

KOCSONDI ANDRÁS

## A TUDOMÁNYOS MODELLEK ELŐRELÁTÓ (PREDIKTIV) FUNKCIÓJA

### Bevezetés

A valóság emberi átalakításának egyik lényegi mozzanata, s egyben a társadalmi szabadság megvalósulásának egyik előfeltétele a tevékenység eredményeinek és társadalmi hatásainak előrelátása, egyáltalában a teleológikus tételezések előrelátás alapján mennek végbe. Tevékenységének és hatásainak előrejelzése során az ember kezdetől fogva igen gyakran korábbi hasonló cselekedeteiből és ezek következményeinek számbavételéből indul ki; vagyis az előrelátás (egyik) elméleti alapját képezheti a más tevékenységekkel való analógia. Ilyen esetekben ezek a korábbi tevékenységformák és hatásmechanizmusaik mintegy *modellként szolgálnak* az új tevékenység számára, miközben nem csupán a cselekedet megtervezését, a célok kitűzését és az eszközök kiválasztását segítik elő, hanem várható eredményeinek és következményeinek kiszámítását is. Egyáltalában a modellek igen jelentős szerepet játszanak mind a valóság gyakorlati átalakításának, mind pedig elméleti elsajátításának területén megvalósuló előrelátások folyamatában, a modellmódszert gyakorta alkalmazzák a társadalmi élet mindkét nagy szférájában a különböző rendszerek jövőbeni állapotának vagy viselkedésének, az objektumok még ismeretlen tulajdonságainak, kölcsönhatásainak, törvényszerűségeinek tudományos előrejelzése céljából. Már ez is indokolja, hogy behatóbban elemezzük a modellek közvetítésével megvalósuló előrelátások gnoszológiai sajátosságait, a modellek szerepét az előrelátás folyamatában, illetve általában a modellezés és az előrelátás összefüggését a tudományos megismerés folyamatában.

Ezen elemzés fontosságát és indokoltságát más oldalról mutatja az is, hogy a tudományos modellek a technikai és a tudományos kutatás folyamatában nem csupán a kísérlettel, méréssel, leírással, gondolatkísérlettel, interpretációval, magyarázattal stb. kapcsolódhatnak össze<sup>1</sup> ezek sajátos formáját (modellkísérlet, modell-leírás, modell-interpretáció, modellmagyarázat<sup>2</sup> stb.) alkotva, hanem univerzális

<sup>1</sup> Az említett kutatási módszerek, valamint a modellezés kapcsolatának részletesebb elemzése megtalálható többek közt az alábbi művekben: V. Stoff: 1. *Modell és filozófia*, Bp., 1973, Kossuth; 2. *Ob oszobennosztjah modelnyovo eksperimenta*. Voproszi Filozofii, 1963, 9.; B. A. Glinszkij—B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünyin—E. P. Nyikityin: *Modelirovanije kak metod naucsnovo issledovanija*. Moszkva, 1965; Kocsondi A.: 1. *Vzaimootnosenyije eksperimenta i modelirovanija v naucsnom poznanijii*. Acta Philosophica X., Szeged, 1969; 2. *A tudományos modellek leíró funkciója*. Acta Philosophica XIV., Szeged, 1973; 3. *A tudományos modellek magyarázó funkciója*. uo., 4. *A gondolatkísérlet néhány gnoszológiai sajátossága*. Acta Philosophica XV., Szeged, 1974.

<sup>2</sup> A »modellkísérlet« terminushoz hasonlóan a modell közvetítésével megvalósuló leírást, interpretációt, magyarázatot stb. rendre a »modelleírás«, »modellinterpretáció«, »modellmagyarázat« terminusokkal jelöljük. Hasonló értelemben használjuk a továbbiakban a »modellelőrelátás« terminust is, modell közvetítésével megvalósuló, modellre támaszkodó (tudományos) előrelátást értve rajta.

jellegének<sup>3</sup> megfelelően többoldalúan egybefonódik a tudományos előrelátással is, többek közt sajátos változatát vagy típusát képezi az utóbbinak is, amit modellen alapuló, modell közvetítésével megvalósuló előrelátásnak, vagy röviden *modell-előrelátásnak* nevezünk. Ennélfogva a modell — a tudományos elmélethez (tudományokhoz) hasonlóan — a leíró, interpretációs, magyarázó, kritériális stb. funkciók mellett betölthet előrelátó (prediktív) funkciót is. Természetesen a tudományos modellek ezen funkciójának jellemzése elősegíti a modellmódszer sajátosságainak jobb megértését is<sup>4</sup>.

Mielőtt részletesebben elemeznénk a modellezés és az előrelátás összefüggését a tudományos megismerésben, a tudományos modellek előrelátó (prediktív) funkcióját és a modell-előrelátás metodológiai, s részben logikai sajátosságait, célszerű röviden jellemezni a modellmódszer és a tudomány előrelátás gnoszeológiai természetét, indokolt néhány vonással felvázolni főbb ismertetőjegyeiket, amelyek alapján elkülönülnek a tudományos megismerés más módszereitől és formáitól, és viszonylag önálló kutatási eljárásaként funkcionálnak.

## 1. A tudományos modellek és a modellezés jellemzése

A modell a (tudományos) megismerés egyik sajátos eszköze, a valóság visszatükrözésének specifikus formája, ami elválaszthatatlan kapcsolatban áll a modellezéssel mint sajátos kutatási eljárással, a tudományos megismerés viszonylag önálló és sajátos módszerével. Ezért a modell csak a modellezés folyamatában funkcionál, valamely objektum csak a tudományos kutatáson belül rendelkezik a 'modellnek lenni' tulajdonsággal, s lényegi sajátosságai csak e folyamaton belül tárhatók fel.

### 1.1. A modellezés sajátosságai

A modellezés az objektív valóság *közvetett, indirekt* tanulmányozásának *univerzális* módszere. E két sajátosság, vagyis közvetett és univerzális jellegének következtében jelentősen különbözik a megismerés egyéb módszereitől. Ezért ezek jellemzése alapján feltárhatók e módszer főbb ismertetőjegyei is.

1.1.1. A modellezés módszerének *indirekt, közvetett jellege* mindenekelőtt abban fejeződik ki, hogy a megismerés tulajdonképpeni tárgyának a vizsgálata nem magával ezzel az objektummal, vagy a közvetlenül rá vonatkozó érzéki és gondolati képmásokkal, jelekkel végzett kutatási műveletek útján, hanem egy másik, a szubjektum számára jobban hozzáférhető, könnyebben, hatékonyabban, gazdaságosabban tanulmányozható objektum kutatása révén valósul meg, amely a közöttük levő objektív megfelelés, hasonlóság következtében képes felváltani — a kutatás meghatározott szakaszán — a tanulmányozott objektumot, s ezáltal a kutatás közvetlen tárgyává válni. A modellezés során ugyanis a megismerés eredeti tárgyát

<sup>3</sup> A tudományos megismerés azon módszereit tekintjük univerzálisnak, amelyek a tudományos kutatás több, esetleg valamennyi szakaszán alkalmazhatók, s amelyek ennek megfelelően több különböző funkciót is elláthatnak (Vö. B. A. Glinszkij—B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünyin—E. P. Nyikityin: i. m., 134. l.).

