hogy a tudományban a fogalmat magát nem határozták meg, csupán használatának határait. A matematika csupán az információ mennyiségével foglalkozik - ez következtetést figyelembe véve érthető is. Ebből következően azonban az információelmélettel foglalkozó munkák az információ és az információmennyiség fogalmát általában szilárdan értelemben használják.

A következőkben néhány meghatározás elemzésén keresztül kísérletet teszünk az információ filozófiai fogalmának kidolgozására.

A különböző szerzőktől származó definíciókat csoportosítottam lehet. Induljunk ki Wiener meghatározásából. [12]

12. N. Wiener: The Human Use of Human Beings. London. 1954. 17. old.

Wiener az ember és környezetet folyamatos kapcsolatának tartal-

mát nevezi információnak. Eszerint akkor keletkezik információ, amikor az ember alkalmazkodva környezetéhez /mely lehet egyaránt természeti és társadalmi/ visszahat rá. Az ember számára nagy jelentősége van az információ megszerzésének és felhasználásának. Ez jelenti a külvilághoz való alkalmazkodásunkat - olvashatjuk Wiener könyvében.

Az információ fenti értelmezésében Ukrainev [13] a kö-

13. Ukrainev: Információ és tükrözés. Voproszú Filozofii. 1963/2. sz. 26-38. old.

vetkező információ sajátosságokat látja:

1/ az információ az irányításban és az ehhez szükséges folyamatokban jön létre;

2/ az információ tartalma a külvilág;

3/ az információ ennek a tartalomnak a jelölése, mely formailag nem mindig esik vele egybe;

4/ az információt a külvilágtól kapjuk érzékszerveink útján;

5/ az információt az érzékszervek a külvilághoz való alkalmazkodás mechanizmusának adják át.

Megvizsgálva Ukrainev által megállapított sajátosságokat a következő ellenvetéseket tehetjük: Az első pontban vázolt tulajdonság az információ keletkezésére utal. Azonban nincs összhangban a 4. és 5. pontokban foglalt sajátosságokkal. Az irányítás olyan művelet, amelyik beavatkozás valamely folyamat létrehozására, fenntartására, megváltoztatására. Ez pedig nem egyeztethető össze a külvilághoz való alkalmazko-

dásunkkal, mivel ez utóbbi az irányítás speciális esete, a szabályozás folyamatába tartozik. Ukrainev egyébként helyesen állapítja meg, hogy a wieneri felfogásban az információ mindig dolgok kölcsönhatásának eredménye, és elválaszthatatlan a vezérléstől, szabályozástól. Wiener alapján kimondhatjuk, hogy az információkeletkezés objektív feltételei: a magasanszervezett anyagfajta és az ezek közötti kapcsolatok megléte.

A második pontban az információ tartalma Ukrainev szerint a külvilág. Az információfogalom filozófiai meghatározásakor fontos hangsúlyozni az információ tartalmát. Feltétlen rendelkezik tartalommal, ezt helyesen látja Ukrainev. Az a tartalom azonban, amelyet Wiener említ, nem azonos az információnak, mint "önálló" létezőnek a tartalmával. Wiener az "információ"szót anyagi kapcsolatok tartalmának megjelölésére használja, amelyek az alkalmazkodás eredményeként jönnek létre. Az Ukrainev-nél szereplő tartalom viszont ennek a tartalomnak a tartalma.

A wieneri meghatározás azt fejezi ki, hogy alkalmazkodásunk folyamatában kialakulnak bennünk bizonyos képek a valóságról. Ez a kép a tartalom, az objektív valóság tükröződése, amelyet az információ szóval jelölünk. A kép viszont önmaga is rendelkezik bizonyos szervezethez, renddel. Az egyes "jelek" - amelyek a külvilág elemi képei - kapcsolata határozza meg a teljes kép minőségét. Ez a minőség az információ önálló, belső tartalma.

Ukrainev a továbbiakban megállapítja, hogy a wieneri

meghatározás tulságosan antropomorf, mondván hogy csak az ember érzékelési és tudati szintjén jelentkezik.

Csak a meghatározást figyelembe véve - és Ukraincev ezt teszi - valóban lehet ilyen következtetést levonni. Ugyanakkor Ukraincevnak ezzel ellentétes véleménye is olvasható néhány sorral lejjebb. Ugyanis kiemeli, hogy Wiener meghatározása alkalmazható az összes élő szervezetre és technikai berendezésre, ha általában bármely vezérlési rendszernek a változó, külső feltételekhez való alkalmazkodásáról van szó. Wiener felfogása is ez.

Ezzel kapcsolatban még meg kell jegyezni a következőt. Wiener nem állította az információ antropomorf jellegét, ami bizonyítható azokkal a tényekkel, amelyek a "The Human Use of Human Beings" c. könyvében olvashatók. Ő az ember és a külvilág kapcsolatát vizsgálva határozza meg ilyen módon az információt. A két tényező kétoldalu kapcsolatát írja le: az érzékelt információt az idegrendszeren keresztül az ember koordinálja, tárolja, másokkal egybeveti, szelektálja. Ennek segítségével végül az effektor szerveken keresztül visszahat a külvilágra. Ha csak eddig kísérnénk figyelemmel Wiener koncepcióját, valóban következne Ukraincev állítása. Azonban Wiener - mint könyvének tantételét - kiemeli, hogy a társadalmat csak a hozzátartozó közlések és közlési eszközök tanulmányozásán keresztül lehet megérteni, valamint hangsúlyozza az ember-ember, az ember-gép és a gép-gép közötti információs folyamatok nagy jelentőségét. Ezek ellentmondanak Ukraincev fenti állításának.

Az információ antropomorf jellege ellen nemcsak Ukrainev tiltakozik. Szoboljev, Kitev és Ljapunov egyik tanulmányukban [14] kifejtik, hogy az információs folyamatok olyan magasan

14. Voproszű Filozofii. 1955/4. sz.

szervezett organizmus szintjén jelentkeznek mint az ember.

Az információfogalom meghatározásainak sorában külön csoportot képeznek azok, melyek tagadják az információ anyagi voltát. Wienernek az előzőtől eltérő - sokat vitatott - meghatározása látszólag megfelel ennek az értelmezésnek. [15]

15. N.Wiener: Kibernetika. Moszkva. 1958.

"Az információ információ, nem anyag és nem energia." Valamint hozzáteszi, hogy semmiféle materializmus nem állja meg helyét napjainkban, ennek elismerése nélkül. Taraszenkó [16]

16. Taraszenkó: Id. c.

birálja azokat, akik ezt teljes értékű meghatározásnak tekintik, mivel szerintük Wiener az információt anyagtalan szubsztanciának tartja. Taraszenkó szerint - és ezzel egyetértünk - Wiener egész felfogása azt bizonyítja, hogy nem tekinti anyagon kívülnek az információt. Ezt igazolja a "The Human Use of Human Beings" c. könyvében leírt információs folyamat.

Ukrainev a fenti meghatározást pontatlannak, logikailag nem kielégítőnek tartja. Valóban igaza van abban, hogyha az információt mint "nem anyagit és nem energiát" határozzuk meg,

akkor külön válaszolni kell arra a kérdésre, hogy milyen viszonyban van az anyaggal.

Elismeri viszont, hogy a meghatározás természettudományos tartalommal rendelkezik. Az ugyanis, hogy az információt nem szabad visszavezetni az anyag vagy az energia egyik konkrét formájára sem, igen jelentős sajátja a wieneri meghatározásnak. Az információ külön formája az anyagi kapcsolatoknak.

A wienerihez hasonlóan negatív ítélet formájában határozzák meg az információt Taraszenkó és Harkevics. [17] Tara-

17. V8. Ukraincev id. c.

szenkó nem anyagnak, de anyagsajátosságnak még Harkevics kifejezetten "nem anyagszerű objektum"-nak fogja fel.

Az, hogy az információ anyagsajátosság, még önmagában nem sokat mond az információról.

Az információ "anyagtalan" felfogásával szemben a következő ellenvetést tehetjük. Mivel a filozófia alapvető kérdésére csak kétféle válasz adható, "az információ nem anyag" felfogások az anyagtalan szellemire utalnak. Ez a felfogás tehát idealista magyarázatát adja az információnak.

Ha az információ tisztán szellemi lenne, akkor csak az emberre volna jellemző információs folyamat. Következésképpen az ilyen értelmezés még antropomorf jellegű is.

Harkevicsnek mindenesetre igaza van abban, hogy az információ nem anyagszerű objektum. Vagyis nem konkrét anyagfajta fizikai értelemben.

Klaus [18] a kibernetika alkalmazásának lehetőségeit

18. G.Klaus: Kibernetika és társadalom. Kossuth. 1966.
28-31. old.

vizsgálva az anyagnak három aspektusát különbözteti meg:

- 1/ a konkrét anyagfajták aspektus;
- 2/ az energia aspektus;
- 3/ az információs-organizációs aspektus.

A konkrét anyagfajták aspektusa az "anyagnak testszerű oldalával foglalkozik." Ide sorolja a klasszikus fizika tárgykörét, a modern kémiát és biológiát. Az energia-aspektus csak a későbbi fejlődés eredményeként került előtérbe. Ez az oldal az energiamegmaradás tételében jut kifejezésre.

A kibernetika kialakulásával előtérbe kerül a harmadik aspektus. Minden anyagi rendszer rendelkezik szerkezettel. A kibernetika kialakulásával ez kerül az érdeklődés középpontjába. Ebből következően lényeges kérdéssé vált az anyag információs-organizációs aspektusa. Természetesen a kibernetika kialakulása részben a strukturális oldal kutatásának a következménye is. Az információs-organizációs aspektus nem minden, hanem csak a dinamikus önszabályozó rendszerek tulajdonsága. Az önszabályozás viszont csak megfelelő organizáció alapján lehetséges. Így az anyag ezen harmadik sajátossága az organizációval kapcsolatos.

Lényegében tehát Klaus mondja ki azt, amit Wiener "a negatív" meghatározásában nem fejtett ki világosan. Az információ nem anyag és nem energia, hanem az anyag információs-orga-

nizációs aspektusával kapcsolatos. Ez a meghatározás véleményünk szerint kibernetikai szempontból megfelelő. A kibernetika ugyanis olyan rendszerekkel foglalkozik, amelyeknek entrópiája csökken.

Az információ "anyagtalan" felfogásával szemben álló nézetek is találhatók. Ezek szerint az információ az anyag valamely tulajdonsága, /Rovenszkij/ [19] vagy az anyagi je-

19. Rovenszkij-Ujemov-Ujemova: Gép és gondolkodás. Kossuth. 1964.

lenségek kölcsönhatásából eredő. [20]

20. Anyiszimov-Viszlobokov: A kibernetika néhány filozófiai problémája. Kommuniszt. 1962/2.

Ezek a felfogások is hiányosak. Tulságosan tágra értelmezik az információt. Van ugyan bizonyos törekvés a szűkítésre, Rovenszkij "meghatározott sajátosságnak", Anyiszimov és Viszlobokov a kölcsönhatás "egyik fajtájának" tekinti. Azonban még így sem határolják körül pontosan az információt jelentő anyagot. Amíg nem tudjuk pontosan milyen jellegű sajátosságról, illetve kölcsönhatásról van szó, addig nem tudunk semmit a fogalmat meghatározó jegyekről. Pozitívuma ezen felfogásnak, hogy anyaghoz köti és ebben a vonatkozásban előrelépnek az előzőekhez képest.

Filozófiai szempontból igen figyelemre méltó Guscsin információ értelmezése. [21] Olyan meghatározást ad, amely egy-

21. Guscsin: Mi az információ? Idézve: Valóság. 1968/8. sz. 123. old.

teszt minden szorvezettség szinten érvényes, továbbá a tuk-
rózásra vezetett vizsgálata az információ szerinte negatív ent-
ropikus rendszer, mely más rendszerekre hatást gyakorol. En-
nek következtében az utóbbiak szerkesztett elemek közé kerül
az előbbi hasonló elemek.

A Kalmár László által közölt megfigyelések kifejezetten tukró-
zásként fogja fel az információt. "Az információ nem más, mint
anyagát rendszer állapotának, vagy a benne végbemenő folyama-
toknak többé-kevésbé teljes tukrózása egy másik anyagt rend-
szerben /amely speciális esetben lehet része is az előzőnek/". [22]

22. Kalmár: Milyen filozófiai problémát a kibernetikával kap-
csolatban, MM. Marxizmus-Leninizmus Oktatási Központjánál 1963/5. sz. 73. old.
jelöltek.

Ezt a megfigyelést elfogadhatjuk filozófiai értelemben is.
A tukrózás csak abban az esetben válik információvá, ha a ve-
dőben tukrózódó állapot a bizonytalanságot szünteti meg. A
bizonytalanság abból adódik, hogy vevő csak a tukrózódó ál-
lapotok összegéről tud. Teljesen bizonytalan, hogy adott ál-
lapban mely állapotok tukrózódnak.

A bizonytalanság mérőke az entropia. A matematikai in-
formációt fogalom tulajdonképpen az információ mennyiségi meg-
határozásából áll. Azt a kérdést fogalmazza meg matematikai
formában, hogy hogyan lehet bármely kísérlethez mérhető olyan
számot találni, amely a bekövetkezendő eredmény várhatóan meg-
lepő voltát, vagyis a kísérlet kimenetelére vonatkozó bizony-
talanságot fejezi ki.
A matematikai információelmélet specialitása az absztrak-

ció magas fokában keresendő. Még az előzőekben arról volt szó, hogy az információ aktív tükröződés, a matematika a legtöbb esetben eltekint az információ felhasználásától, feldolgozásától. Továbbá a matematika csak bizonyos típusú információforrások, csatornák stb. elméletével foglalkozik.

A matematikai információelmélet diszkrét jellegű véletlen kísérletek esetében a következőkből indul ki: adott egy eseménytér és ezen értelmezett $\mathcal{F}$ valószínűségi változó. E valószínűségi változó csak valós értékű lehet, hiszen komplex értékeknek nincs fizikai realitásuk. A valószínűségi változó várható értéke $[M(\mathcal{F})]$. A várható érték olyan számérték, amely körül $\mathcal{F}$ lehetséges értékei, $x_1, x_2, \dots$ számtani közepe ingadozik. $M(\mathcal{F}) = \sum_k p_k x_k$, ahol p_k az x_k -nak megfelelő valószínűsége. $k = 1, 2, \dots$ Ha a kísérletet sokszor ismételjük, akkor a $\mathcal{F}$ lehetséges értékei ezen várható érték körül ingadoznak. Ennek kapcsán felmerül, hogy található-e olyan mérték, mely kifejezné azt a bizonytalanságot, amely valamely esemény bekövetkezését kíséri. Shannon javaslatára bevezették a $-\log P/A$ mennyiséget, amely kifejezi A esemény bekövetkezése által szolgáltatott információmennyiséget. Ez egyedi eseményre vonatkozó információ mennyiséget szolgáltat. Shannon és Wiener véges valószínűség eloszláshoz a bizonytalanság mértékét rendelte:

$$H(\mathcal{F}) = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i ; \quad p_i \text{ az } A_i \text{ esemény valószínűsége.}$$

Ez az átlagos entrópia vagyis a $H(\mathcal{F})$ lényegében $-\log p_i$

érték p_1 által képezett átlag, vagyis a valószínűségi változó várható értéke. A H függvénytől megkövetelik:

- 1/ p_k -ban folytonos legyen, azaz a rendszerhez tartozó bizonytalanság mértéke az események valószínűségének változását folytonosan kövesse.
- 2/ A H függvény p_k -ban szimmetrikus legyen. A mértéknek invariánsnak kell lennie az események sorrendjében.
- 3/ Ha minden esemény egyformán valószínű, akkor az átlagos bizonytalanságnak a maximális értéket kell felvennie, fordítva, ha egy ilyen esemény bekövetkezett, akkor a teljes eseményrendszerre vonatkozóan a legnagyobb információt kell nyernünk. Ez a szélső érték tulajdonsága az információ mennyiség mértékének.
- 4/ Megkövetelendő tulajdonság a H függvény additivitása.