<sup>4</sup> Itt említjük meg, hogy jelen tanulmányunk szorosan kapcsolódik a tudományos modellek és a modellmódszer gnoszeológiai sajátosságairól írt tanulmányainkhoz, elsősorban a korábban már említettekhez.

(a modellezett objektumot) egy másik, természetes vagy mesterséges, anyagi vagy eszmei objektummal (ti. modelljével) váltják fel, s azután a kutató megismerő operációi közvetlenül erre az utóbbi objektumra irányulnak.

A modellezés folyamatában ily módon az eredeti objektumot mintegy más formában, nevezetesen egyszerűbb és a kutatás számára könnyebben elérhető formában tanulmányozzák. A modell ugyanis rendszerint egyszerűbb s feltétlenül ismertebb, mint az eredeti objektum, s ezért alkalmasabb a vizsgálat számára. Mivel a modellezés folyamatában a megismerés tárgyát más, egyszerűsített formában, vagyis a modell formájában tanulmányozzák, lehetővé válik olyan összefüggéseinek és tulajdonságainak, strukturális vagy funkcionális sajátosságainak vizsgálata és megismerése, amelyek magán a modellezett objektumon közvetlenül nem tanulmányozhatók, vagyis feltárhatók az objektum rejtett mechanizmusai, paraméterei, lényegi kapcsolatai. A modellmódszer egyik előnye más kutatási módszerekkel szemben éppen az, hogy *lehetővé teszi a megismerés eredeti tárgyán közvetlenül nem vizsgálható struktúrák és funkciók közvetett, indirekt módon való tanulmányozását és megismerését*. Ez egyben kifejezi e módszer korlátozott jellegét is: ha ugyanis a szükséges ismeretek megszerezhetők az objektum közvetlen, vagy kevésbé közvetett kutatása révén, a tudományos megismerés más, direkter módszerei segítségével, akkor nem folyamodnak indirekt vizsgálatához, azaz nem alkalmazzák a modellezést.

1.1.2. Miben áll már most a modellmódszer másik jellemző vonása, *univerzális* jellege? A modellezés eme tulajdonsága mindenekelőtt abban mutatkozik meg, hogy e módszert *alkalmazni lehet* legkülönbözőbb kutatási feladatok megoldására *a tudományos megismerés valamennyi szakaszán*. Ez többek közt azzal függ össze, hogy a modellek felépítésüket, természetüket tekintve lehetnek anyagiak is, és eszmeiek is, s ennél fogva a tudományos megismerés empirikus szakaszán, ahol elsősorban a valóság tárgyaival, jelenségeivel és folyamataival operálnak, e tárgyakat, jelenségeket és folyamatokat helyettesítő anyagi medolleket alkalmazzák; ezzel szemben a teoretikus megismerés szintjén, ahol a valóság tárgyaira, jelenségeire és folyamataira vonatkozó elemi képmásokkal, fogalmakkal, jelekkel stb. végeznek különböző elméleti és logikai műveleteket, ezen képmásokból, fogalmakból, jelekből stb. felépülő eszmei modelleket használják fel elsődlegesen. A modellezést ily módon alkalmazzák (1) a valóság empirikus szakaszán, elsősorban mint a tudományos kísérlet sajátos eszközét és tárgyát (modellkísérlet); (2) a valóság elméleti szintjén, például a gondolkísérletben, a hipotézisek ellenőrzési folyamatában, az elméletalkotásban stb.; emellett a modell összekötő kapocs lehet az empirikus és az elméleti megismerés között, éspedig lehet (3) az empirikus ismeretektől a tudományos elmélethez való átmenet eszköze, például a tények interpretációja vagy magyarázata során; (4) a tudományos elmélet valóságra vonatkoztatásának eszköze, például a tudományos előrelátáshoz kapcsolódva; (5) a tudományos elmélet gyakorlati alkalmazásának eszköze, például absztrakt jelrendszerek interpretációjaként.

1.1.3. Amint a fentiek mutatják, a modellmódszer univerzális jellege másodszer abban is kifejeződik, hogy *a tudományos megismerés minden formája és funkciója megvalósulhat modell közvetítésével is*. A tudományos megismerés empirikus szintjén a modell kapcsolódhat a megfigyeléshez, a méréséhez, a kísérlethez, az empirikus adatok rendszerezéséhez és osztályozásához, s szolgálhatja ezek leírását. Az elméleti szinten alkalmazhatják magyarázó, prediktív és interpretációs funkció ellátására, összefonódhat a gondolkísérlettel, a hipotézissel és a tudományos elmélettel. A kutatás bármely szakaszán és fázisában betölt megismerő, tükröző és heurisztikus

tikus funkciót, s mindkét szakaszon elláthat kritériális funkciót a bizonyítás folyamatához kapcsolódva. Ebben a vonatkozásban a modellezés tulajdonképpen nem mint önálló kutatási forma, hanem mint a tudomány megismerés alapvető formáinak és funkcióinak sajátos típusa (pl. modellkísérlet, modelleírás, modellmagyarázat, modellelőrelátás stb.) jelenik meg. Éppen ezért a modellezés a tudományos kutatás sajátos útjának is tekinthető, nevezetesen a valóság megismerésének indirekt, modell közvetítésével megvalósuló útjának, amely az objektum közvetlen, direkt tanulmányozásához hasonlóan az empirikus ismeretek felhalmozásától és rendszerezésétől a tudományos elmélet alkotásáig, s innen a valóságra vonatkoztatásáig és gyakorlati alkalmazásáig vezet.

1.1.4. Amint az előzőekből is kitűnik, a tudományos megismerés folyamatában akkor folyamodnak a modellezéshez, amikor az objektum közvetlen, direkt tanulmányozása valamilyen okok következtében nem lehetséges, illetve csak nagy erőfeszítések árán lehetséges, vagy egyszerűen nem célszerű, nem gazdaságos. A megismerés folyamatában ugyanis gyakorta előfordulnak olyan szituációk, amikor a megismerés tárgyát nem lehet vagy nem kifizetődő közvetlenül megfigyelni, méréseket, kísérleteket végezni stb. Ilyen esetekben a kutató a megismerés objektumának közvetlen vizsgálata helyett egy másik, ezzel meghatározott megfelelési, hasonlósági viszonyban levő természetes vagy mesterséges objektum tanulmányozásához folyamodik, hogy megismerve ezt az utóbbi objektumot (illetve ennek bizonyos oldalait, tulajdonságait) új információt nyerjen magáról a megismerés eredeti objektumáról.

Figyelembe véve a fent kifejtetteket a modellezés fogalmát a következőképpen határozhatjuk meg: *a modellezés az objektív valóság közvetett, indirekt megismerésének univerzális módszere, amelynek során az objektum tanulmányozása egy másik, ezzel objektíve meghatározott és a kutató által ismert megfelelési, hasonlósági viszonyban levő anyagi vagy eszmei rendszer kutatása révén valósul meg.* Ezt a megismerés valódi objektumát helyettesítő közbenső objektumot, amelyre a kutatás adott szakaszán valamennyi megismerési operáció irányul, s amelynek tanulmányozása révén új ismeretet nyerünk az eredeti objektumról, nevezzük modellnek. Ahhoz, hogy a modell ezen alapvető funkcióját elláthassa, az szükséges, hogy meghatározott viszonyban álljon a megismerés tulajdonképpeni tárgyával, az ún. modellezett objektummal.

## 1.2. A modell és a modellezett objektum viszonya

### A modellreláció

A modellezés leglényegesebb ismertetőjegye, a tudományos megismerés minden más módszerétől megkülönböztető specifikuma a modell és a modellezett objektum viszonyában fejeződik ki. Ez a viszony egyben a modellmódszer sikerességének is a kulcsa, hiszen ez képezi egyrészt a modell kiválasztásának, illetve létrehozásának, másrészt a modellről az eredeti objektumra történő információ-átvitelnek az alapját.

1.2.1. E viszony elemzésekor mindenekelőtt azt kell kiemelni, hogy a modellezés nem tételezi fel még anyagi objektumok anyagi modelljei esetén sem a modell és az objektum közötti anyagi-energetikai kölcsönhatás, reális kapcsolat fennállását, sőt a modell fogalma *kizár közöttük mindenféle materiális összefüggést, közvetlen anyagi hatást.* A modell és modellezett objektum között a megismerő szubjektum létesít „kapcsolatot”, a kutató felelteti meg objektív tulajdonságaik alapján

a modellt a modellezés objektumának. Ezért a modell és az objektum viszonyának egyik lényegi mozzanata, hogy *szociálisan feltételezett viszony, melyet a szubjektum közvetít*. A modellezés mint sajátos kutatási eljárás mindig feltételezi a szubjektum jelenlétét, aki összefüggést létesít a modell és az objektum között, aki egyáltalában kiválasztja vagy létrehozza és működteti a modellt, aki számára az egyik objektum modellként, a másik a megismerés tárgyaként funkcionál. Ennélfogva a modell-reláció<sup>5</sup> egy háromelemű kapcsolatrendszer, amely a modell, a modellezés szubjektuma (a kutató) és a modellezett objektum (a megismerés tulajdonképpeni tárgya) között áll fenn.<sup>6</sup>

A modellreláció, amint a fentiek is mutatják, *objektív és szubjektív mozzanatokból tevődik össze*. Ez a szubjektív jelleg természetesen mindig viszonylagos, mint-hogy egyfelől csak a modellreláció más komponenseihez viszonyítva szubjektív, és másfelől objektív tényezők által meghatározott szubjektivitás. Továbbá a modellek, illetve a modellreláció különböző típusainál másként és más mértékben jelentkeznek az objektív és a szubjektív oldal, éspedig az elméleti modelleknél, s ezen belül is az elméleti objektumok gondolati modelljeinél az objektív meghatározottság közvetettebb, áttételes jellegű.

1.2.2. A modellreláció *szubjektív oldala* főként azzal kapcsolatos, hogy a modellt a szubjektum hozza létre vagy választja ki, ezért tevékenysége nélkül nem létezik; egyáltalában az emberi tevékenység folyamatán kívül (illetve a tudományos megismerésről lévén szó, így is fogalmazhatunk: a kutatás folyamatán kívül) nincs se modell, se modellezett objektum, hanem egyszerűen csak objektumok vannak; *valamely anyagi vagy eszei rendszer nem önmagában, hanem csupán a szubjektum számára funkcionál modellként*. A modellezés szubjektív jellege kifejeződik abban is, hogy a modell létrehozása vagy kiválasztása mindig függ egyrészt az objektumról (és a modelltől) korábban nyert ismeretek szintjétől, mélységétől, másrészt azoktól a céloktól, amelyeket a kutatás adott szakaszán követnek, amelyek valóra váltását szolgálja. Végül soron a szubjektum felelteti meg a modellt — bizonyos objektív tulajdonságai, illetve ezekre vonatkozó ismeretek alapján — a modellezett objektumnak, s a szubjektum határozza meg, hogy mely elemei és viszonyai feleljenek meg az objektum elemeinek és viszonyainak, s mely tulajdonságai tekintetében térhet el, illetve kell eltérnie az objektumtól.

1.2.3. A modell kiválasztása vagy létrehozása azonban nem a szubjektum önkényétől függ, sőt még csak nem is kizárólag a kutatási céloktól, hanem mindenekelőtt a modellezett objektum és a (leendő) modell objektíve adott tulajdonságainak egymáshoz való viszonyától.

A modellezés *objektív alapja* a modell és a modellezett objektum közötti megfelelés, illetve ennek valamely konkrét formája: az analógia, az izomorfia vagy a homomorfia. Ezért a *modellmódszer alkalmazásának leglényegesebb feltétele, hogy a modell és a modellezés objektuma bizonyos hasonló tulajdonságokkal rendelkezzenek*, hogy strukturális vagy funkcionális sajátosságaikban azonos vonások forduljanak

<sup>5</sup> Modellreláción a modell és a modellezett objektum ily módon felfogott viszonyát értjük. A modellreláció részletesebb elemzését adjuk az alábbi tanulmányokban: 1. *Sztruktura naucsnovo modelirovanija*, Acta Philosophica XIII., Szeged, 1972; 2. *Osznovnije modelynije szituacii*. Acta Philosophica XIV., Szeged, 1973.

<sup>6</sup> A fentiek mellett a modellezés elemének vagy komponensének kell tekinteni a kutatási eszközöket is, s bizonyos értelemben a modellezés eredményét, azaz a modell tanulmányozása révén nyert és a modellezett objektumra vonatkoztatott ismeretet, az ún. modellismeretet vagy modellkonklúziót is.

elő. A modell ugyanis csak ebben az esetben képes felváltani a kutatás folyamatában a modellezett objektumot, s a modellezés folyamatában éppen e hasonló sajátságok alapján következik arra, hogy a megismerés eredeti tárgyára is jellemzőek a modell újjólag megismert (a modellezés eredményeként feltárt) tulajdonságai.