A bizonytalanság mértékének olyannak kell lenni, amely csak a valószínűségeloszlástól függ. A teljes eseményrendszerre vonatkozó bizonytalanság mértéke olyan, amelyre a szorzat függvényértéke egyenlő kell hogy legyen a szorzattényezők függvényértékeinek összegével:

$$f(p_1 p_k) = f(p_1) + f(p_k)$$

Ezt a feltételt a logaritmus-függvény elégíti ki, azaz

$$\log(ab) = \log a + \log b$$

A bizonytalanság mértéke tehát a teljes eseményrendszer egy eseményének bekövetkeztében a rendszer által szolgáltatott információmennyiség mértéke. Kérdés: a rendszer eseményei ki-

menetelének bizonytalansága miből származik? Minden hírforrás jellegzetessége, hogy nem tudjuk előre megmondani, csak valószínűségi pontossággal, hogy a lehetőségek közül melyik fog bekövetkezni, milyen értesüléshez jutunk. Általános értelemben hírekkel nemcsak a híradástechnikában foglalkoznak, hanem egyéb tudományok is. Ebből következik, hogy az információ fogalma a híradástechnikán kívül más tudományokban is fontos szerepet játszik. A matematikai információelmélet szemléletmódja minden olyan területen alkalmazható, ahol az entrópia szerepet játszik.

Az információelméletben a valószínűségszámítás kategóriáit speciális módon használják. Így az információ forrás vagy adó analóg fogalom az eseménytérrel. Ezek szerint: a forrás nem más, mint a kísérlethez tartozó lehetséges események összessége. Minden lehetséges ⁵eredmény a forrás elemi kimenetele, amit jelnek /betűnek/ neveznek a híradástechnikában. A jelek egy véges sorozatát szónak vagy közleménynek nevezik. Ha a betűk egymás utáni kiválasztása független egymástól, akkor a forrás emlékezetnélküli. Bináris forrásnak nevezik az olyan kísérletet, amelyhez csak két lehetséges kimenetel tartozik. Ennek ABC-je: $[A, B]$, valószínűségmátrix:

$$p = \begin{bmatrix} p & q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p & 1-p \end{bmatrix} \quad , \text{ egyedi információmátrix:}$$
$$I = \begin{bmatrix} -\log p & -\log 1-p \end{bmatrix}$$

rendszer átlagos entrópiája:

$$H(p) = -p \log p - (1-p) \log (1-p)$$

A hírközlési rendszerek szempontjából nagy jelentőségű az információmennyiség mértékének definícióját két dimenziós valószínűségi skémákra kiterjeszteni. Matematikai oldalról ez a következőképpen írható le:

legyen Ω_1 és Ω_2 két véges, diszkrét eseménytér, továbbá Ω ezek szorzattere. /A szorzattér fogalma: ha Ω_1 és Ω_2 elemi eseményei $A_1 A_2 \dots A_n$ illetve $B_1 B_2 \dots B_m$, akkor az $\Omega = \Omega_1 \times \Omega_2$ az az eseménytér, amelynek elemi eseményei $A_i B_k$ ($i=1 \dots n$; $k=1 \dots m$) események/

A_1
$\vdots$
A_i
$\vdots$
A_n

Ω_1

B_1	$\dots$	B_k	$\dots$	B_m
-------	---------	-------	---------	-------

Ω_2

A két eseménytér teljes eseményrendszer:

$$\{A\} = [A_1 \ A_2 \ \dots \ A_n]$$

$$\{B\} = [B_1 \ B_2 \ \dots \ B_m]$$

Feltételezés szerint az A_i és a B_k együttesen is bekövetkezhet, tehát az Ω szorzattéren teljes eseményrendszert képeznek.

$A_1 B_1$				
$\vdots$				
		$A_i B_k$		
				$A_n B_m$

$$\{AB\} = \begin{bmatrix} A_1 B_1 & \dots & A_1 B_k & \dots & A_1 B_m \\ A_i B_1 & & A_i B_k & & A_i B_m \\ \vdots & & & & \\ A_n B_1 & & A_n B_k & & A_n B_m \end{bmatrix}$$

Ezekből következően három valószínűségeloszlásról beszélhetünk.

$$[P\{A_i\}] ; \quad [P\{B_k\}] ; \quad [P\{A_i, B_k\}]$$

Felírható most már az együttes valószínűségeloszlás mátrix:

$$[P\{\xi, \eta\}] = \begin{bmatrix} p(1,1) & p(1,2) & \dots & p(1,m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p(n,1) & p(n,2) & \dots & p(n,m) \end{bmatrix}$$

ahol ξ és η az Ω_1 és Ω_2 téren (ξ, η) az Ω téren értelmezett valószínűségi változó.

Ezek után felírható három entrópia:

$$\begin{aligned} H(\xi, \eta) &= - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p\{i, k\} \log p\{i, k\} \\ H(\xi) &= - \sum_{i=1}^n \left[\sum_{k=1}^m p\{i, k\} \log \sum_{k=1}^m p\{i, k\} \right] \\ H(\eta) &= - \sum_{k=1}^m \left[\sum_{i=1}^n p\{i, k\} \log \sum_{i=1}^n p\{i, k\} \right] \end{aligned}$$

Fontos fogalom a feltételes entrópia fogalma, amely az együttes eloszláshoz tartozik.

$$\begin{aligned} H(\xi|\eta) &= - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p\{\xi_i, \eta_k\} \log p\{\xi_i|\eta_k\} \\ H(\eta|\xi) &= - \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n p\{\eta_k, \xi_i\} \log p\{\eta_k|\xi_i\} \end{aligned}$$

Vagyis a $H(\xi|\eta)$ feltételes entrópia ξ valószínűségi változó entrópiája azon feltétel mellett, hogy η már bekövetkezett, de ezzel a bizonytalanság lényegében csökkent, a bekövetkezés határozottabbá vált.

Amint látható a két dimenziós rendszerek a valószínűségeloszlás mátrix alapján öt entrópiával jellemezhetők. Matema-

statisztikai apparátus nélkül ezek a következőket jelentik:

- a $H(\mathcal{F})$ a forrás átlagos betűnkénti információja;
- a $H(\mathcal{Z})$ a vevő átlagos betűnkénti információja;
- a $H(\mathcal{F}, \mathcal{Z})$ az egész rendszer, a leadott és a felvett betűpáronkénti átlagos információja;
- a $H(\mathcal{Z}|\mathcal{F})$ egy meghatározott x_1 betű leadása esetén minden lehetséges y_k vételének adott valószínűsége van. Ehhez a feltételes valószínűségeloszláshoz tartozó $H(\mathcal{Z}|x_1)$ entrópia $\overline{H(\mathcal{Z}|x_i)}$ átlagértéke a $H(\mathcal{Z}|\mathcal{F})$ feltételes entrópia. Ez a vevőre vonatkozó bizonytalanság mértéke, ha a leadott jel ismert.
- a $H(\mathcal{F}|\mathcal{Z})$ meghatározott y_k betű vétele adott valószínűségekkel bármelyik x_1 leadásának eredménye. Ehhez a feltételes valószínűségeloszláshoz tartozó $H(\mathcal{F}|y_k)$ átlagos entrópia a $H(\mathcal{F}|\mathcal{Z})$ feltételes entrópia, mely a forrásra vonatkozó bizonytalanság mértéke, ha a vett jel ismert.

A $H(\mathcal{F})$ illetve $H(\mathcal{Z})$ a forrás és a vevő statisztikai természetét írják le a $H(\mathcal{Z}|\mathcal{F})$ a csatornában lévő hibára utal, míg a $H(\mathcal{F}|\mathcal{Z})$ a többértelműséget jelöli.

A matematikai információ-fogalom valamely rendszerre vonatkozó valószínűség várható értéke. Információnyeréssel, lényegében a rendezettség kerül a sokféleség viszonylagos káosza helyébe. A köznapitapasztalat is azt mutatja, hogy a konkrét ismeretszerzés előtt tudásunkat bizonytalanság jellemzi. Ez csak akkor szűnik meg, ha meghatározott minőségű és mennyiségű információt nyertünk. Tehát ismeretszerzés folytán megszűnik tu-

dásunk bizonytalansága valamely objektumra vonatkozóan. Ez mennyiségileg egyenlő a megszüntetett entrópia értékkel.

Az információelmélet és az ismeretelmélet

Csak abban az esetben tudunk helyes képet kialakítani a megismerési folyamat információs oldaláról, ha fogalmilag elkülönítjük egymástól a rendszerre vonatkozó bizonytalanság mértéket az ismereteinkre vonatkozótól.

Azaz, a $H(\xi)$ és a $H(\eta)$ átlagos entrópiák objektumok rendezettségének mértékei. Ezek mint matematikai tükörképek függenek ismereteinktől. Abban a vonatkozásban van ismeretelméleti jellegük, hogy az objektív tartalom szubjektív formában jelenik meg és e forma pontossága függ az illető objektumról szerzett ismeretektől.

A fentiek tovább módosulnak, hogy ha olyan információs rendszerről van szó, melyben az egyik pólus a forrás, az objektív valóság, vagy annak valamely területe, a másik a vevő, az ember megismerő képessége.

Ekkor a $H(\eta)$ entrópia a gondolkodó képességre, mint objektumra vonatkozik. Ez esetben is, mint objektív adottságot, megismerő apparátusunkat kell vizsgálni. Ez a terület a logika, pszichológia kutatási területe. Ezeknek a tudományoknak kell feltárni a gondolkodás törvényeinek rendszerét. Lényegében ezek a tudományok foglalkoznak azzal, hogy egy X_1 objektív valóságból származó jel milyen módon tükröződik tudatunkban és milyen törvényszerűségei vannak ennek a tükröződésnek.

Lenin a megismerés általános menetéről azt írta, [23] hogy

23. Lenin Filozófiai füzetek 166. old.

az nem totális visszatükröződés és "objektive" három tag van:

1/ a természet, 2/ az emberi megismerés = az emberi agy
/mint ugyanazon természet legmagasabb terméke/ és 3/ a természetnek az emberi megismerésbeli tükrözési formája. Ebből a három tagból álló rendszer elemei egymással kölcsönhatásban állnak. A kölcsönhatás eredménye az ismeret, az ember valóság megváltoztató tevékenysége.

Mint információs rendszer úgy jellemezhető, hogy a valóság az érzéki gyakorlati tevékenység során az ember számára jelzéseket ad. Ezek a leadott jelek, melyek részben statisztikai természetűek, pusztán létezésükből nem következnek semmi, csak a vétel után derül ki az ember számára igazi természetük. A vett jel is csak meghatározott valószínűséggel felel meg az eredetinek. A vett jel statisztikai természete az időközben fellépő torzító hatásokból ered. Így az egész információs rendszer bizonyos $H(\xi, \eta)$ mértékű bizonytalansággal rendelkezik. Ez az érték adott esetekben számszerűen kifejezhető, de ez nem tartozik a dolog lényegéhez. A fontos az, hogy egzisztenciálisan van ilyen mértéke a rendszer bizonytalanságának.

A valóság jelzései vételének tehát meghatározott valószínűsége van. A vett jelek bizonytalanságának mértéke a $H(\eta/\xi)$ annak kifejezője, hogy ismereteink mennyire felelnek meg a valóságnak. Itt bekapcsolódik a bizonyítás. Annak ellenőrzéséről van szó, mennyire vagyunk képesek a valóság jelenségeit helyesen tükrözni. Mennyiségileg mutatja meg azt, hogy az eredeti jel a különböző torzítások következtében hogyan változott meg. Tehát az emberi ismeret és a valóság

összevetéséről van szó. Természetesen csak mennyiségi vonatkozásban. Arra is választ kaphatunk, hogy milyen absztrakciós fokon áll az illető ismeret. Ezen keresztül a tétel vagy fogalom terjedelme jut kifejezésre.

Ezt a bizonytalanságot nem szabad összetéveszteni az objektív rendszer entrópiájával, mivel ez ismereteinkre vonatkozik. Ugy gondoljuk ez az a pont, ahol Urszul az általa idézett szerzőkkel vitatkozik. Természetesen Urszulkanak igaza van, mert az ismeretek bizonytalansága valóban nem a rendszerek bizonytalanságából adódik. Ennek alapja az emberi megismerő képességben rejlik. Az ismereteket determináló tényezők: a szubjektum adottságai /ebbe beletartozik egyéni, társadalmi tényező/, a kor általános tudományos színvonala és természetesen maga az objektum melyet vizsgálunk. Ezek együttes hatásából adódik az ismeret rendszer bizonytalansága.

Ismereteink többértelműek, azaz a szubjektum adottságaiból függően értelmezhetők. Az értelmezés során is a valósággal vetjük össze fogalmainkat tételeinkkel. A valóságból absztrakcióval nyert fogalmat ellenőrizzük, hogy az mennyiben felel meg eredetijének, milyen mértékben terjeszthető ki a valóságra. Ezt fejezi ki a forrásra vonatkozó bizonytalanság mértéke, azon feltétel mellett, hogy a vett jelek ismeretek. A $H(F|Z)$ feltételes entrópia tehát a kiterjeszthetőség kvantitatív mértéke.

Az ismeretekre vonatkozó bizonytalanság mértéke, tehát a $H(Z|F)$ és a $H(F|Z)$ nem tévesztendő össze az objektumokra vo-

netkozó $H(\xi)$ entrópiával.

Az információmennyiség matematikai mértéke az átlagos információmennyiség egyfajta valószínűség várható értéke. Ennek van egy maximális értéke, melyet akkor kapunk, ha minden esemény egyenlő valószínűséggel következhet be. A maximális érték nem mindig érhető el és nem is mindig hasznos. Az információmennyiség nagysága nemcsak a kibocsátott jelek és a csatorna függvénye, hanem a vevőé is. Az ember esetében a nagyság értéke szubjektív. Ugyanis az információmennyiség nagysága - vételnél - függ a vevő előzetes ismereteiből. Egy matematikai tétel laikus számára nyilván maximális információt szolgáltat, mivel az illető előzetesen semmit sem tudott a matematikáról, annak minden "eseménye" a meglepő erejével hatott rá. Mégsem jutott a laikus információhoz. Azaz a maximális információmennyiség érdektelen az ember számára. Valószínű, hogy az őskor emberére ugyanugy hatottak a természeti erők, mint a jelenkor emberére. Mégsem jutott információhoz, mert nem volt előzetes ismerete.