A modellezés típusától és a kutatási céloktól függően megfelelés létesíthető a modell és az objektum elemei (illetve ezek egy része), struktúrája (illetve valamely részstruktúrája), vagy funkciói között, de a modellezés nem tételezi fel, hogy egyidejűleg mindhárom területen megfelelés álljon fenn. Sőt, a modell *szükségképpen különbözik is* a modellezés objektumától, hiszen ha minden tekintetben azonos volna az eredeti objektummal, ugyanúgy alkalmatlan lenne az adott kutatási feladat megvalósítására, mint emez. A modell csak akkor képes helyettesíteni az objektumot a kutatás folyamatában, ha nem rendelkezik azokkal a tulajdonságokkal, amelyek megnehezítették, vagy egyenesen lehetetlenné tették az objektum közvetlen tanulmányozását. Ezért a modell és a modellezett objektum között mindig csak meghatározott (pl. strukturális vagy funkcionális) vonatkozásban áll fenn megfelelés (pl. izomorfia vagy homomorfia).

### 1.3. A tudományos modellek főbb gnoszológiai jellemzői

A modellmódszer és a modellreláció előzőekben adott jellemzése lehetővé teszi, hogy főbb vonásaiban számbavegyük a tudományos modellek sajátságait, feltárjuk a modellfogalom azon ismertetőjegyeit, amelyek a tudományos kutatás ezen eszközét megkülönböztetik minden más eszköztől és formájától.

1.3.1. A modellezés alapvető célja és rendeltetése — amint láttuk — a megismerés eredeti objektumának tanulmányozása és megismerése, ezért a modell egyik lényegi ismertetőjegye az, hogy mindig a modellezett objektum megismerését szolgálja, hogy az *objektív valóság megismerésének sajátos eszköze*. A modell ugyanis nem önmagáért létezik, hanem az a gnoszológia rendeltetése, hogy segítségével új ismereteket nyerjenek egy másik objektumról. Valamely anyagi vagy eszmei rendszer csak akkor tekinthető modellnek, ha kutatási eszközként funkcionál, ha felhasználják egy másik objektumra vonatkozó ismeretek szerzésére.

1.3.2. A modellreláció fenti jellemzése alapján megállapítható, hogy a modell egy másik lényegi vonása a közte és a modellezett objektum közötti *objektív megfelelés, hasonlóság*. A modell ugyanis csak úgy képes szolgálni az eredeti objektum megismerését, ha rendelkezik az utóbbi, kutatás szempontjából jelentős tulajdonságaival, amelyek megismerése a modell segítségével megvalósuló tanulmányozás célja. Ez a megfelelés természetesen nem lehet azonosság, de ugyanakkor a közöttük levő különbség nem lehet túlságosan nagy sem, illetve a közöttük fennálló hasonlóság nem lehet felszínes, másodrendű.

1.3.3. E viszony, s ezzel együtt a modell egy további lényegi sajátsága, ami megkülönbözteti többek közt a képmás ismeretelméleti fogalmától, az, hogy a modell fogalma nem tételezi fel sem közvetlen, sem közvetett formában a modell és a modellezett objektum közötti oksági vagy egyéb materiális összefüggést. A modell és a képmás közötti egyik döntő különbség éppen az, hogy az előbbi *fogalmilag kizárja az objektum általi kauzális meghatározottságot*, az utóbbi viszont nem hogy nem zárja ki, hanem a megismerési képmások egy jelentős csoportja (az érzéki képmások) egyértelműen feltételezi a külvilág közvetlen hatását a szubjektumra.

1.3.4. A modellt mindig a szubjektum „hozza kapcsolatba”, felelteti meg az objektumnak, a szubjektum közvetíti a modellrelációt. Ezért a modell mindig *a szubjektum tevékenységének produktuma, a szubjektum tevékenységi szféráján kívül a modell nem létezik*, valamely anyagi vagy eszmei rendszer csak a szubjektum számára rendelkezik a „modellnek lenni” tulajdonsággal.

1.3.5. Minthogy objektív megfelelés áll fenn a modell és a modellezett objektum között, a modell anyagilag reprodukálja vagy eszmeileg visszatükrözi a modellezett objektum bizonyos strukturális vagy funkcionális sajátosságait, ezért mindig *a modellezett objektum sajátos képmása*. Képmása a modell az eredeti objektumnak, amennyiben az előbbi bizonyos elemei és viszonyai megfelelnek az utóbbi meghatározott elemeinek és viszonyainak; és sajátos képmása, amennyiben ez a megfelelés általában csak formális jellegű.

1.3.6. A modellt a fenti sajátosságok, mindenekelőtt az objektummal való megfelelése, azaz hasonlósága és különbsége következtében, *alkalmasabb az adott kutatási feladat megoldására*, mint maga a megismerés eredeti objektuma. A modellezés szükségessége, lehetősége vagy célszerűsége éppen azzal kapcsolatos, hogy az objektum közvetlen, direkt tanulmányozását valamilyen objektív vagy szubjektív feltételek megnehezítik vagy akadályozzák. Ezért egy olyan objektumot választanak ki vagy hoznak létre, amelynek kutatását ezek a körülmények nem gátolják.

1.3.7. A modell általában azért alkalmasabb az adott kutatási feladat elvégzésére, mint az eredeti objektum, azért teszi lehetővé az objektum azon tulajdonságainak, viszonyainak tanulmányozását, amelyek magán az eredeti objektumon nem lehetségesek, mert kevésbé bonyolult struktúrával rendelkeznek, egyszerűbb komponensekből épül fel, egyáltalában a modell az esetek többségében *egyszerűbb a modellezett objektumnál*, a modellezés egyik jellemző vonása az egyszerűsítés. (Bizonyos esetekben előfordulhat fordított szituáció is. Mint ismeretes, a marxi módszer egyik tipikus formája az, amikor a megismerés folyamatában a bonyolultabb jelenségtől, vagy egy jelenség magasabb, fejlettebb szintjétől közelítünk az egyszerűbb jelenség, az alacsonyabb szint felé, amikor az utóbbiak megértésének kulcsa az előbbieknél megismerése és megértése.<sup>7</sup> Ez esetben a bonyolultabb jelenség természetesen mint az egyszerűbb modellje lép fel, hiszen a magasabb szint már megismert tulajdonságai, „megértett” törvényszerűségi alapján következtetnek vissza az alacsonyabb szint jellemzőire.)

1.3.8. A modellként alkalmazott objektumnak *ismertebbnek kell lennie a tanulmányozott objektumnál*, mert csak így szolgálhatja az utóbbi megismerését. A megismerés folyamatában általában a valóság már többé-kevésbé megismert tartományaihoz tartozó jelenségek, vagy maguk az ezekre vonatkozó ismeretek, ismeretrendszerek szerepelnek modellként a valóság még nem, vagy nem kellően ismert jelenségei számára, azaz az ismeretlen jelenségeket az ismertek analógiájára írják le.

1.3.9. Minthogy a modellezés folyamatában a megismerés objektumát modelljével váltják fel s az objektum kutatása a modell tanulmányozása útján valósul meg, a tudományos modellek egy további, a megismerés egyéb eszközeitől elhatároló sajátossága az, hogy a *megismerés eredeti objektumának helyettese*, azaz a modell mint kutatási eszköz nem arra szolgál, hogy segítségével a kutató hasson a kutatás tárgyára, vagy megfigyelje, mérje, rögzítse ennek hatásait, a benne végbemenő vál-

<sup>7</sup> Vö. K. Marx: *Bevezetés a politikai gazdaságtan bírálatához*, MEM. 13. köt. 171: 1.

tozásokat, hanem arra, hogy *felváltsa* a kutatás objektumát, helyébe lépjen, reprezentálja azt. Ezzel kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet egy lényeges körülményre: a megismerés bármely objektuma bizonyos értelemben helyettesként funkcionál, nevezetesen a vele azonos „fizikai” természetű dolgok vagy ezek osztályának (illetve eszmei rendszer esetében a benne tükröződő dolgok osztályának) reprezentánsaként. A modell ellenben mint a modellezett objektum helyettese nem a vele azonos természetű (illetve benne képmásként visszatükröződő) jelenségek, vagy ezek osztályának, hanem a *jelenségek egy másik* (az előbbivel objektív megfelelési viszonyban lévő) *osztályának a reprezentánsa*.

1.3.10. Minthogy a kutatás folyamatában a megismerés eredeti objektumát modellel helyettesítik, a tudományos modellek megkülönböztető ismertetőjegye az is, hogy *a kutatás közvetlen tárgyává válik*. A kutatás adott szakaszán ugyanis, amint láttuk, a kutató bekapcsolja a modellt a kutatási eljárásokba, s így a modellezés e szakaszában a szubjektum valamennyi kutatási-megismerő művelete *közvetlenül* a modellre, s nem a megismerés tulajdonképpeni tárgyára irányul, a szubjektum a modellel, s nem az objektummal végez megismerő tevékenységet. Ezzel ellentétben más megismerési módszerek és eszközök az objektum megismerési folyamatában csupán a szubjektum hatását közvetítik az objektumra és viszont, de maguk nem válnak az *objektum* kutatásának közvetlen tárgyává (legfeljebb bizonyos esetekben az objektummal kialakult kölcsönhatásuk válik azzá).

1.3.11. A modell fentebb jelzett sajátosságaihoz következik, hogy a kutatás folyamatában *új információt szolgáltat a megismerés objektumáról*. Természetesen ez az információ nem feltétlenül jelent pozitív ismeretet, a modellek nem minden esetben fejezik ki pontosan a modellezett objektum lényeges összefüggéseit, nem mindig adnak adekvát ismeretet róla. A tudományok történetében a modellmódszer alkalmazása nemcsak sikerekhez, hanem kudarcokhoz is vezetett, nem egyszer volt hibák forrása. Azonban ilyen esetekben is ad a modell bizonyos új információt, bár esetleg csupán negatív információt, az ilyen inadekvát modellek is pozitív irányban befolyásolhatják a megismerés további menetét. „Azok a modellek, amelyek teljesen kudarcot vallanak — írja G. Klaus —, megtanítanak bennünket arra, hogy az alapjaikat képező elvek és struktúrák nem felelnek meg azoknak a természeti folyamatoknak, amelyeket vissza kell tükrözniük. Azonban az ilyen negatív ismeret is lényeges ismeret.”<sup>8</sup> Megállapítható tehát, hogy az új ismeret szerzése valóban lényeges ismertetőjegye a modell fogalmának.

1.3.12. A modell lényeges tulajdonsága az is, hogy *lehetővé kell tennie a tanulmányozása révén nyert ismeret átvitelét a modellezett objektumra*. A modell ugyanis nyilvánvalóan csak abban az esetben válik az objektum megismerésének valóban hatékony eszközévé, ha a modellezés folyamatában nyert ismeret ilyen vagy olyan formában vonatkoztatható a megismerés eredeti objektumára. Az ismeret alapját viszont egyrészt a modell és a modellezett objektum közötti megfelelés, másrészt azon elméleti és logikai eljárások képezik, amelyek segítségével ez az ismeretátvitel megvalósul. Ez a modell szempontjából ismét azt jelenti, hogy csak akkor szolgálthat megbízható ismereteket az objektumról, ha lényegi tulajdonságai megfelelnek az objektum tulajdonságainak, s a szubjektum ismeri ezt a megfelelést, illetve ennek konkrét formáját.

1.3.13. Ez azt jelenti, hogy a modell lényeges eleme — s a modellezés megvalósulásának egyik alapvető feltétele — *a modell-reláció ismerete*, vagyis az, hogy a szubjek-

<sup>8</sup> G. Klaus: *Kybernetik in philosophischer Sicht*. Berlin, 1961, Dietz Verlag. 278. l.



tum megfelelő ismeretekkel rendelkeznek már a modellezés megkezdése előtt a modell és a modellezett objektum viszonyáról. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a modell kiválasztása vagy létrehozása egyfelől, és az új ismeret átvitele az eredeti objektumra másfelől csak ezen ismeret birtokában lehetséges. A modellmódszer alkalmazásának egyik nehézsége éppen az, hogy „bár a kísérletezőt érdeklő originál sajátosságai ismeretlenek, ... mégis ezeknek megfelelően kell kiválasztani a modellt.”<sup>9</sup> Valójában a modellezett objektum nem abszolút ismeretlenként áll a kutató előtt a modellezés kezdetekor, hanem bizonyos tulajdonságait, összefüggéseit már megismerték az előző megfigyelés, mérés, kísérlet stb. folyamatában, éppen amelyek során felvetődött a modellezés szükségessége vagy lehetősége. A modellezés folyamatában pedig megismerve a modellt, illetve az objektum bizonyos tulajdonságait, lehetővé válik viszonyuk pontosabb meghatározása. A modellezett objektum már ismert tulajdonságai, valamint a (leendő) modell közötti megfelelés feltárása nem csupán a modell kiválasztását vagy megépítését teszi lehetővé, hanem a modell tökéletesítését, az objektumhoz való közelítését, azaz további közös tulajdonságaik előrelátását.