Ez távolról sem jelenti azt, hogy az információ valahonnan kívülről származna. Ember nélkül ^{nincs} ~~nincs~~ információ. Ezzel kapcsolatban fontos ismeretelméleti kérdés: honnan ered az ember egész információkészlete?

Erre G. Klaus [24] alapján válaszolunk. E szerint az el-

G.Klaus: Kibernetika és társadalom. Kossuth. 1966. 315-317.old.

ső információ forrás az átöröklés. Az információ a DNS molekulában rögződik és az emberi nem szerzeménye. Ez az információ még nem tudattartalom és mindenekelőtt az ember és a környe-

zete közötti kapcsolatok rögzítése. Az átöröklés mint információ forrás nem olyan jelentős, mint azoknak az információknak a halmaza, amelyek az emberiség információkészletét adják. Az ember vonatkozásában az is forrásként jelentkezik. Ez lényegében a társadalom által kidolgozott információ forrás. Információt nyerünk az anyagi külvilággal való közvetlen és közvetett érintkezésben is. Vagyis információ forrás a személyes tapasztalat. Az ember szintjén - az élőlény ilyen fejlettségi fokon - az utóbbi két információ forrás sokkal fontosabb, mint az átöröklés. Ez azt jelenti, hogy itt már a nevelés lép előtérbe az örökléssel szemben.

Milyen akkor az az információ, amelyik az ember számára hasznos? Egyszerűen az jelenthető ki, hogy szükség van az információ redundáns részének jelenlétére is. A redundancia az információ hordozásához szükséges minimális jelek és a tényleges jelek közötti különbség. Minden értesüléskor, információ nyeréskor felesleges, már ismert birtokába is jutunk. Ez is megint azt mutatja, hogy a szubjektumtól függő viszonyban van az információmennyiség nagysága. Az előzetes ismeretek állandó növekedésével növekszik az információ redundáns része. Ennek maximális értékénél nincs információnyerés. Viszont, ha a redundancia értéke nulla, akkor az információmennyiség értéke eléri a maximumot, az információ érdektelenné válik. Ebből az következik, hogy a redundancia megfelelő nagyságban elősegíti az információ nyerést.

Az ismeretelmélet igen fontos része a következtetéselmélet. A feltételes entrópiák szerintünk a következtetés egyfaj-

ta megfogalmazásai, mégpedig valószínűségi alapon. Ugyanis a $H(\xi|\eta)$ azt mutatja meg, hogy egy y_k jel vételekor milyen valószínűséggel következtethetünk x_1 bemeneteli jel meglétére. A $H(\eta|\xi)$ feltételes entrópia pedig arra ad választ, hogy x_1 bemeneteli jel bekövetkezése mekkora információt szolgáltat y_k kimeneteli jel meglétére. Ez a feltételes valószínűség természetéből adódik. A $P\{A_k|E\}$ feltételes valószínűség azt jelenti, hogy E esemény akkor következik be, ha A_k esemény már bekövetkezett. E bekövetkezése A_k esemény következménye. A logika nyelvén ez érvényes implikáció. Arra kapunk választ, hogy bekövetkezett esemény valószínűleg milyen feltételekből következik.

Jelentkezik a csatornában mutatkozó torzító hatás, amely a leadott jelet úgy módosítja, hogy a vevő csak meghatározott bizonytalansággal tudja venni az eredeti jelet. A hírközléstudomány elméletben szokásos módon meg kell adni a csatorna zajkarakterisztikáját. Az ún. zajmentes csatornára jellemző, hogy a feltételes entrópiák értéke nulla, következésképpen minden leadott jelnek csak egy vett jel felel meg.

Ezt a technikában megszokott jelenséget tapasztalhatjuk az ismeretszerzés folyamatában is. Az objektív valóság mint adó, jelei csak bizonyos mérvű torzítás útján jutnak el hozzánk. Ez egyrészt abból származik, hogy a vizsgált objektumok állandó kölcsönhatásban léteznek, továbbá érzékszerveink nem tökéletesek voltából.

A valóság egyes objektumai érzékszerveinkre hatást gyakorolnak. Nevezzük ezt az x_1 jelnek és a vett, azaz érzékelt

jelet y_j -nek. Ekkor kérdezhetjük, hogy y_j megfigyeléséből mekkora információt nyertünk x_i -re vonatkozóan. Így eljutunk a kölcsönös információ fogalmához, melyet az elméletben így definiálnak:

$$I(x_i; y_j) = \log \frac{p\{x_i | y_j\}}{p\{x_i\}}$$

Tovább lépést jelent, ha a jelpáronkénti kölcsönös információ várható értékét számítjuk ki:

$$I(\mathcal{F}; \mathcal{Z}) = \sum_i \sum_j p\{x_i; y_j\} \log \frac{p\{x_i | y_j\}}{p\{x_i\}}$$

Az átlagos kölcsönös információ könnyen kiszámítható, ha ismerjük az előzőleg tárgyalt öt entrópia értéket. Ugyanis:

$$\begin{aligned} I(\mathcal{F}; \mathcal{Z}) &= H(\mathcal{F}) + H(\mathcal{Z}) - H(\mathcal{F}, \mathcal{Z}) \\ I(\mathcal{F}; \mathcal{Z}) &= H(\mathcal{F}) - H(\mathcal{F} | \mathcal{Z}) \\ I(\mathcal{F}; \mathcal{Z}) &= H(\mathcal{Z}) - H(\mathcal{Z} | \mathcal{F}) \end{aligned}$$

Ez az információ a csatornán továbbított információ, ezért transzformációnak nevezik a híradástechnikában.

Az előzőekben volt már szó a folytonos eseménytéréről, amelynek elemei kontinuum számosságú halmazt alkotnak. E halmaz nem minden eleméhez rendelhető valószínűségi érték, tehát bizonyos kiválasztott részhalmazokat tekinthetünk csak eseménynek. Az Ω eseménytér részhalmazainak ilyen családját $\mathcal{F}$ -fel jelölik a matematikában és tagjaival halmazelméleti műveletek végezhetők, továbbá ki kell elégítenie a következő követelményeket:

1./ Ha $A_1, A_2 \dots \in \mathcal{F}$, akkor $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in \mathcal{F}$

azaz, a megszámlálhatóan végtelen sok eseményhalmaz egyesítésének is eseménynek kell lenni.

2/ Ha $A \in \mathcal{F}$, akkor

$$\Omega - A \in \mathcal{F}$$

Vagyis, az esemény ellentéte is esemény legyen. Ezek után a család minden A eseményére a valószínűségi mérték fogalma:

1/ minden $A \in \mathcal{F}$, esetén

$$0 \leq P\{A\}$$

2/ az $\mathcal{F}$ család minden megszámlálhatóan végtelen sok páronként közös rész nélküli eseményére

$$P\{\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\} = \sum_{i=1}^{\infty} P\{A_i\}$$

3/ $P\{\Omega\} = 1$

Az ilyen rendszeren értelmezett információmérték:

$$I(f; z) = - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \log \frac{f(x, y)}{f_1(x)f_2(y)} dx dy$$

ahol $f(x, y)$ a kétdimenziós valószínűségi változó együttes sűrűségfüggvénye, $f_1(x)$ és $f_2(y)$ a vetületi sűrűség függvénye.

A.D.Urszul [25] kritizálja azokat, akik az információ két

25. A.D.Urszul: Az információelmélet módszerei az ismeretelméletben és a logikában. Voproszú Filozofii. 1968/6.

aspektusát összekeverik. Észrevétele a következőkben foglaltó össze. A tudomány bizonyos fizikai rendszereket vizsgál, amelyekről ismeretszerzés előtt létezik tudásunk bizonytalansága, ha a kellő ismeretet megszereztük, ez a határozatlanság megszűnik és a nyert információ mértéke egyenlő lesz a megszűn-

tetett bizonytalanság mértékével. L. Brillouin szerint az az információ, amelyet a rendszer megismerésével nyertünk azonos a rendszer entrópiájával. Holott - írja Urszul - "az információ mennyisége nem magának a fizikai rendszernek az entrópiáján, hanem az erről a rendszerről meglévő ismereteinknek az ,entrópiáján' keresztül mérhető." [26]

26. Tájékoztató. 1968/6. sz. 172. old.

Urszulnak ezzel a megjegyzésével egyet kell érteni. Az információelmélet ismeretelméletben történő alkalmazásakor azt az információt kell figyelembe venni, amely ismereteink határozatlanságán alapszik.

A megismerés dialektikus természetű. Az emberi megismerésnek erről a természetéről Lenin a következőket írja. [27]

27. Lenin Filozófiai füzetek. Művei. 38. köt. 1961.

"A valóság mozzanatait egész összességének kibontakozása a dialektikus megismerés lényege." [28] "Az ember előtt ott van

28. Lenin Filozófiai füzetek 141. old.

a természeti jelenség hálója. Az ösztönös ember, a vadember nem emelkedik ki a természetből. A tudatos ember kiemelkedik, a kategóriák a kiemelkedésnek, vagyis a világ megismerésének lépcsőfokai, a háló csomópontjai, amelyek segítik őt, hogy megismerje és hatalmába kerítse ezt a hálót."

"A megismerés a természet emberi visszatükrözése. Ez azonban nem egyszerű, nem közvetlen, nem totális visszatük-

rőzés, hanem elvonatkoztatások sorának, fogalmak, törvények stb. alakításának, képzésének a folyamata, s ezek a fogalmak, törvények stb. át is fogják a feltételesen, közelítően az örökké mozgó és fejlődő természet egyetemes törvényszerűségét. Itt valóban objektíve három tag van: 1/ a természet; 2/ az emberi megismerés = az emberi agy /mint ugyanazon természet legmagasabb terméke/ és 3/ a természetnek az emberi megismerésbeli tükrözési formája; ez a forma: a fogalmak, törvények, kategóriák stb. Az ember nem tudja átfogni = visszatükrözni = lemásolni az egész természetet, teljességgel." [29]

29. U.o. 196. old.

Azt lehet mondani, hogy ezek az idézetek, illetve tartalmuk kifejezik a dialektikus megismerés lényegét. Minden emberi ismeret elvonatkoztatás eredménye. A marxista filozófia ismeretelmélete a tudományok közül egyike azoknak, amely a legmagasabb szinten valósítja meg az absztrakciót, azáltal, hogy az ismeretszerzés olyan törvényszerűségeit kutatja és tárja fel, amely minden mozgásformától független. "A gondolkodás a konkrétól az elvonthoz emelkedve nem távolodik az igazságtól, hanem közeledik hozzá." [30]

30. U.o. 155. old.

Az elvont fogalmak szintjén is lehetőség nyílik további absztrakcióra. Az emberi megismerés a statikus és a dinamikus oldal egysége. Amikor az információelmélet ismeretelméleti alkalmazásáról beszélünk, akkor elvonatkoztatunk a dina-

mihaszán oldaltól, legáltalában a diszkrét rendszerekre érvényes információs folyamatok törvényeinek felhasználása esetén. Ezt az elvonatkoztatást megtehetjük, csak az a fontos, hogy a dinamikus oldal megítélését abszolút értelemben nem szabad elfeledkezni. Ezen absztrakció megvalósításával elérhető, hogy a megismerési folyamat statikus oldalát közvetlenebbül tudjuk feltárni. Ez egyben matematikai információelmélet ismeretelméleti alkalmazásának egyik korlátja is.

A megismerés információs aspektusának legteljesebb tulajdonsága - mint úrszól írja - a szemantikai és pragmatikai jelleg. A tudományos információ rendelkezik egy ún. értékes oldallal. Az értékesség nyilván csak az ember vonatkozásában értelmezhető. Az értékesség szoros összefüggésben van a megismerés céljával. Ez utóbbit nem más, mint a megismerés adekvát-sága. Tehát az ember számára az az információ a legértékesebb, amely a valósággal adekvát ismeret. Ez azonban csak a gyakorlatban mutatkozik meg.

A megismerés információs folyamat, az információ átadása benyújtott folyamat, mivel nemcsak "tisztán" információ jut a megismerés birtokába, hanem a saját is. Eppen ezért a kapott információ egészéből ki kell választani azt, amely az adott objektumnak megfelel. "A megismerés mint vezérlés a visszajuttatás-zedés és az objektum közötti különbségek csökkentése következtében valósul meg." [31] Ez a különbségcsökkentés éppen az értékes

A megismerés információ¹ aspektusának ellentmondását jelenti az a tény, hogy a megismerés során egyrészt a sokféleség folyamatosan kiküszöbölődik, ugyanakkor ezzel ellentétes folyamat is érvényre jut, amennyiben a sokféleség kiterjed. A sokféleség megszűnése és kiterjedése ellentétének állandó megoldódása és ujrateremtődése a megismerési folyamat mozgatórugója. Ez összefüggésben van azzal, hogy minden emberi ismeret egy láncszem az egyetemes megismerési folyamatban. Minden megoldott probléma egy vagy több ujnak a kezdete.

A matematikai információelmélet korlátja, hogy nem tudja figyelembe venni, illetve megkülönböztetni a hamis és az igaz ismeretet.

Urszul cikkében ismerteti R.Carnap és Y. Bar-Hillel szemantikus információelméletének néhány sajátosságát. "R.Carnap és Y. Bar-Hillel elméletükben meghatározzák a $C(h,e)$ hipotézis igazoltságfokának az e hiteles ismeretre vonatkozó h hipotézisben lévő információ értékével való kapcsolatát, azaz $\inf.(h,e) = -\log C(h,e)$. Ez a képlet emlékeztet az individuális információ mennyiségének a statisztikus elméletben meglévő képletére, felcserélve a statisztikus valószínűséget logikai valószínűségre, igazoltság-fokra." "Ily módon az induktív aszemantikus információelméletben maga az információ csupán a valószínű ismeretnek, mint az ismeretek növekedési formájának a jellemzője." [32]

32. U.o. 179. old.

Ebből aztán levonja azt a következtetést, hogy az ismert

tételek nem rendelkeznek információval. Ezzel nem lehet egyet-
érteni, mert minden tudományos ismeret az objektív és szubjek-
tív feltételek által determinált. Az emberi gondolat tartalma
az objektív valóság, formája a szubjektum függvénye. Ismere-
teink e két meghatározó tényezőtől függően kerültek kiválasz-
tásra a lehetőségek közül. Ismert dolog, hogy a tudományos szin-
vonal erősen determinált az adott kor általános társadalmi fej-
lettsége által. Az igazság tudományos feltárása egy bizonyos
körön belül lehetséges, e kör azonban nemcsak a feltárt igaz-
ságot tartalmazza.

Ezen túlmenően ha Urszulnak igaza volna, akkor el kelle-
ne ismerni, az igazságnak csak abszolút oldala létezik. Ha
nincs információ tartalma, akkor végleges, befejezett igaz-
ság. Ezzel szemben a feltárt tudományos igazság mindig tar-
talmaz olyan részt, amely még további kutatásra érdemes, vagy
más összefüggésben, új megvilágításban az eredetitől eltérő
információval rendelkezik.

A tudományos tételek sajátja, hogy mindig tartalmaz még fel-
nem tártat, azaz rendelkezik információval.

Továbbá, a már ismert tudományos tétel mindig következ-
ménye valamely feltételnek, axiómának. Ez a következés is bi-
zonyos értelemben kiválasztás, amelynek van statisztikai jel-
lege és a tételek közötti logikai kapcsolatok milyenségétől
függ a következés valószínűsége. A nagy valószínűséggel követ-
kező természetesen kis információval rendelkezik, de a lényeg,
hogy van információ tartalma.

Ezekből az a következtetés vonható le, hogy az az ismeret



rendelkezik információtartalommal, amely még újat, meglepőt, eddig nem ismertet tartalmaz. Amely tudásunkra nézve valamilyen bizonytalanságot szüntet meg. A bizonytalanság a sokféleségből származik, abból adódik, hogy a jelenségek sokféle módon hatnak érzékszerveinkre. Ezeket a hatásokat részben rendezik érzékszerveink azáltal, hogy csak bizonyos hatást képesek felfogni és továbbítani minőségileg és mennyiségileg egyaránt. Az információnyerés éppen ebben a rendezésben van.

"Bármely információt úgy lehet kifejtteni, hogy kevés számú jelet, pl. az abc betűit valamilyen módon elrendezzük. Magát az információt éppen ez az elrendezés a konfiguráció reprezentálja." [33] A "keves számú jel" kiválasztása mindig a fel-

33. Tarján R.: Kibernetika. Gondolat. 1964. 39. old.

vevő rendszer függvénye. Az ismeretszerzés folyamatában a szubjektum függvénye.

Érzékszerveink az őket ért hatásokat felerősítik, átalakítják és csak egy részüket vezetik tovább a nagyagyba. A hatások azon része, amely beérkezik a nagyagyba, már egyáltalán nem közvetlen képe a kibocsátott jelsorozatnak.

Minden tételnek, kategóriának van ismeretelméleti oldala, nevezetesen az, hogy a megismerés adott fokán lévő eredmény.

Mint eredmény az igazság relatív és abszolút oldalának egységében jelentkezik. Ez az egység azonban nem állandó és egyes törvényeknél más és más. Vannak olyan ismeretek, melyekben az egyik, más esetekben a másik oldal dominálabb. Továbbá az ismeretszerzés, az igazságfeltárás folyamatában mindinkább

közeledünk az abszolút oldalhoz. E folyamat egyben azt is jelenti, hogy a kevésbé lényegestől a mélyebb és még mélyebb lényeghez jutunk.

A dialektikus materializmus igazságfelfogása elsősorban azon alapszik, hogy elismeri objektív jellegét. Ismereteink igazságértéke nem függ tudatunktól, a tartalom mindig az objektív valóság által meghatározott. A természeti és társadalmi feltételek állandóan változnak, új törvények születnek, a régiek megszűnnek. Ez azt jelenti, hogy a tudomány által felfogott igazságnak mindig csak a relatív oldalát ragadjuk meg. "A tudomány^{os} igazság tehát objektív értelemben relatív igazság, mert mást mint mulandó objektív igazságot, nem fejezhet ki." [36]

36. Molnár E.: Dialektikus materializmus és társadalom-tudomány. Kossuth. 1962. 376. old.

A marxista filozófia szerint a megismerés folyamat abban az értelemben, hogy "az igazság magában a felismerés folyamatában rejlik, amely a megismerés alacsonyabb fokairól mindig feljebb megy magasabb fokozatok felé anélkül, hogy valaha is egy ugynevezett abszolút igazság felfedezésével olyanponthoz érjen el, ahonnan nincs tovább." [37]

37. Marx-Engels Válogatott Művek II. k. 357. old.

Ez azt jelenti: a marxizmus a tudományos igazságot szubjektív értelemben relatívnak tekinti. Azaz, olyannak, amelyik nem befejezett, hanem változik. A tudomány az objektív valóságot nem abszolút módon tükrözi vissza. "Az emberi gondolkodás természeténél fogva fel tudja tárni és fel is tárja előttünk az

abszolút igazságot, mely viszonylagos igazságok összegéből tevődik össze. Az abszolút igazságnak ez az összege, a tudomány minden fejlődési fokán újabb szemcsékkel gyarapszik." [38]

38. Lenin Művei. 14. köt. 133. old.

A relatív igazság mindig megközelítő határok között tükrözi vissza a valóságot: amely határ bővül a megismerés mélyülésével. Így a tudomány az objektív igazságot kettős értelemben megközelítően tükrözi: a törvény megközelítően érvényesül a valóságban, továbbá a relatív igazság is megközelítően hű tükörkép.

Természetes, hogy az abszolút vagy relatív jelleget nem szubjektív megítélés alapján dönthetjük el. A gyakorlat mint igazság kritérium egyben az abszolút vagy relatív jelleg kritériuma is. De a gyakorlati tapasztalat sem befejezett és ezért nem lehet abszolút kritérium. Teljesen soha nem erősíthet meg vagy vethet el tételeket. A gyakorlati tapasztalat mellett szükséges az illető elv, tétel elméleti bizonyítása. A természettudományok köréből számos példa említhető, amelyek igazolják, hogy a gyakorlati tapasztalatot nem minden esetben igazolja az elmélet, és fordítva. Az ok egyszerű. A gyakorlatban szerepet játszanak olyan tényezők is, amelyeket elméletileg nem vehetünk figyelembe, mert nem ismerjük, vagy oly tényezők szerepelnek az elméletben, melyek gyakorlatban nem valósíthatók meg egyenlőre. Ez azonban még nem zárja ki az elmélet helyességét. Az emberi ismeretek rendszere tükörkép. A tükörkép természetesen változik, mégpedig történelmileg, de a természet vonatko-

zásában attól függetlenül. Társadalom esetében más a helyzet. A társadalom fejlődése meghatározza a róla alkotott képet egyrészt, másrészt igazságnak is van bizonyos függetlensége. Itt közvetlen a kapcsolat, míg a természet és a természeti kép között közvetett, mivel társadalmi prizmán keresztül tükröződik.

A tudományos igazság szubjektív értelemben vett relativitása csökken, mivel a megismerés tökéletesedik. Azonban soha nem szűnik meg abszolút módon, mert mindig más vonatkozások merülnek fel. Adott vonatkozásokban tisztázható valami, de minden vonatkozásban egyszer és mindenkorra nem.

Az igazság abszolút és relatív oldala viszonyt fejez ki:

- 1/ a már ismert és a tudományok továbbfejlődése során feltáruló ismeretek között;
- 2/ továbbá^a megváltozó, továbbfejlődő és a megdönthetetlen ismeret között.

Ebből az következik, hogy az igazságnak az abszolút oldala a jelenségeket a lényeg színvonalán tükrözi. A dolog lényegének - a legtartósabb tulajdonságok és viszonyok összessége - tükrözése a megismerés célja. A lényegek sorának tükrözése viszont nem jelent mást, mint^a dolog legalapvetőbb ellentmondásainak feltárása, azoknak a törvényszerűségeknek a megismerését, melyek a dolog mibenlétét, fejlődését reprezentálják. Így tehát a dolgokban lévő belső szükségszerűség feltáráshoz jutunk a lényeg megismerése során.

Az információ, mint a szükségszerű és véletlen egysége

Általánosságban kimondhatjuk, hogy a határozatlanság a szükségszerű és a véletlen egysége. Amikor az egyes jelenségeket meghatározó elemi események halmazával állunk szembe, akkor ezek között vannak olyan elemek, amelyek bekövetkezése a többinél nagyobb valószínűséggel rendelkezik. De mindaddig, míg az esemény nem vált valósággá csupán potenciálisan létezik. Ekkor még nem tudjuk, hogy bekövetkezése mennyiben szükségszerű és mennyiben véletlen. Mindenesetre a jelenség bekövetkezésének szempontjából minden elemi esemény még bizonytalan, azaz nem meghatározott. Bármely elemi esemény realizálódhat, tehát bekövetkezése véletlen. De ugyanakkor, ha azt vesszük figyelembe, hogy valamelyiknek feltétlen be kell következnie az adott feltételek miatt, akkor egyben szükségszerű is egy vagy több elemi esemény realizálódása. Vagyis a határozatlanság egyrészt véletlen, mert nem egyértelműen meghatározott kimenetele, de ugyanakkor szükségszerű is, mert adott feltételekből következően feltétlenül a sok lehetőség egyikének valóssággá kell válnia. A valószínűségszámítás irodalmában a véletlent jelzőként használják, "véletlen kísérletről", "véletlen eseményről" van szó minden esetben. Prékopa András pl. a következőket írja: "véletlen kísérleten olyan kísérletet értünk, amelynek kimenetelét az általunk figyelembe vett feltételek nem határozzák meg egyértelműen." [39] Rényi Alfréd pedig:

39. Prékopa A: Valószínűségelmélet. Műszaki K. 1962. 11. old.

"Ha a körülmények egy K összessége fennáll, akkor egy bizo-

nyos A esemény szükségképpen bekövetkezik. Másrészt azonban a természetben és a mindennapi életben is számos olyan jelenség van, amelyek hasonló skémákkal nem írhatók le. Ezeket a jelenségeket a következőképpen jellemezhetjük: A K-körülmenykomplexum fennállása esetén az A esemény vagy bekövetkezik, vagy nem következik be. Az ilyen eseményeket véletlen eseményeknek nevezzük." [40] Az ilyen jellegű folyamatokra Rényi

40. Rényi A.: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó. 1968. 33. old.

a rádium-atom példájára hivatkozik. Mondván, hogy előre nem tudjuk megmondani az atommagban lejátszódó folyamat kimenetelét, mert nem ismerjük és nem tudjuk megfigyelni. Ebből következik, hogy ha ismerjük és megfigyelhetjük a folyamat minden részletét, akkor véletlen jellege megszűnik. Így tehát valamely jelenség véletlen volta egyrészt csupán ismeretelméleti kérdés, másrészt - mint Prékopa írja - "az általunk figyelembe vett körülményektől" függően válik véletlenné vagy szükségszerűvé. Vagyis Rényi és Prékopa szerint a véletlen ismeretelméleti kérdés, másrészt szubjektív megítélés kérdése, illetve megfelelő K körülménykomplexum kiválasztásának függvénye. Ennek ellenére a véletlen eseményt, illetve kísérletet objektívnek jelentik ki. A dialektikus materializmus szerint a véletlen valóban objektív. Nem csupán az esemény, folyamat, viszony stb. jellemzője ez, hanem minden kölcsönhatásnak van objektív véletlen oldala. Prékopa a kísérletet is csupán ismeretelméleti oldalról ragadja meg. Szerinte ugyanis: "Kísérletnek nem csupán egy jelenség mesterséges előállítását nevezzük, hanem

általában egy jelenség megfigyelését, függetlenül attól, hogy azt mi, vagy rajtunk kívül álló okok hozták létre." [41]

41. Prékopa A: id. mű 11. old.

Kísérlet tehát a megfigyelése, előállítása valaminek. Megállapítható, hogy a valószínűség elméletben az objektív valóságot csak bizonyos szempontból vizsgálják a matematikusok. A szempontot determináló tényező az a törekvés, hogy a valóság minőségileg különböző területeit azonos módon lehessen vizsgálni. Ehhez természetesen a fenti egyszerűsítő absztrakciót végre kell hajtani.

A véletlen objektív jellege azt jelenti, hogy adott konkrét vonatkozásban véletlen, s hogy adott szinten valamely kölcsönhatás véletlen jellege nem szüntethető meg. Nem csupán ember és dolog, hanem dolgok viszonya. Így tehát nem csupán ismeretelméleti vonatkozásu, habár ebben az összefüggésben is nagy jelentőségű.

Az emberi ismeretek és az objektív valóság viszonyának vizsgálata rendkívül fontos feladat.

Mindenesetre az eddigiekből megállapítható: a matematikai véletlen fogalom lényegében ismeretelméleti vonatkozásu. Ez nem is volna különösképpen hiba, azonban az már igen, ha a véletlen eseményről megállapított általános törvényszerűségeket és minden további elemzés, értelmezés nélkül használják az ismeretelméleti aspektuson túl is. Tehát ismeretelméleti vonatkozásokat vetítenek ki objektív jelenségekre. Az ember és valóság viszonyt dolog és dolog viszonyára alkalmazzák. Ez

pedig nem engedhető meg. Mégis filozófiai szempontból is fontos a matematikai véletlen-értelmezés, hiszen az ismeret és valóság adekvátsága mértékének mondható az értelmezésből következő valószínűségi mérték.

Kifogásolható még, hogy a matematika elszakítja egymástól a véletlen és a szükségszerű kategóriákat. Ez is lényegében absztrakció eredménye. Látható Rényi idézett megfogalmazásában is. Sőt az egyértelmű és szükségszerű azonos nála. Továbbá nem szerencsés megfogalmazás csak a szükségszerűvel azonosítani a determináltságot.

A marxista filozófiai irodalomban általában a véletlent összefüggésbe hozzák a lényegtelen, külső, esetleges kapcsolatokkal, kölcsönhatásokkal, a szükségszerűséget pedig ezek ellenkezőjével /lényeges, belső, feltétlen/. Az információelmélet filozófiai vonatkozásainak tárgyalásakor szükséges ezek tartalmával közelebbről is megismerkedni. A fenti fel fogás illusztrálására idézzük a következőket: "A szükségszerűség kategóriája a valóságnak azokat a folyamatait tükrözi, amelyeknek a jelenségek lényeges összefüggéseiben van az alapjuk, s amelyeket a jelenségek történelmi fejlődésének egész menete törvényszerűen előkészít. Ennek megfelelően a szükségszerűséget az elkerülhetetlenség, a kötelező érvény jellemzi. Szükségszerűség alatt az értendő, hogy az esemény befolyása meghatározott feltételek jelenléte mellett meghatározott rendben fejlődik, éppen ilyenné válik és nem másmilyenre. A szükségszerűséggel ellentétben a véletlenszerűség kategóriája a valóságnak azokat a folyamatait tükrözi, amelyeknek nem az

adott jelenség lényeges összefüggéseiben van az alapjuk, és amelyeket a jelenség történelmi fejlődésének egész menete nem készít elő törvényszerűen. A véletlenszerűség külső, az adott jelenség számára mellékes alapból folyik, ezért nem kötelező érvény, a meghatározatlanság jellemzi. Más szóval, az adott véletlenszerűség képes létrejönni és nem létrejönni, végbemehet így, de történhet másként is." [42]

42. Idézi Fodor J.: A véletlenről c. cikkében. Magyar Filozófiai Szemle. 1968/3. sz. 430. old.

Vagy egy másik: "A szükségszerűség és a véletlenszerűség a materialista dialektika olyan kategóriái, amelyek az objektumok és oldalaik összefüggéseinek meghatározott formáit tükrözik. A szükségszerűség olyan kapcsolatokat jelent, amelyek a feltételek adott összessége mellett elkerülhetetlenek, elháríthatatlanok. A szükségszerű jelenségeket az objektumok vagy folyamatok belső lényege idézi elő. A véletlenszerűség olyan kapcsolatokat tükröz, amelyek az objektum adott lényege mellett képesek létrejönni, de képesek nem létrejönni is. A véletlen jelenségek nem következnek a tekintetbe vett objektum vagy folyamat lényegéből, nem következnek elkerülhetetlenül a belső kapcsolatokból, okaik külső, mellékes feltételek is lehetnek." [43]

43. Fodor J.: Id.c. 431. old.

Ezekből is kitűnik, hogy olyan eseményeket neveznek véletlennek, amelyek kimenetele az adott determináló tényezők-ből nem egyértelműen következik. Szükséges tehát megvizsgálni

az egy-egyértelmű, egy-sokértelmű, sok-egyértelmű és sok-sok-értelmű viszonyokat. Mint Meljuhin [44] írja: Ha abból indu-

44. Meljuhin: A véges és végtelen problémája. Gondolat. 1959. 260-262. old.

lunk ki, hogy az összes okok és feltételek ismerete elegendő minden tetszőleges távoli-jövőbeli következmény előrelátására, akkor ezzel elismerjük, hogy a természetben a fejlődés egyértelműen meghatározott. Ekkor viszont minden jelenlegi állapot a múltban benne rejlik és minden jövőbeli a múltban és a jelenben. Ez pedig azt jelenti, hogy az okok ismerete elegendő az okozatok előrelátásának a legjelentéktelenebb esetekben is.