1.3.14. A modell előzőekben vázolt tulajdonságai szükségképpen feltételezik egymást: a modellként fellépő objektum anyagilag reprodukálva vagy gondolatilag visszatükrözve a megismerés eredeti objektumának bizonyos tulajdonságait, a közöttük levő objektív megfelelés alapján képes az objektumot a kutatás folyamatában helyettesíteni s ezzel elősegíti megismerését oly módon, hogy lehetővé teszi bizonyos még ismeretlen sajátságának előrelátását. Ezért, figyelembe véve a tudományos modell vázolt főbb ismertetőjegyeit, a következő meghatározást adhatjuk: *a modell a megismerés objektumát reprodukáló vagy visszatükröző, azzal materiálisan össze nem függő, de objektív megfelelési viszonyban lévő és a kutatás folyamatában azt helyettesítő anyagi vagy eszmei rendszer, amelynek tanulmányozása új ismeretet szolgáltat magáról a megismerés eredeti objektumáról.* A modell fogalmának ezen meghatározása, s különösen alapvető ismertetőjegyeinek behatódott jellemzése, úgy véljük, egyértelműen mutatja a tudományos modell és modellmódszer specifikus természetét, s ezzel egyben el is határolja a tudományos megismerés egyéb eszközeitől, módszereitől és formáitól. Ez a jellemzés ugyan akkor már utal arra is, hogy a kutatás reális folyamatában a modellezés szükségképpen összefonódik a tudományos előrelátással.

## 2. A modellezés és az előrelátás kapcsolata

A tudományos megismerés említett módszerei közötti összefüggés feltárása, s ezen belül az előrelátásnak a modellezés folyamatában játszott szerepének megvilágítása elsősorban úgy lehetséges, ha röviden megvizsgáljuk, miként valósul meg a tudományos modellezés, melyek azok a szakaszok e folyamaton belül, amelyek feltételezik a tudományos előrelátást.

### 2.1. A tudományos modellezés főbb szakaszai

A modellezés folyamatának rövid jellemzése<sup>10</sup> kapcsán elsősorban különböző állapotainak egymásutániságát és változását, vagyis dinamikus struktúráját, s ezen belül is főként egyes szakaszait és ezek egymáshoz való viszonyát vázoljuk.

<sup>9</sup> B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünjin—E. P. Nyikityin: *Gnoszeologicseskije problemü modelirovanyija.* »Voproszú Filozofii«, 1967, 2. sz. 66. l.

<sup>10</sup> A tudományos modellezés struktúrájának részletes elemzését lásd: Kocsondi A.: *Sztruktúra naucsnovo modelirovanyija.* Id. kiad.

A modellezés az objektum tanulmányozásának bonyolult, többlépcsős folyamata; struktúrájának bonyolultsága mindenekelőtt azzal függ össze, hogy egyfelől a kutatás folyamatában a megismerés objektumát modelljével váltják fel, ami egyrészt tanulmányozásának eszközeként, másrészt a kutatás közvetlen tárgyaként szerepel, s ezért másfelől a modell kutatása révén nyert ismeretet át kell vinni a megismerés objektumára. Ily módon a modellezés folyamatának struktúrája kifejezi a modell és az objektum viszonyát a kutatás menetében, s ezért főbb szakaszainak jellemzése nemcsak dinamizmusának feltárását teszi lehetővé, hanem a modell sajátosságainak és objektumhoz való viszonyának új oldalról történő megvilágítását is.

Néhány szerző szerint a modellezés a modellalkotással kezdődik.<sup>11</sup> Úgy véljük nem lehet elfogadni ezt az álláspontot, minthogy a modellezés ezen szakaszát mindig megelőzi a kutató elméleti tevékenysége: mielőtt megépítené vagy kiválasztaná a modellt, tanulmányozza az objektumhoz való viszonyát, s csak megismerve e viszony néhány vonatkozását, választhatja ki vagy építheti meg a modellt. Mások szerint a modellezés következő négy szakasza különíthető el: 1) feladatkijelölés; 2) modellalkotás (kiválasztás); 3) modellkutatás; 4) ismeret-átvitel.<sup>12</sup> Alapvetően egyet lehet érteni *Novik* véleményével, amely szerint az információ-átvitel szakaszt követi „az ilyen jellegű extrapoláció gyakorlati ellenőrzése.”<sup>13</sup> Véleményünk szerint a modellezésnek mint megismerési folyamatnak az alábbi főbb szakaszait lehet megkülönböztetni: 1) a modellezés szükségességének felvetődése; 2) a modellezés elméleti előkészítése; 3) modell-alkotás (kiválasztás); 4) modell-kutatás; 5) ismeret-átvitel; 6) az új ismeret ellenőrzése és igazolása; 7) az új ismeret beépítése a tudományos ismeretek rendszerébe.<sup>14</sup> E szakaszok rövid jellemzését az alábbiakban foglalhatjuk össze.

2.1.1. *A modellezés szükségességének vagy célszerűségének felvetődése* a tudományos kutatás modellezést megelőző szakaszaival kapcsolatos. Az objektum kutatása ugyanis nem modellezésével, hanem a tudományos megismerés más módszereivel, eszközeivel való tanulmányozásával kezdődik. E tevékenység eredményeként a kutató meghatározott ismereteket nyer az objektumról. Bizonyos esetekben azonban olyan körülmények merülhetnek fel, amelyek megnehezítik, akadályozzák, esetleg egyenesen lehetetlenné teszik az objektum további direkt, közvetlen kutatását. E nehézségek leküzdése érdekében a kutató a modellmódszerhez folyamodhat. A modell alkalmazásának szükségessége, lehetősége vagy célszerűsége tehát mindig a kutatás folyamatában vetődik fel, s ezért a modellezés mint a tudományos megismerés egy szakasza jelenik meg.

2.1.2. E szükségesség vagy célszerűség fel ismerését *a modellezés elméleti előkészítése* követi, amelynek során a kutató egyfelől pontosan meghatározza a modellezés feladatát, célkitűzését, másfelől elméletileg előkészíti a modell kiválasztását vagy megépítését, valamint tanulmányozását. E célból „mindenekelőtt aktualizálja az objektum tanulmányozásának előző tapasztalatait”,<sup>15</sup> összegyűjti a releváns empirikus adatokat és teoretikus ismereteket, esetleg megfelelő módszerekkel ismételt tanulmányozza az objektumot (pl. a meglévő empirikus adatok pontosítása érdekében).

<sup>11</sup> Lásd például: I. B. Novik: *O modelirovanii szlozsnuh szisztem*. Moszkva, 1965. 35. l.; I. B. Mihajlova: *Metodu i formu naucsnovo poznanija*. Moszkva, 1968. 77. l.