Ebben a gondolatmenetben nyilvánvalóan hiba van. Meljuhin szerint, és ezzel kell egyetérteni, a lehetőség és a valóság helyes értelmezése adhat itt választ. A fejlődés folyamata a lehetőség valósággá válásának folyamata. Azonban nem minden lehető, mint a dolgokban lévő belső tendencia realizálódik. Vannak reális és formális lehetőségek. A formális lehetőség csupán elvben realizálódhat, de az ehhez szükséges objektív feltételek hiányoznak. A reális lehetőségnek megvannak a szükséges és elegendő feltételei a realizálódáshoz. Ezek viszonylagosak, tehát a formális lehetőség reálissá alakulhat.

Az egyértelmű kimenetel ellen szóló tény, hogy a világ fejlődik állandóan. Ha minden kezdeti állapot eleve magában foglalja későbbi állapotát is, akkor ez azt vonja maga után, hogy a lehetőségek nagyságrendje állandóan csökken, feltéve hogy véges rendszerről van szó. A fejlődés tényét azonban csak

ugy tudjuk megmagyarázni, ha azt elismerjük, hogy az anyag változása közben végtelen sok lehetőség adódik, amelyek között újak is vannak. Mintegy állandóan újratermelődik a lehetőségek száma a fejlődés során. Ezek a lehetőségek a korábbi állapotokban nem rejlettek benne, kifejezetten a fejlődés termékei.

Igy tehát Meljuhin szavaival: "azt kell mondanunk, hogy a fejlődés nemcsak már korábban létező lehetőségek kibontakozását, hanem új lehetőségek keletkezését jelenti. Ennek következtében minden későbbi állapotot csak részben határoz meg a korábbi, mégpedig annál kisebb mértékben, minél nagyobb időbeli távolság van a kettő között és minél több tényező játszik közre. Egy anyagi rendszer korábbi és későbbi állapota között csak akkor állhat fenn egyértelmű kapcsolat, ha a rendszer meghatározó tényezői és változási törvényei ugyanazok maradnak; ellenkező esetben a kapcsolatnál nem egyértelmű, mert minden jelenség sokféle okból jöhet létre és sokféle következményre vezethet." [45]

45. Meljuhin id. mű 263. old.

A matematikában egy-egyértelmű megfelelésről beszélnek akkor, ha például két halmaz elemei egymáshoz rendelhetők úgy, hogy A halmaz egy a_i / $i = 1, 2, \dots, n$ / eleméhez B halmaz b_k / $k = 1, 2, \dots, n$ / eleme rendelhető és viszont, de csak az, és nem másik. Tehát kölcsönösen és egyértelműen rendelhetők a halmazok elemei egymáshoz. Továbbá egyértelműség áll fenn bizonyos függvények esetében, ha a független változó változása a függő változó-

ban csak azt és nem más változást idéz elő. Tehát a matematikai egyértelműség azt jelenti, hogy valaminek csak egy valami más és rajta kívül semmi sem felel meg. Ez a jelenség viszont magasfoku absztrakció eredménye. Vagyis olyan konstruált jelenségekre vonatkozik, amelyeknek a valóságban nem biztos, hogy van megfelelője. Mert két halmaz egymáshoz rendelésének egyértelműsége csak a halmazok nagyságrendjére vonatkozik. Egymáshoz rendelhető a természetes számok halmaza és a páros számok halmaza. Amiből megállapítható, hogy azonos számosságú halmazokról van szó. Ennek az egyértelműségnek azonban nyilvánvalóan nincs köze a determinációhoz.

Az egyértelműség koncepciója ismeretelméleti és nem ontológiai kérdés, ellentétben Földesi Tamás véleményével. [46]

46. Földesi T.: Egy tisztultabb dialektikus determinista koncepció érdekében. Magyar Filozófiai Szemle. 1966/6.sz.

Ugyanis egyértelmű kapcsolatokat bonyolult jelenségek esetében csak konstruálni lehet úgy, hogy elvonatkoztatunk az oda nem illő jelenségektől. Egyértelmű kapcsolat csak egyszerű esetekben létezik, mégpedig idealizált esetekben. Tipikus példának a klasszikus dinamika törvényeit szokás említeni. Az adott determinánsok együtteséből egyértelműen adódik a jövőbeli állapot. Az idealizálás azt jelenti, hogy feltételezik: a két állapot /kezdeti és végső/ között a determinánsok semmiféle változáson nem mennek keresztül. Ilyen feltételezés nem szolgálhat alapul a determináció filozófiai szintű megfogalmazásához. Tehát ontológiailag azért nem lehetséges az egyértelmű kapcsolat, mert a determináló tényezők időben

változnak és addig nem ható tényezők is felléphetnek.

Az egy-sokértelműség jellemzője, hogy az adott meghatározó tényezőkhez az esemény sokféle kimenetele tartozhat. A meghatározott okok a lehetőségek bizonyos skálájára korlátozzák a hatást. A matematikában egy-sokértelmű hozzárendelésről van szó, ha egy A halmaz egy eleméhez B halmaz több elemét rendeljük. Az egy-sokértelmű meghatározottságnál arról van szó, hogy az ok hatása meghatározott mennyiségű és minőségű lehetőségre korlátozódik. Ennek következtében a lehetőségek közül azok realizálódnak, amelyek megvalósulásához a feltételek leginkább adottak, vagy úgy is mondhatnánk, amelyeknek megvalósulásuk objektív valószínűsége a legnagyobb.

David Bohm az esetlegest a szükségszerű ellentétéként használja és az esetleges egy speciális alakja a véletlen. "Az esetlegesség vizsgált összefüggésén kívül fekvő eshetőségek-ből adódik. Az esetlegességek lényegi jellemzője az, hogy az illető összefüggés keretében lévő dolgok tulajdonságai önmagukban véve nem nyújtanak elegendő alapot meghatározásukra, illetve arra, hogy fellépésükre következtessünk. Mászóval: bizonyos mérvű viszonylagos függetlenségük van az összefüggésben szereplő dolgokhoz képest." [47]

47. D.Bohm: Ökság és véletlenség a modern fizikában. Gondolat. 1960. 34. old.

Tapasztalati tény, hogy minden dolog különböző szintű kölcsönhatásokból és viszonyokból tevődik össze. A kölcsönhatás ebben az értelemben használatos, hogy a dolgok nem ön-

magukban léteznek, nem egymástól elszigetelt individumok, hanem állandóan különféle hatások érik és maguk is hatást gyakorolnak más dolgokra. Éppen ezért a dolgok létezése abban rejlik, hogy más dolgokkal fizikai, kémiai, biológiai stb. kölcsönhatásban vannak. Ebben a létezésben nyilvánul meg a tulajdonság és ugyanakkor a dolog tulajdonsága a kölcsönhatás valamely csoportjával reprezentálható.

Az elemi részek vizsgálata jogossá teszi azt a feltételezést, "hogy az olyan tulajdonságok /attributumok/, amelyek az adott dolgot - meghatározott kölcsönhatási szinten - más dolgokkal való minden kölcsönhatásban jellemzik, valamilyen belső strukturáltság, valamilyen belső kölcsönhatások által feltételezettek". [48] Az alapvető minőségét egy dolognak a

48. Müller A.: Kvantummechanika és fizikai világkép. Akadémiai. 1967. 54. old.

belső, tartós kölcsönhatás határozza meg, és ezek közül egyiknek a változása az egész minőséget megváltoztatja. Így a kölcsönhatás /belső/ stabilitása egyértelmű a minőség stabilitásával. Természetes, hogy a külső kölcsönhatások is befolyásolják a dolgot, de csak az alapvető meghatározottság keretén belül. A nem lényegi, az adott dolog minőségi meghatározottságán kívül eső kölcsönhatások elemei ebben a vonatkozásban egymástól függetlenek. "Az ilyen - a kérdéses dolog alapvető meghatározottságán kívül eső - az adott dolog vonatkozásában esetlegesen fellépő, a többi - hasonlóan nem tartós, nem lényegi hatás pillanatnyi állapotától függően esetleges követ-

kezményű kölcsönhatásokat nevezzük véletlennek." [49]

49. U.o. 56. old.

A véletlen kölcsönhatások nem egyszer és minden-korra adóttak, hanem változók, következésképpen nem egyértelműen determinálják az eseményt. A szükségszerű kapcsolatok ezzel ellentétesek. Vagyis a szükségszerű és a véletlen kölcsönhatások között egyik legfontosabb különbség, "hogy a kérdéses dolog alapvető karakterét meghatározó kölcsönhatás-komplexum többé-kevésbé individuális kölcsönhatások tartós együttlése, míg a véletlenként jelentkező kölcsönhatások intern részei a háttérnek. Tehát míg az alapvető karaktert meghatározó szükségszerű kapcsolatok mintegy a kérdéses dolog individuális elhatározottságát reprezentálják, addig a véletlen kölcsönhatások a kérdéses dolognak az egyetemes összefüggésben és kölcsönhatásban való "részesedését" jelentik". [50]

50. U.o. 57. old.

Müller felfogásából is világosan kiderül, hogy a szükségszerű kapcsolat mindig a dolog lényegét, a véletlen pedig a nem lényegi és instabil oldalát tükrözi. Azt a következtetést is levonhatjuk, hogy a szükségszerű és a véletlen a dolgokban lévő diszkrét és folytonos jelleget is kifejezésre juttatják. A lényeg, a másoktól való különbözést, a különállást is jelenti. Ez tükröződik vissza a szükségszerű kapcsolatokban. A véletlen a folytonosság, az egymásba oldottság, de ugyanakkor a bizonytalanság kifejezője. Ebből viszont

az következik, hogy egyik sem fontosabb a másiknál, hanem csupán a dolog különböző oldalait tükrözik vissza és csak dialektikus egységük ad helyes képet a valóságról.

A véletlent nem lehet és nem is kell kiküszöbölni. Akár ismerjük, akár nem ismerjük a véletlen jelenségek okát, a véletlen jellege egy dolognak nem kiküszöbölhető ki. A kiküszöbölhetőség azt jelentené, hogy a véletlenség szubjektív, vagy csak tudásunk fogyatékoságának következménye. Véleményem szerint Engelsnek azt a nézetét, hogy "ahol a felszínen a véletlen uralmát látjuk, ott mindig belső, rejtett törvények uralkodnak rajta, és csak arra van szükség, hogy ezeket a törvényeket felismerjük," [51] félremagyarázzák. Az igaz,

51. Marx-Engels Válogatott Művek. Szikra. 1949. II. köt. 387. old.

hogy minden véletlen jelenség a felszíni oldalát mutatja meg a dolgoknak és ezentul egy belső stabil kölcsönhatás halmaz húzódik meg. Továbbá az is helytálló, hogy ennek megismerése a tudomány feladata. Azonban Engels csak ezeket mondja ki, és nem azt, hogy a belső törvényszerűségek megismerésével a véletlen kiküszöbölhető.

Ha elismerjük, hogy a véletlen a determináló komplexum elemeinek egymástól és a lényeges tényezőktől való független, esetleges voltából származik, akkor azt is el kell ismerni, hogy ez a sajátosság a tudástól az ismeretek mélységétől az adott szinten független. Tehát akkor is megmarad az adott vonatkozásban véletlennek, ha tudásunk elmélyül, hiszen a

dolog és a dolgok viszonyának objektív sajátosságáról van szó.

Meljuhin [52] mint sok más szerző az objektív és "szub-

52. Meljuhin: A véges és végtelen problémája. Gondolat. 1959.

jektív" véletlent összekeveri. Kijelenti ugyan hogy a véletlen objektív, amint ahogy a szükségszerű is az. Ugyanakkor példákkal illusztrálja, hogy a véletlen összefüggések más viszonyok között szükségszerűként lépnek fel és ekkor már a véletlent tudásunk hiányával azonosítja. Pl. az urán bomlása esetén, az, hogy egy adott pillanatban éppen az és nem más atom bomlott fel véletlen "a mi szempontunkból". [53] Ha azon-

53. U.o. 260. old.

ban sikerül az összes belső törvényszerűséget felkutatnunk, azt mondhatjuk, hogy az esemény előrelátható volt. Ezzel - szerinte - megszűnik a jelenség véletlen jellege.

A véletlen objektív jellege nem mond ellent annak a tételnek, hogy az összes okok ismeretében a jövő állapot előrelátható. De Meljuhinnál két dolog keveredik egymással: egy dolog a véletlen objektív jellege és más a tudás hiánya, amelyből következően egyes események véletlennek tűnnek számunkra. Meg kell különböztetni az objektív véletlent, amely többek között abból az objektív tényből adódik, hogy azonos oknak az okozata nem mindig azonos, a lehetőségek közül azonos ok és feltételhalmazból a mozgás és változás következtében különböző okozatok, eredmények adódnak. Megint más dolog

a véletlennek az az értelme, amely ismereteink hiányából származik. Ez utóbbi esetben lehet csak véletlen megszűnéséről, véletlennek szükségszerűvé válásáról beszélni.

Az sem fogadható el, hogy Meljuhin végeredményben azonosítja az előrelátást a szükségszerűvel és amit nem tudunk biztosan azt véletlennek minősíti. Az ismert okok és feltételek halmazából minden előrelátható. A természetben azonban nincs előrelátás, csak az ember tud bizonyos következtetéseket levonni. Az előrelátásnak is legalább két formája van: vannak jelenségek, amelyek az okok és feltételek komplexumából egyértelműen adódnak. Az ilyen jelenségek a dinamikus törvényszerűségekkel írhatók le. Mások viszont csak, vagy majdnem kizárólag valószínűségi alapon következnek a valószínűségszámítás törvényeinek megfelelő szabályszerűségekkel írhatók le. Ez utóbbi éppen úgy nem mond ellent a determinizmusnak, mint az előbbi.

Az ismeretszerzésnek is van véletlen és szükségszerű oldala. Nemcsak abban a vonatkozásban, hogy az objektív valóság szükségszerű és véletlen mozzanatait tükrözi. Az objektum másolatát, képmását logikai rendszerbe foglalják a tudományok. Ebben az egyes elvek, tételek egymásból következnek. E következésnek vannak szükséges és elegendő feltételei. Egyes tételek - éppen információ hiány miatt - kis valószínűséggel adódnak. Az ismeretszerzés folyamatában azonban több információ birtokában ezeket a tételeket is nagyobb valószínűséggel tudjuk másokból származtatni.

Vagyis tételeink információtartalmának feltárása azoknak mint következményeknek szükségszerű vagy véletlen voltát mutatja meg. Az információtartalma - mennyiségi és minőségi vonatkozásban - arra is választ adhat, hogy ismereteink milyen mértékben általánosíthatók. Az legáltalánosabb törvények nincsenek feltételhez kötve, bennük a szükségszerűség egyértelműen jut kifejezésre.

Az emberi ismeretek adott történelmi időszakban véges rendszert képeznek. De mivel ez a rendszer - ha véges is - olyan hatalmas ismeretanyagot tartalmaz, hogy az egyén nem képes ezt együttesen átfogni, ezért különálló ágakra tagolódik. Minden egyes tudományág megfogalmazza a maga keretein belül - legáltalánosabb törvényeit. Ezekre támaszkodva a filozófia a valóság legáltalánosabb törvényeit igyekszik feltárni. A tudományok törekvése az egyedén keresztül az általános, és az általánoson keresztül az egyedi megfogalmazása. Ez csak a véletlen és a szükségszerű dialektikus kapcsolatának feltárásán át lehetséges. A véletlen mozzanatoktól való fokozatos elvonatkoztatás útján jutunk az általánoshoz, mert egyéni speciális sajátossága - ami az általánost módosítja és az egyedi formát adja - az esetleges, nem lényegi mozzanatokból adódik.

Az információ és visszatükrözés

Az információ természetes alapja az anyag objektív visszatükröző képessége. Ennek vizsgálata számunkra felvilágosítást ad az információ természetéről.

A visszatükrözés fogalma a filozófiai irodalomban nem kellően tisztázott. Nem kívánunk foglalkozni ezzel a problémával, csupán a következőkre szorítkozunk. Ponomarjov a visszatükrözés két aspektusát különbözteti meg. Eszerint van ontológiai és

gnoszeológiai funkciója. Ismeretelméleti szempontból az eredeti és a másolat közötti *aktualis* viszony, mint annak absztrakt módon elgondolt tartalma, tükörképe mint az objektív valóság eszmei másolata, képmása. Ontológiai szempontból mint a dolgok kölcsönhatásának anyagi hatása. [54]

54. T.I. Ponomarjov: Pszichikum és intuición. Kossuth 1968. 80. old.

Véleményünk szerint helyes egy ilyen megkülönböztetés. Azonban azt is figyelembe kell venni, hogy a visszatükrözés az objektív valóság összefüggéseinek egy igen általános formája. Tehát legalább három vonatkozásban kell értelmezni:

- a/ ontológiai szempontból, mint anyagi rendszerek kapcsolata; ahol a visszatükrözés a kölcsönhatás olyan speciális megnyilvánulása, amikor csak az a lényeges, hogy anyagi hatás
- b/ mint a determináció ^{olyan} ~~csupán~~ formáját, amikor az egyik rendszer oly módon határozza meg a másik jelenség állapotát, hogy a kölcsönhatás nyomait kölcsönösen megőrzik,
- c/ végül ismeretelméleti vonatkozásban azt kell kiemelni, hogy a hatás nyomainak megőrzésén túl saját strukturájuk-

nak megfelelően a rendszerek képesek megváltozni és ennek megfelelő hatást kifejteni.

Ezt a három aspektust abszolút módon nem lehet elválasztani, mert a visszatükrözés leglényegesebb jegyei, de nem minden vonatkozásban egyformán fontosak. Ismeretelméletileg nézve talán legfontosabb az, hogy a visszatükrözés lényegében azonos az információval. Ezeknek megfelelően elfogadhatónak tartjuk a következő meghatározást: "A visszatükrözés olyan determináció, amikor az egymással kapcsolatba lépő jelenségek változásának tartalma nem abban fejeződik ki, hogy a jelenségek mássá alakulnak át /hogy az egyik dologból egy másik dolog lesz/, hanem abban, hogy a jelenségek megőrzik kölcsönhatásaik nyomait, mégpedig úgy, hogy a rájuk jellemző struktúra és a bennük végbemenő folyamatok a hatást kifejtő dolognak megfelelően, ill. saját természetüktől függően megváltoznak, átrendeződnek, miközben a dolog megtartja saját minőségi tartárait, azaz megmarad annak, ami." [55]

55. Végh Gy.: A visszatükrözésemélet néhány időszerű kérdése. Kézirat.

A visszatükrözésnek a következő fontos tulajdonságai vannak. Egymástól minőségileg jól elkülöníthető tükrözési szinteket állapíthatunk meg. Így az ember, az élő anyag és szervetlen természet fokán történő tükrözésről beszélhetünk. A visszatükrözés egyetlen szintje sem azonosítható a kölcsönhatással. Ez utóbbi csak azt mondja ki, hogy az anyagi folyamatok egymásra hatással vannak. A visszatükrözés viszont a hatás milyenségére is rámutat. Ezért sem helyes az információt a

kölcsönhatással azonosítani. Az érzékelés és tudat formájában történő visszatükrözéstől meg kell különböztetni az elemi tükrözést. Ez olyan folyamat, amelynél egyik anyagi rendszernek a másakra gyakorolt hatása következtében az első rendszer folyamatainak sajátosságai más alakban reprodukálódnak a másik rendszer folyamatának sajátosságaiban. A reprodukciónak, vagyis az elemi visszatükrözés formáját a visszatükröző rendszer, tartalmát pedig a visszatükrözött rendszer határozza meg. [56]

56. A kibernetika filozófiai problémái. Gondolat. 1963. 116. old.

Az információ természetének jellemzése szempontjából nagyon fontos az adekvát visszatükrözés mibenlétének feltárása. Olyan tükrözésről van szó, amelynél csak a visszatükrözött jelenik meg, minden idegen elem hozzákeveredése nélkül, azaz zaj nélkül. A valóságban ez abszolút módon nem teljesül. Ennek következménye, hogy az információs folyamatok csak valószínűségi jellegűek. Az adekvát tükrözésnek, illetve megvalósulásának - Ukrainev szerint [57] - feltételei

57. Ukrainev: Az anyag visszatükröző képességének jelentősége a kibernetika lehetőségeinek meghatározásában. A kibernetika filozófiai problémái. Gondolat. 1963. 117.o.

vannak. Annak a hatásnak, amit a visszatükrözött a visszatükrözőre gyakorol, sokszorosán felül kell mûlnia azt a hatást, amit a visszatükröző gyakorol a visszatükrözöttre. Az információnak adekvát tükrözésnek kell lenni.

az előzőekben már említettük, hogy a tükrözés tartalmát a visszatükrözött rendszer határozza meg. Ez vonatkozik az információra is. Különböző tartalmu információ megjelenhet azonos formában és ugyanaz az információ tartalom fiziológiai, fizikai, kémiai stb. formában. Ezt a sajátosságot izomorfizmusnak nevezik.

Az eddigiekből is következtethetünk arra, hogy az információ és a visszatükröződés sok azonosságuk ellenére különböznek is egymástól. Az információ függ a visszatükrözés minőségétől, a visszatükrözés viszont nem az információtól. Ez azt is jelenti, hogy a visszatükrözésnek információvá kell alakulnia. Ezt az átalakulást modulációnak nevezik. A visszatükrözésnek olyan formájáról van szó, amikor a tükröző nemcsak felfogja a tükrözöttet, hanem azt fel is dolgozza. Az információ általános fogalmába feltétlenül beletartozik ez az aktív jelleg. Az információ az aktív, adekvát visszatükrözési folyamatnak olyan speciális formája, amely a vezérlési, szabályozási rendszerekkel kapcsolatos.

A tükrözésnek információvá alakulása jól jellemezhető a következőkkel. A hír fogalmát Klaus így határozza meg: "a hír, v. egy jelentés és egy fizikai hordozó egysége. A fizikai hordozó adottságok összessége, amelyeket jeleknek neveznek." "...minden hírnél szükség van hordozóra, a jelek függetlenek a hírektől. A jelek oksági összefüggésben vannak azokkal ^a és a rendszerekkel, ill. eseményekkel, ahonnan származnak. Ugyanez nem mondható el a hirekről." [58]

A megismerés folyamatában az emberben kép, képmás alakul ki az objektív valóságról. A hír ebben a vonatkozásban mint tudat elem szerepel. De - mint Klaus kifejti - megfelelő absztrahálással a hír mint tudat elem, fogalma az információ fogalmává bővíthető. Az absztrakció ez esetben abban áll, hogy a külvilág belső modeljével rendelkező rendszerek közös tulajdonságait kiemeljük, míg másoktól elvonatkoztatunk. Azaz a rendszereknek csak azt a jellegét vesszük figyelembe, hogy struktúrával rendelkeznek, amely képes a kívülről érkező jeleket feldolgozni, átalakítani, rendezni. Így a jelek elvesztik jel mivoltukat és az illető rendszer struktúrájának megfelelően ^einterpretált jellé, azaz információvá alakulnak át.

"Az elmondottakból következik, hogy a jel fogalma abszolút, az információé pedig viszonylagos... Hogy mi információ és nem információ, az az S_1 által végrehajtott Válogatási folyamatától függ. [59] / S_1 valamilyen belső modellel

59. U.o. 328. o.

rendelkező rendszer./

Klaus további következtetése, hogy teljesen értelmetlen arról beszélni, miszerint egy rendszer más rendszernek információt küld. Az információ rendszerek közti kölcsönhatás következménye. Továbbá, hogy egy jelből információ lesz-e sokkal inkább függ a külvilág ún. belső modelljétől, mint a "külső" rendszer adottságaitól. Az információ minden rendszerre nézve általános sajátosságokkal rendelkezik.

1. Az információ anyagi rendszerek kölcsönhatásából ered. E kölcsönhatás konkrét formája a visszatükrözés folyamata. Az információelmélet jelenlegi legfejlettebb formája a matematikai információelmélet. Ez pedig a valószínűségszámítás alapján épült fel. Az objektív valóság törvényei, de az ismeretelmélet egésze nem kizárólag statisztikai, hanem dinamikus jellegű. Ebből következik, hogy ha filozófiai értelmezését akarjuk adni az információnak, akkor pontosan tudni kell milyen visszatükrözés az, és mi a benne visszatükröződő. Ez azt is jelenti, hogy a statisztikus információelméletet nem szabad korlátozás nélkül alkalmazni az ismeretelméletre.

Mint Lenin megállapította, logikus ha feltételezzük, hogy minden anyagnak lényegében az érzékeléshez hasonló tulajdonsága van: a visszatükrözés tulajdonsága, [60] hogy az anyag-

60. Lenin: Materializmus és empiriokriticismus. Kossuth. 1961. 105. old.

fajták visszatükröző képessége heterogén, az anyag sokfélesége miatt. Az érzékelés csak a biológiai lények sajátja, de ehhez hasonló képességgel más anyagi rendszerek is rendelkeznek. Természetesen a visszatükrözés heterogenitása a rendszerek szervezettségének függvénye. Ilyen alapon elfogadható Urszul álláspontja, aki Ashbyra hivatkozva az információt mint a sokféleség visszatükröződését határozza meg. [61] A sokféleség külön-

61. Urszul id. c.

böző formákban nyilvánul meg, legelemibb formája a különbség.

Ennek segítségével a megismerés fejlődését és eredményét az eddigiektől pontosabban tudjuk feltárni. Ugyanis ha valamely jelenségről csupán más dolgoktól való különbözőségét tudjuk megállapítani, akkor nyilván az ismeretszerzés kezdetén állunk. Ellenkező esetben, ha a sokféleség a lényeg szintjén jelenik meg, ismereteink az előzőnél mélyebbek.

Az anyagi világ minőségileg és mennyiségileg, pontosabban a kettő egységében sokféle. Ha az információ ennek visszatükröződése, akkor ez a következőket jelenti. Az emberre az objektív valóság rendkívül nagyszámu hatást gyakorol. Nyilvánvalóan a hatások mint jelek nem mindegyike alakul információvá. Ezért az ember és a külvilág kapcsolatában, azaz a megismerésben valamilyen mértékű bizonytalanság tapasztalható. A megismerés során az ember és külvilág viszonyában meghatározott *rendezési* folyamat is lejátszódik. Azaz a jelek információvá alakulnak. Végsősoron tehát a sokféleség tükrözése, a megismerésben jelentkező bizonytalanság viszonylagos megszüntetése.

A megismerés az érzékelés és az észlelés, mint reális folyamattal kezdődik. Maga az érzéki visszatükrözés pedig az ingerek megkülönböztetésével és differenciálásával. Ismert tény, hogy a nagyszámu hatások közül csak minimális inger részére alakultak ki érzékszervek. Számos tulajdonság érzéki felfogása a receptorok kölcsönhatása következtében lehetséges. A megismerés az érzéki a logikai szakasz egységében az analízis és szintézis segítségével valósul meg. Már az érzékelés és az észlelés szintjén szükségszerű az egymást keresztező mellékkörülményektől való elvonatkoztatás. Méginkább el-

engedhetetlen ez a gondolkodás szintjén, mert a gondolkodás
egy jellemezhető, mint analitikus-szintetikus tevékenység,..." [62]

62. Rubinstein: Lét és kezdet. Kossuth 1867. 118. old.

Ezért feltétlen szükséges az információs szintek differenciálása.

Az információs folyamatoknak különböző szintjeit állapíthatjuk meg. Ez abból következik, hogy sem az információ-forrás, sem a felvevő rendszerek nem azonosak. A különbözőség az anyag szervezettségében keresendő. Az információs szintek között minőségi különbségek vannak. [63] Először is négy szintet külön-

63. Niszlobokov: A kibernetikai mechanizmus bírálata. Műszl. Moszkva. 1965.

böztetünk meg:

- a/ az élettelen természet az első információs szint;
- b/ a második szintet a kibernetikai gépek jelentik;
- c/ a magasabbrendű állatok képezik a harmadik szintet;
- d/ és végül a legfejlettebb szintet az ember jelenti.

A közöttük levő minőségi különbségek:

a/ Az információ keletkezése tekintetében különböznek egymástól. Az élettelen természetben a tárgyak kölcsönhatása, a gépeknél fizikai jelek kölcsönös viszonya, a magasabbrendű állatoknál a pszichikum, az embernél a külvilágnak az agyban történő visszatükröződéséhez tartozik.

b/ Eltérnek egymástól az információ áramlás vonatkozásában is. Az élettelen természetben és az állatvilágban ösztönös folyamatról van szó, a gépeknél az ember irányítja,

ember esetében a tudatos tevékenység ami az előzőekhez viszonyítva többletként jelentkezik.