<sup>12</sup> Lásd B. A. Glinszkij—B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünyin—E. P. Nyikityin: i. m., 53—67. l.

<sup>13</sup> I. B. Novik: i. m., 36. l.

<sup>14</sup> Ez a szakasz természetesen nem csupán a modellezésre, hanem a tudományos megismerés valamennyi formájára és módszerére jellemző.

<sup>15</sup> B. A. Glinszkij—B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünyin—E. P. Nyikityin: i. m., 54. l.

E szakasz feladatai közé tartozik azon objektumok vizsgálata, amelyek modellként szerepelhetnek. Ezért a kutató megvizsgálja az objektummal analóg jelenségeket, hogy megállapítsa, melyek azok, amelyek objektív tulajdonságaik alapján alkalmasak e funkció betöltésére. A vizsgálat kezdetén elsősorban az objektumnál ismertebb és egyszerűbb jelenségek körének kijelölésére törekszik, majd pedig kiválasztja azokat, amelyek rendelkeznek az objektum kutatás szempontjából lényeges tulajdonságaival, s ugyanakkor nem rendelkeznek azon sajátosságaival, amelyek akadályozzák közvetlen tanulmányozását.

Az adott szakasz legfontosabb célkitűzése azonban az *objektum és leendő modell közötti viszony feltárása*, valamint minőségi és mennyiségi elemzése, vagyis a modellreláció minél pontosabb meghatározása. Ennek során a kutató gondolatilag kiemeli az objektum és a leendő modell közös és a kutatás szempontjából lényeges tulajdonságait, s egyben elvonatkoztat az eltérő, illetve a kutatás szempontjából lényegtelen, mellékes tulajdonságaitól, feltárja a közöttük lévő megfelelés konkrét formáját.

*2.1.3. Az előző feladatok megoldása lehetővé teszi a modellalkotás vagy -kiválasztás megvalósítását.* Az objektum és a modellként számításba vehető jelenségek közötti viszony elemzése alapján a kutató az utóbbiak közül az objektum modelljeként kiválaszt egy konkrét jelenséget, vagy még gyakrabban gondolatilag, illetve anyagilag létrehozza az objektum modelljét. A modell kiválasztása vagy létrehozása természetesen nem a megismerő szubjektum önkényétől függ. A modellalkotás folyamatában figyelembe kell venni a modellezett objektumra, a modellre és a modellrelációra vonatkozó releváns ismereteket, vagyis az objektum és a modell már ismert objektív tulajdonságait s egymáshoz való objektív viszonyukat. Másodszor, a modellt úgy kell megépíteni vagy kiválasztani, hogy egyfelől elvégezhető legyenek rajta a szükséges vizsgálatok, s másfelől lehetővé tegye a nyert új ismeretek átvitelét a modellezés objektumára, ami ismét csak a modellreláció pontos rögzítését követeli meg elsődlegesen.

*2.1.4. A modell tanulmányozása a modellezés egyik legfontosabb szakasza,* amelyben a modell mintegy függetlenedik az objektumtól és egyszersmind a kutatás tényleges és önálló részvevőjévé válik. A kutató érdeklődése ideiglenesen a modellre tevődik át, és a modell természetének megfelelő kutatási eszközök és módszerek segítségével a kutatás adott célja és a modell természete által meghatározott kutatási folyamatokba, eljárásokba kapcsolja be. E szakaszban tehát a modell mint az objektum helyettese a *kutatás közvetlen tárgya* lesz, amire a kutató valamennyi tevékenysége irányul.

A modell tanulmányozásának konkrét megvalósulását egységesen jellemezni szinte lehetetlen, mivel ez a modell funkciótól függően igen változatos lehet: a modell univerzális jellege, amint az 1.1.3. pontban láttuk, többek közt abban fejeződik ki, hogy a tudományos megismerés valamennyi formája és funkciója modell közvetítésével is realizálódhat. Ezért a modellezés e szakasza mindig a tudományos kutatás egyik vagy másik eljárásának, módszerének az alkalmazását jelenti, természetesen azzal a megszorítással, hogy a kutatás tárgya nem az eredeti objektum, hanem a modell. Röviden, ez a szakasz nem más, mint modellen végrehajtott kísérlet, mérés, megfigyelés, magyarázat s i. t.

A modell tanulmányozását a kutató mindaddig folytatja, amíg kellő mélységig meg nem ismeri. Ha a modellkutatás nem hozná meg a kívánt eredményt, a kutató — a közben felgyülemlett ismeretek és tapasztalatok alapján — átalakítja a modellt,

vagy újat konstruál, s ezen hajtja végre a szükséges műveleteket, amíg a megfelelő ismeretekkel nem rendelkezik.

Mínthogy a kutatót a modell nem önmagában érdekli, hanem pusztán mint az eredeti objektum helyette és megismerésének eszköze, a modell tanulmányozásának irányát és feladatait végső soron a modellezett objektum határozza meg. Ily módon az, hogy a modell mely tulajdonságait, milyen mélységig kell megismerni, s a modell tanulmányozása révén nyert ismeretek közül melyik a lényeges, s melyik nem — a megismerés objektumától, s nem a modelltől függ.

2.1.5. *Az ismeretátvitel a modellezés objektumára* azzal függ össze, hogy egyrészt a modellmódszer alkalmazásának végső célja nem a modell, hanem az eredeti objektum megismerése, másrészt viszont a modellkutatás folyamatában nyert ismeret közvetlenül a tanulmányozott jelenségre, vagyis a modellre vonatkozik. A modellkutatás révén nyert új ismeret átvitele a modellezett objektumra megfelelő elméleti és logikai eljárások (pl. analógiás következtetések) alkalmazásával valósul meg. Emellett igen lényeges, hogy az objektumra átvitt ismeretnek a modell azon tulajdonságaival kell összefüggésben állnia, amelyek közösek vagy hasonlóak az eredeti objektum tulajdonságaival.

2.1.6. *Az új ismeret ellenőrzése és igazolása* nem csupán az extrapoláció gyakorlati ellenőrzését foglalja magában, hanem bonyolult, többoldalú elméleti, logikai eljárások együttese. Nem lehet a gyakorlati ellenőrzésre szűkíteni, amint ezt Novik teszi, már csak azért sem mert gyakran nincs mód a nyert ismeretek közvetlen gyakorlati alkalmazására és ellenőrzésére.

E szakaszban a kutatónak mindenekelőtt ismételten ellenőrizni kell az ismeretátvitel folyamatát; különösen fontos egyfelől a modell és az objektum közötti megfelelés, másfelől az alkalmazott elméleti és logikai eljárások ismételt átvizsgálása, ellenőrzése.