Viszlobokovnak egy tévedésére kell itt kitérni. Azt állítja, hogy az ember és az állat információs forrása azonos. Szerinte csupán a beszéd különbözteti meg az embert az állattól, valamint ezzel összefüggésben az információs források tudatos feltárása. Az ember és az állat információs forrása nem lehet azonos, mert az előző számára adottak a társadalmi jelenségek is. Azonosként tekinthetők a természeti jelenségek, de még itt is találhatunk eltérést. Az állat csak azokat a készleteket tárja fel, amelyek közvetlenül létfenntartásához szükségesek. Az ember ennél lényegesen tovább megy.

c/ További különbség az információs szintek között az információ feldolgozása közben ható törvényszerűségek eltéréseiben van. Az élettelen természetben a természet belső önfejlődési törvényei, a gépeknél fizikai, az állatoknál biológiai, az embernél elsősorban a társadalmi törvények a meghatározók.

2. A visszatükrözőedésnek csak az a formája nevezhető információnak, amely folyamatban a visszatükröző rendszer azt ért hatást sajátosságainak megfelelően feldolgozza. Ezért az információnak a köznapi értelmezése - miszerint a közlés - nem megfelelő. Szerintünk ez csak az "adóra" vonatkozó. Ugyanis ha egy matematikai problémát nem szakembernek mondunk el, akkor a "forrás" számára mindaz közlés marad. A matematikus "vevő" rendelkezik előzetes tudással, aminek birtokában a közlést információvá változtatja.

3. Az információ minőségét a visszatükrözőedés adekvátsága határozza meg.

4. Az információ összefüggésben van a szabályozási folyamatokkal. Ezek kölcsönösen feltételezik egymást.

Urszul hivatkozik arra, hogy a filozófiai irodalomban általában az információt és a vezérlést elszakíthatatlannak tartják egymástól, továbbá sokan az élet szintjéhez kapcsolják az információ keletkezését. Ennek helyességét csak abban az esetben ismeri el, ha az információt értékes információnak tekintjük. Érvelése a következő: a sokféleség értékesége az élettelen természetben hiányzik, mivel azt a természeti objektumok nem használják fel. Ashbyra hivatkozva a felhasználást, a sokféleség értékesítését csak a kibernetikai és az információ számára határolt rendszerek vonatkozásában tartja lehetségesnek. Valószínűnek tartja, hogy az értékeséget az ember, a hasznosságot pedig a biológiai és technikai rendszerek által felhasznált információra kell fenntartani. Valóban ezen az alapon is kell különbséget tenni az egyes információs szintek között. Továbbá az információfogalom tartalma sem azonos a különböző szinteken, az információ felhasználásától függően a fentiek szerint változik. A megismerés folyamatában feltétlen hangsúlyozni kell az információ értékes voltát. Ez összefüggésben van a tudományos tevékenység absztraháló jellegével. Összhangban van azzal a ténnyel, hogy megismerésünk célja és eredménye a kevésbé adekvát ismerettől az "inkább" adekvát ismerethez való eljutás.

Ebben a vonatkozásban ír Urszul a megismerésről, mint vezérlési folyamatról. A kép és az objektum azonosításának a folyamata és a közöttük levő különbség mint jelzés jelent-

kezik. Ez pedig újabb különbség és azonosság kereséséhez, az egész folyamat pedig az adekvátabb visszatükrözéshez vezet. Urszul ezt vezérlésnek nevezi. Azonban az irányítástechnikában kialakult szóhasználat szerint ez szabályozás. A vezérlésben hiányzik az ellenőrzés. A megismerésben viszont az elmélet és a gyakorlat egysége alapján állandó ellenőrzés történik. A megismerésben a szabályozás hibákkal történik. A hibán az objektum és a kép közötti különbségek, egybe nem esések meglétét értjük. [64]

64. Urszul id. c. 117. old.

5. Az információ általános természetéhez tartozik a tartalom és a forma közötti speciális összefüggés, az izomorfizmus.

6. A matematikai információ alapvető sajátossága, hogy nem tudjuk előre milyen értesüléshez jutunk. Az információ meghatározott nagyságu bizonytalanságot szüntet meg. A bizonytalan kimenetelű események bekövetkezésére a valószínűségszámítás törvényei alapján lehet következtetni. A fentiekben vázolt filozófiai információ-fogalom is tekintetbe veszi ezt a sajátosságot, amennyiben információnak az adekvát visszatükrözést tekinti. Az adekvátság a bizonytalanság korlátozását jelenti. Ez azonban azt is jelenti, hogy már beigazolódott tételek nem adnak információt. Pedig nyilvánvaló, hogy ezek is rendelkeznek tartalommal, a valóságról lényegest mondanak ki. Így feltétlen szükséges egy a statisztikai alapon nyugvó információ elmélettől eltérő ún. szemiotikus információelmélet kidolgozása. [65]

65. Lásd Urszul id. c. 130. old.

A rendszer fogalma, információs rendszerek

Az információs folyamatok a dinamikus önszabályozó rendszerekben játszódnak le. Mivel ismeretünk bizonytalansága nem az objektív rendszer bizonytalanságából származik, célszerű kitérni néhány gondolatban a rendszer fogalmára és azon típusú rendszerek sajátosságaira, amelyek információs folyamatok hordozói.

A rendszer fogalmát különböző tudományok a legváltozatosabb összefüggésre használják: fizikai objektum; valamilyen kapcsolatban lévő tárgyak alkotta jelenség; társadalmi formáció megjelölésére és sorolhatnánk tovább.

Rendszerint azonosítják az egészszel. A Filozófiai Kislexikonban ezt olvashatjuk: "egymással meghatározott összefüggésben levő elemek egységes egészet képező halmaza." [66]

66. Filozófiai Kislexikon. Kossuth. 1964. 560. old.

V.G. Afanaszjev is hasonlóan vélekedik, azt állítva, hogy az egész a rendszer. [67] A teljes azonosítás azonban nem fogad-

67. V.G. Afanaszjev: A totális rendszerek osztályozásának elveiről. Voproszi Filozofii. 1963/4. sz.

ható el.

A rendszer fogalma a fizikában mindig alapfogalomként szerepelt. Erre épült fel a többi kategória. A fizikusok igyekeztek mindig olyan paramétereket megnevezni, amelyek az illető rendszert alapvonásaiban jellemezték. Ezeket a rendszert állapot jelzőinek nevezik. A klasszikus mechanika által vizsgált rendszer a makroszkopikus test volt. Állapotváltozásait

az impulzus és koordináta jellemzi. Ezek a klasszikus mechanika érvényesülési határai között a rendszer tér- és időbeli változásait meghatározzák.

A kvantummechanika, mely a mikrofolysmatok mozgásának társ, természetesen más rendszerekkel foglalkozik. Ez pedig nem más, mint a mikrorészecskék és folysmatok rendszere.

A kutatások megállapították, hogy ezeket más állapotjelzőkkel lehet leírni, mint az elölleket. A kvantummechanikában a rendszer az ún. hullámfüggvényekkel lehet viszonylag egyértelműségei meghatározni. Egy időben adott függvény az elölendő időpontja és megadja rendszer viselkedését.

Ez a rendszer objektív. A tudományos kör is rendszerbe foglalt. Ez az emberi megismerés foljettisége, az objektív rendszer által meghatározott. Következőképpen a tudomány vagy tudományágak rendszerre soha nem tévesztethető össze az objektív rendszerrel. A következtésekben érvel az utóbbirol észe-
retünk beszélni.

Afanaszjev szerint rendszeren mindig kölcsönösben egymással ható komponensek együttesét értik. Ilyen értelmezést találunk Bertalanfynál is: a rendszer "a kölcsönhatásban lévő elemek komplexuma." [68]

68. Bertalanfy: Problems of Life. M.Y. 1960. 199.

Azt mondhatjuk, hogy ezek a meghatározások általában ad-
jak meg a rendszer fogalmát. E fogalom fejlődésében tartó-
zik az az észrevétel, amelynek jellemzője, hogy alkotó elemek
nek kölcsönhatásából nem keletkezik valamilyen új minőség.

Ugyancsak beletartozik az is, amelynek elemei kapcsolatából új minőség jön létre. Ebből következik, hogy legalább két típusot tudunk megkülönböztetni: a/ szummatív, b/ totális.

A szummatív "rendszer" jellemzői: az alkatrészek tulajdonságai mechanikusan összegződnek. Egy-egy elem beiktatása vagy kizárása sem a rendszerre, sem az illető elemre nem gyakorol különösebb hatást. A rendszer csupán méreteiben nő vagy csökken. Ez azt is jelenti, hogy az alkatrészek megtartják önállóságukat és összefüggésüknek csak külsődleges jellege van.

Más a helyzet a totális rendszereknél. Az alkatrészek kölcsönhatása olyan, hogy abból adódnak: egyik elem változása lényeges hatással van a többire és esetleg az egész rendszerre. Részek kiválása döntő lehet a rendszer további sorsára. Ezzel magyarázható a rendszernek mint egységnek fellépése a környezettel való viszonyban. A komponensek összefüggése jelentősebb mint más anyagi képződményekkel való kapcsolata. Nemcsak a részek határozzák meg a rendszer viselkedését, hanem a rendszer is azokét. Pl. a neutron az atommagban viszonylagos önállósággal rendelkezik. Szabadállapotban viszont 18 másodperc alatt bomlik.

Példával illusztrálva a két típus közötti különbséget, a következőt mondhatjuk: szummatív rendszert képez néhány gázmolekula. Ezek viselkedésére jellemzőek a fent megadott sajátosságok. Azonban egy meghatározott számú 10^{22} gázmolekula alkotta rendszer már egészen más jellegű rendszert képez. Az előző mechanikai rendszerből termodinamikai totalitás lesz.

Ebben olyan új sajátosságok vannak, amelyek egy-egy gázmolekulára nem jellemzőek /pl. hőmozgás, nyomás stb./.

Természetesen a totális rendszerek sem azonos minőségűek. Bonyolultság tekintetében tehetünk közöttük különbséget. Ez nem egyszerűen a struktúra bonyolultsága, hanem a környezettel való kapcsolat különfélesége is. Minél fejlettebb egy rendszer, annál bonyolultabb a környezettel való kölcsönhatása. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kölcsönhatásból következtetni lehet a struktúrára.

Vagyis a totális rendszert nemcsak a struktúra bonyolultsága jellemzi, hanem környezetével való kapcsolata is.

Ezek alapján egyet érthetünk Afanaszjev felfogásával, amely szerint a "totalitást úgy határoznánk meg, mint az olyan objektumok rendszerét, együttesét, amelyeknek kölcsönhatása olyan új integratív minőségek jelenlétét okozza, amelyek az alkotó részekre nem jellemzőek." [69]

69. V.G. Afanaszjev id.c.

Ez a meghatározás akaratlanul is a rendszerek viszonylagos állandóságát fejezi ki. Ugy tűnik, hogy az "objektumok rendszere" statikus. Ez abból származik, hogy az "objektum" kifejezést tárgyak, testek megjelölésére használják. Viszont totalitást képeznek a különféle kémiai, fizikai stb. folyamatok is.

Az eddigiekben szummatív és totális rendszerként megkülönböztetett típusok helyett talán jobb volna a következő: a szummatív "rendszer" véleményünk szerint nem képez rendszert. Ezt inkább csak összességnek, az alkotó részek együttlétének

neveznénk. Ebben az esetben viszont a totalitás és a rendszer fogalma megegyezik.

Ezt látszik igazolni Sz. Meljuhinak a következő meghatározása is: "Rendszernek nevezzük az elemeknek olyan integráns halmazát, amelyben az összes elemek olyan szorosan összefüggnek egymással, hogy a halmaz egységes egészként áll szemben a környező feltételekkel és más rendszerekkel. Egy-egy rendszeren belül az alkotó elemek kapcsolatának sokkal tartósabbnak kell lennie, mint az egyes elemek más rendszerek részeivel való kapcsolatának. Ez a feltétel különbözteti meg a valóban zárt rendszereket a tetszés szerinti elemek puszta konglomerátumától." [70]

70. Meljuhin: A szervetlen természet fejlődési dialektikája. Gondolat. 1963. 10. old.

A fenti meghatározás teljesen megegyezik a totális rendszer fogalmával. Afanaszjev és Meljuhin ugyanazokat a lényeges jegyeket foglalja egybe. Az utóbbi meghatározásban a "zárt" jelző nem jelenti a rendszer fejlődés mentességét. Csupán az esetleges összegződésektől való megkülönböztetésre szolgál.

A matematikában is használják a rendszer fogalmát. Valamely halmazt, az alkotó elemeket, a köztük levő relációkat, műveleteket értik rendszeren és strukturának nevezik. Ez sem egyszerűen összesség, hiszen az elemek meghatározott logikai kapcsolatban vannak, továbbá a műveletek, relációk nem tetszőlegesek, azaz nem a matematikus szubjektív önkényétől függenek. A teljes eseményrendszer absztrakt fogalom. A rendszerekre jellemző rend ez esetben azt jelenti, hogy az események

/minő a rendszer elemei/ páronként kizárják egymást, továbbá az egész rendszer biztos esemény, azaz valamely eleme szükségszerűen bekövetkezik.

Minden rendszerre jellemző, hogy alkotórészei nem bármilyen viszonyban lehetnek egymással. A szénatom pl. igen fontos a szerves világ felépítettségében. Homogén energetikai szimmetriájával, elektronburok polaritási hajlamával, rendező képességgel rendelkezik. A meghatározott elrendeződést jól illusztrálja a kémiában az izoméria jelensége: azonos atomok, azonos mennyiség mellett más és más viszonyba kerülhetnek egymással. Azaz, a rendszerben az alkotórészek öntörvényeiknek és környezetüknek megfelelő meghatározott tér- és időben^{li} viszonyt, strukturát alkotnak.

A rendszerek elemekből keletkeznek véletlen és törvényszerű összeütközések során, közöttük ilyen vagy olyan kapcsolat keletkezik. A rendszer fogalma feltétele¹: a világ minden eleme különböző fokon kapcsolódik egymással, ugyanakkor a rendszerben a belső kapcsolatok szilárdabbak a külsőknél. Bármelyik rendszer bír azzal a sajátossággal, hogy meghatározott módon változik térben és időben a belső és külső körülményektől függően. Ebben az esetben beszélhetünk arról, hogy a rendszer realizálja programját. [71]

Amosov: Voproszű Filozofii 1963/12. sz. 26. old.

Az anyagi világ fejlődését kibernetikai szempontból dinamikus önszabályozó rendszerek fejlődésének lehet tekinteni - írja G. Klaus. [72] Az Ilyen rendszerek a bonyolultság egy

G.Klaus: Kibernetika és társadalom. Kossuth 1966. 346-347.old.

meghatározott szintjétől képessé válnak a differenciált tanulásra. Ezek képesek a külvilágról alkotott képmást állandóan tökéletesíteni. A külvilág képmásával rendelkező objektum tulajdonságai:

- a/ a rendszeren belül van egy rész-struktúra, amely a környezet struktúrájával vagy e struktúra egy részével izomorf;
- b/ ezt az izomorf rész-strukturát a rendszer állandóan arra használja, hogy az e környezetbeli viselkedésmódjait előzetesen modellszerűen végigjátsza rajta.

Ha az információ a visszatükrözés speciális formája, akkor csak az olyan rendszerek vizsgálatára kell szorítkozni, amelyek rendelkeznek egy belső modellel, amelyen előre megvizsgálják válaszuk várható eredményét a külvilág hatásaira. Az ember - mint kibernetikai rendszer - esetében ez a belső modell a tudat. Hiszen a tudat egyik tulajdonsága, hogy képes tervezni és a cselekvés eredményét előre lemérni.

A belső modellnek feltétlenül olyannak kell lenni, amely képes változni. A tudat, mint a külvilág modellje, megfelel ennek a követelménynek. A gyakorlat alapján képes az állandó tökéletesedésre, ami azt jelenti, hogy tudatunkban az objektív valóságnak egyre tökéletesebb képe jelenik meg.

A struktúra fogalmát rendkívül változatos tartalommal használják a különböző tudományokban. Biológiában szerkezet, alak, alkat, külső és belső forma. A kémiában a vegyületek "szerkezetéről" beszélnek, amikor feltárják az atomcsoportok egymáshoz való kapcsolatát, "szerkezeti képletet" írnak fel. Általában a szerkezettel azonosítják tudományos és köznap használatban is. Ez az azonosítás véleményünk szerint azért nem jó, mert a szer-

kezet egy statikus állandóságot fejez ki. Ezzel szemben a struktura térben és időben változó viszonyt fejez ki, tulajdonképpen, hogy miből áll az illető rendszer. A struktura jelenlegi állapotából következtetni lehet más időpontbeli állapotára. Ez pedig csak úgy képzelhető el, ha nem statikusnak, hanem dinamikusnak tekintjük.

A matematikában strukturának neveznek egy halmazt elemein definiált relációkkal és műveletekkel.

Nézzünk meg néhány különböző szerzőktől származó meghatározást. "Struktura: az egész a rendszer részeinek és elemeinek törvényszerű, tartós kapcsolata és összefüggése." [73]

73. Filozófiai Kislexikon. Id. Kiadó. 589. old.

"... a struktura nem más, mint egy adott minőséggel rendelkező jelenség felépítettsége, azaz alkotó elemeinek tér- és időbeli helyzete, egymásra hatása." [74] A "...struktura az ele-

74. Hársné Varró Rózsi: Struktura és funkció mint a minőségi meghatározottság lényeges eleme az élővilágban. Tájékoztató. 1966/2. 6. o.

mei ... törvényszerű kapcsolata az adott egész keretein belül, az elemek viszonyának rendszere." [75] A "...struktura a je-

75. A.G.Szvigyerszkij: Kursz markszistszkoj filozofii. Szocsekgiz. 1964. 18. old.

lenséget alkotó elemek /térben és időben/ rendezett irányu viszonya." [76] "...a struktura ... egy adott organizmus megelõ-

76. Maróti Imre: id. c. 57. old.

ző fejlődésének eredménye, a "forma" egy meghatározott idő-

pillanatban történt rögzítése." [77]

77. Végh Gyula: A "tartalom" és a "forma" viszonyának néhány kérdése a biológiában. Acta Philosophica, Szeged, 1966. 26. old.

Véleményünk szerint nincs lényeges eltérés a fenti meghatározások tartalmában. Különösen akkor egyértelműek ezek, ha figyelembe vesszük a "forma" Végh Gyula által is elfogadott értelmezését: "A forma kategóriája a jelenségek elemei és folyamatai belső kapcsolatát és felépítési módját, valamint az egymással és a külső körülményekkel való kölcsönös összefüggéseit fejezi ki." [78]

78. Végh Gyula id. c. 25-26. old.

Ezek szerint tehát a strukturára jellemzők a következők: minden rendszer rendelkezik vele; a rendszert alkotó elemek egymással és az egésszel kölcsönhatásban vannak, térbeli és időbeli viszonyt alkotnak.

A rendszerek sokféleségének következménye a strukturák változatossága. Legcélszerűbb az élő és élettelen anyag strukturája közti különbséget megtenni. Az élő anyag strukturájának specifikitása: az élő mindig nyílt rendszer. Ez a megállapítás a strukturájára is érvényes. Ez abban jut kifejezésre, hogy az élő képes az önmegújulásra. Ez azonban nem egyszerű ujraképződés, hanem határozott irányu mennyiségi és minőségi gyarapodás. Az élőben lévő különböző szintű strukturák a viszonylagos önállóság kisebb fokával rendelkeznek, mint az élettelenben. Ezek a szintek szintetizálódnak egy egységes egészben, amit élőnek nevezünk. Az élő rendezettség jellemzi,

olyan, amely az anyag kivételes állapotát jelenti. Ennek alapja természetesen az élettelenben van. Ez a magasfoku rendezettség a szénatom különleges sajátosságaira vezethető vissza.

A $H(\mathcal{Z})$ entrópia az emberi megismerésre vonatkozik. A gondolkodás, az érzékelés sajátosságainak kutatása után nemcsak filozófiai feladat. Ez azt is jelenti, hogy az információelmélet integratív tudomány és mint ilyen egy szempontból kutatja azt a területet, amelyik több más tudomány területéhez tartozik.

A $H(\mathcal{F}|\mathcal{Z})$, $H(\mathcal{Z}|\mathcal{F})$ és $H(\mathcal{F}|\mathcal{Z})$ entrópiák ismereteink és a valóság közötti viszonyt tükrözik vissza. Ezt a viszonyt a filozófia nyelvén szólva az abszolút és relatív igazság és gyakorlat fogalmak tükröződik. Az entrópiák választ adnak arra a kérdésre, hogy "kifejezhetik-e azt az objektív igazságot kifejező emberi képzetek egyszerre, teljes egészében, feltétlenül, abszolút módon, vagy pedig csak megközelítően, viszonylagosan." [79] Abszolút módon nem, csak viszonylagosan. Va-

79. Lenin Művei. 14. köt. Szikra. 1954. 119. old.

gyis, az információmennyiség mértéke az ismeretek relativitását tükrözi csak vissza. Ez önmagában még nem baj, hiszen a relativitáselmélet a tér és az idő relatív jellegét bizonyítja, de nem mond semmit az abszolút oldalról. Az ellentét-pár egyik oldalának hangsúlyozása csak abszolutizálása esetén válik veszélyessé. Ezért szükséges a filozófia más tudományok számára is. Segítségével elkerülhetők a helytelen értelmezések, az esetleges abszolutizálások.

Az információelmélet jelek halmazával, illetve azok adott rendszerben való "viselkedésével" foglalkozik. Az ismeretek is egyrészt jelzések, másrészt halmazt alkotnak.

Az eddigiekben mint alkatrészeiről már volt szó a részeiről, anélkül, hogy meghatároztuk volna. A struktúra kutatás egyik elengedhetetlen követelménye a fogalom tisztázása, részterületeken a specifikitások megmutatása.

Az alkotóelem és az egész klasszikus értelmezése: "Valamely anyagi rendszerek /illetve folyamatnak/ mint egésznek az elemei azon egyszerűbb anyagi rendszerek /ill. folyamatok/, amelyek összességükben egymással szerkezeti kapcsolatban alkotják az összetett /strukturális/ egészet." [80]

80. Erdey-Gruz T.: Filozófiai tallózás a természettudományokban Kossuth. 1965. 170. old.

Mik jellemzik ezt a felfogást? Az alkotóelemek egymással és az egészszel kapcsolatban vannak. Ezen kapcsolaton túl azonban viszonylagos önállósággal rendelkeznek, tehát gyökeres változáson nem mennek át. Az alkotórészek térbeli elhelyezkedése adja a szerkezetet, az egész szétbomlásakor kapott részek már eleve benne voltak.

Ezek a sajátosságok jellemzőek az ún. szummatív "rendszerekre", itt ugyanis az alkatrészek csupán együtt vannak. Mégis ez a felfogás a neutron /n/ felfedezéséig megfelelt az atomról szerzett ismereteinknek. Ennek megfelelően pl. az atom az atommagból és elektronból állt, az atommag az a proton és az neutron összessége. Az elemi részecskék, különösen a neutron felfedezése előre vitte az atom szerkezetére vonatkozó ismereteink

fejlődését. Ugyanakkor azonban a rész és egész fogalmának eddigi értelmezését lehetetlenné tette. Szükségessé vált ezen fogalmak újabb tisztázása. A klasszikus értelmezés is lényegében makrotestekre vonatkozik.

Az elemi részek módosítják eddigi felfogásunkat a rész és egész viszonyáról. A különbségek a következők:

- 1/ a részecskék egészéből való kilépéséből nem következik, hogy az alkotórészként szerepel. Pl. az atommagban nincs elektron, hanem a β -sugárzó magokban a sugárzás pillanatában keletkezik.
 - 2/ Az atommagban olyan részecskék is vannak, amelyek nem vesznek részt képződésében mint külön összetevők. Pl. pi-mezonok. Ezek szakadatlan keletkeznek és elnyelődnek.
 - 3/ Az egész nem tekinthető a részek mechanikus összegződésének. Pl. a neutron bomlásakor proton, elektron és antineutrínó keletkezik, de a neutron nem ezek puszta összege.
 - 4/ Az egészet alkotó részek eredeti állapothoz képest lényeges változáson mennek át. A neutron már említett példája is mutatja.
 - 5/ Ebből következik egy további eltérő sajátosság. A részecskék oly módon is átalakulnak, hogy a "bomlás" után a termékek nagyobbak, mint az eredeti egész. Sok esetben viszont egyesülés után a termék kisebb, mint az alkatrészek külön-külön voltak. Pl. pi-mezon nukleon és antinukleon párrá alakul. Ez a pár kb. 15-ször nagyobb tömegű a pi-mezonnál.
- Ez a felsorolás korántsem kielégítő. Még számos különbséget lehet megtenni az elemi részecskék és makrotestek vonatkozása-

sában a rész és egész viszonyára. Azt is meg kell vizsgálni, hogy az elemi részecskék összetett elemi volta olyan jellegű-e mint az atom és molekula, vagy a makrotesteké. Általánosan elfogadott felfogás, hogy az összetettebb kevésbé összetettből áll. Továbbá a nagyobb egység alkotóelemei azok az objektumok, amelyekből keletkezett. Így a víz kétrész hidrogénből és egyrész oxigénből áll. A vízmolekula összetettebb, mint az őt alkotó hidrogén és oxigén atomok. Ebből az következik első sorban, hogy az atom és molekula szinten az anyagi objektumok hierarchikus rendet alkotnak. Továbbá az, hogy ezen a szinten a rész és egész viszonylagos fogalmak.

Így a molekula pl. szerkezetileg azokat az atomokat tartalmazza, amelyekből létrejött és amelyekre szétbontható.

Hasonló a helyzet az atommag esetében. Általánosan megállapítható, ha az alkotóelemeknek nagyobb egységekké való egyesülésekor a tömegdefektus sokkal kisebb, mint az alkotóelemek tömege, ekkor viszonylag helyes az a kérdés, mely szerint a rendszer szerkezetileg viszonylag különálló részecskékből áll. Ha a tömegdefektus megközelíti az alkotóelem tömegét már más a helyzet. Ekkor az "egyesüléskor" a részek tömege a felszabaduló energiával eltávozik. Ebben az esetben a részek még nem a régiak, más objektumokként kell kezelni őket.

Ez azt jelenti, hogy ezen a szinten az alkotórészek már nem felelnek meg az előző szinten értelmezett elem fogalomnak. Persze az elemi részek elemei és összetett volta sem azonos a makrotestek szintjén értelmezett jelleggel. Az elemi részek összetettek, mert átalakulhatnak és van belső szerkezetük. Azonban csak virtuálisan találhatók meg azok a részecskék,

amelyekből keletkeztek. Ugyanakkor ezek ok miatt elemiek is, mert olyan egységet alkotnak, amelyben már nem ismerhető fel a részecske eredeti minősége.

Ezzel kapcsolatban merül fel az oszthatóság problémája. Az anyag "befelé" való kimerithetetlensége nem mechanikus szét-darabolhatóságot jelent. A "határ" az elemi részecske, amelyen túl az anyag minőségileg beláthatatlan fajta képződéssel rendelkezik. Ebből következik az, hogy az oszthatóság helyes értelmezésénél nem választható szét a mennyiségi végtelenség a minőségtől.

A rész és egész viszonyának jellegzetességei közé tartozik a nagyságrendi viszony is. Az elemi részek vonatkozásában erről már volt szó. Az alkotóelem tömege esetenként nagyobb, mint az őt magában foglaló egész tömege. Ha olyan halmazokkal van dolgunk, amelyeknek végtelen számú elemük van, akkor szintén módosul az a kép, mely szerint az egész mindig nagyobb, mint a rész.

A végtelen szintjén tehát az egész és rész nagyságrendje nem tekinthető azonosnak a véges szintjén levő nagyságrenddel.

Az elmondottakból levonható következtetések:

A rész és egész viszonyának értelmezése csak egy viszonylagosan érvényes meghatározással lehetséges. Elfogadva a klasszikus felfogást, a különböző anyagi objektumok szintjén mindig meg kell adni azokat a specifikus sajátosságokat, amelyek az illető objektumra érvényesek.

Az előző példák azt mutatják, hogy van ugyan a rész és egész viszonyának általános jellegzetessége is: pl. az egészet alkotó

elemek egymással strukturális kapcsolatba lépnek, a rész viszonylagosan egyszerűbb az egésznél stb. Azonban általában nem lehetséges ezek viszonyának pontos meghatározása. A néhány általános jelleg mellett sokkal fontosabb a konkrét vizsgálat. A rendszerek olyan változatosságokat mutatnak, olyan differenciáltak, hogy ebben a kérdésben csak specifikumok mutathatók ki. Vagyis az egyes rendszerekben a rész és egész viszonyának milyensége rendkívül széles skálán mozog.

A rész, egész klasszikus értelmezésében szerepel az egyszerű elem kifejezés. Az nem vitatható, hogy viszonylagos fogalomról van szó. Minden rendszer egyszerűbb más anyagi objektumhoz képest és ugyanakkor összetett is. Tehát abszolút egyszerű és abszolút összetett nincs.

Az egyszerű jelleg azonban nemcsak az összetételre vonatkozik. Egyszerűbbek azok az objektumok, amelyekben az alkotóelemek és kölcsönhatásuk mennyisége és minősége egyszerűbb mint más objektumoké. Pl. az atommaghoz képest a proton és neutron egyszerűbb. Nemcsak azért mert kevésbé "bonyolult" szerkezetűek, hanem mert kölcsönhatásuk folytán állandóan keletkeznek, pl. pi-mezonok, melyek minőségileg "többé" tesszik az atommagot, a protonhoz és neutronhoz képest. A neutront vizsgálva az atommagban és szabadállapotban különbséget találunk köztük az egyszerűséget tekintve. Az atommagban mint egységes szerepel, viszonylag stabil alkatrész, úgy viselkedik mintha szerkezet nélküli volna. Szabadállapotban azonban bomlik, proton, elektron és antineutron keletkezik. Ekkor már nem szerkezetnélküliként viselkedik. A megváltozott környezet következményeként az "egyszerű" "összetetté" változott.

Vagyis az egyszerű és összetett mivoltát a környezet is determinálja. A környezettel való kölcsönhatás milyensége alapján is beszélhetünk egyszerű és összetett jellegről. A megváltozott környezet következtében az egyszerű összetetté válhat, pontosabban a kölcsönhatás eredményeként az objektum összetett volta lesz domináló.