A következő feladat az új ismeretnek a megismerés objektumáról nyert korábbi tényekkel való összevetése. Ha az új ismeret nem felel meg a releváns tényeknek, vagy segítségével nem lehet leírni és értelmezni a tények adott körét, akkor a modell alkalmatlannak bizonyul, és vagy elvetik, vagy jelentősen módosítják. Az új ismerettel szemben alapvető követelmény, hogy segítségével előreláthatók legyenek az objektummal kapcsolatos új tények. A modell, illetve a modell révén nyert új ismeret segítségével tett előrelátások igazolódása viszont jelentősen megerősíti a modellt, illetve az új ismeretet.

Az új ismeret igazolásának igen fontos lépése az objektumra vonatkozó tudományosan már igazolt törvényekkel, elvekkal és — amennyiben már van — az objektumot visszatükröző tudományos elmélettel való összevetése, valamint a közöttük lévő összhang kimutatása; noha az összhang hiánya nem feltétlenül jelenti az új ismeret téves vagy pontatlan voltát. A modell közvetítésével nyert ismeretet nem kis mértékben megerősíti az is, ha összhangban áll más tudományok eredményeivel, s különösen a tudományok alapját képző általános elvekkal és egyetemes törvényszerűségekkel, köztük a materialista dialektika alapvető tételeivel.

Jelentős mértékben megerősítést és igazolást nyer az új ismeret akkor is, amikor a modelltől levezethetők vagy segítségével megmagyarázhatók az adott tudományág empirikus úton feltárt törvényszerűségei. Ebben az esetben ugyanis a modell elméleti alapul szolgálhat a törvények számára, s kiindulópontja lehet a tudományos elmélet kiépítésének.

A fentiekén túl a kutatóknak, amennyiben ez egyáltalában lehetséges, gyakorlatilag (például kísérletileg) is ellenőriznie kell az új ismeretet, illetve a belőle fakadó

következtetéseket. Az új ismeret, illetve az ez alapján tett előrelátások kísérleti ellenőrzése különösen az anyagi modellek esetében elengedhetetlen feltétel. Amennyiben az új ismeret gyakorlati ellenőrzése és igazolása is eredményesen valósul meg, úgy ez — az előzőekkel együtt — igaz voltának bizonyítását jelenti.

2.1.7. A modellezés befejező szakasza az új ismeret beépítése a tudományos ismeretek rendszerébe. A tudományosan már igazolt ismeretet a kutató beépíti az objektumot visszatükröző tudományos elmélet rendszerébe, illetve ennek hiányában alapját képezheti a tudományos elmélet, vagy legalábbis az objektumra vonatkozó tudományos hipotézis kiépítésének. Ezzel az objektum modellezésének adott folyamata lezárul. Ez azonban nem jelenti az objektum kutatásának lezárulását. Az objektum további vizsgálata két úton valósulhat meg: 1) az objektum közvetlen tanulmányozásával, amennyiben a modellmódszer segítségével nyert ismeretek ezt lehetővé teszik; 2) új, objektum lényegét adekvátábban visszatükröző modell szerkesztésével és tanulmányozásával.

## 2.2. Az előrelátás szerepe a modellezés folyamatában

A modellezés főbb szakaszainak áttekintése azt mutatja, hogy szinte nincs egyetlen olyan fázisa sem, amely ne kívánná meg a tudományos előrelátás alkalmazását. S ez nem véletlen, minthogy a modellezés elengedhetetlen eleme, egyik lényegi ismertetőjegye az előrelátás. A modellezés folyamatában ugyanis minden művelet, amint láttuk, végső soron a modellezett objektum megismerését szolgálja, a modell létrehozásának és tanulmányozásának az a célja, hogy segítségével feltárják, előrejelezzék az objektum még ismeretlen tulajdonságait és összefüggéseit. A modellezés folyamatában ugyanis megismerve a modell (nevezzük ezt  $B$  objektumnak) bizonyos tulajdonságát (például a  $P(b)$  tulajdonságot), vagy funkcionálásának néhány törvényszerűségét (például az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényeket), a modell és a modellezett objektum közötti megfelelés alapján ezt az új ismeretet, vagyis a  $P(b)$  tulajdonságot leíró ténykijelentést, illetve az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényeket nyelvi formában visszatükröző  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentéseket<sup>16</sup> átviszik a modellezés objektumára (az  $A$  objektumra), és feltételezik, hogy az  $A$  objektum is rendelkezik a  $P(b)$  tulajdonsághoz hasonló, vagy azzal azonos  $P(a)$  tulajdonsággal, illetve az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  törvényekkel azonos vagy analóg  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényeknek van alávetve működése. Maga ez a feltételezés természetesen előrelátást jelent, amelynek levonása, vagyis az új ismeretnek a  $B$  objektumról az  $A$  objektumra

<sup>16</sup> A tudományelméleti irodalomban *nomologikus kijelentés* fogalmán tudományos törvényeket kifejező általános kijelentéseket szokás érteni. *Tudományos törvény* fogalmán pedig az objektív valóság törvényszerű összefüggéseinek (vagyis objektív törvényeknek) a tudományokban való és nyelvi formában (tehát nomologikus kijelentések formájában) megfogalmazott visszatükröződését értjük. A nomologikus kijelentések logikai formájukat tekintve univerzális kvantorral ellátott kijelentések, tehát egy adott osztály valamennyi tagjára érvényes állítások. Általános esetben a nomologikus kijelentést így írhatjuk fel:  $(x)(Px \rightarrow Qx)$ , ahol  $(x)$  az univerzális kvantor,  $\rightarrow$  az implikáció jele, végül  $Px$  és  $Qx$  az  $x$  osztály tetszőleges tulajdonságai; ennek megfelelően a fenti formulát így olvassuk: „minden  $x$ -re érvényes, ha  $x$   $P$  tulajdonsággal rendelkezik, akkor  $x$   $Q$  tulajdonsággal is rendelkezik”. Jelentse például  $Px$  azt, hogy „ $x$  fém”,  $Qx$  pedig azt, hogy „ $x$  jó hővezető”, ekkor az előbbi formula azt jelenti: „minden  $x$ -re érvényes, ha  $x$  fém, akkor  $x$  jó hővezető”. Megemlítjük, hogy a tudományos törvény fogalmának fenti értelmezése többé-kevésbé egybeesik azzal, amit *Bunge törvény*-nek nevez, azzal a megszorítással, hogy ez magába foglalja a törvény<sub>3</sub>-at is (lásd M. Bunge: *Az okság*. Bp., 1967, Gondolat. 312. és 383. l.).

való transzformálása előfeltételezi, hogy a modellezés előző szakaszain is alkalmazzák az előrelátást.

2.2.1. Az előrelátás mindenekelőtt elengedhetetlen eleme a *modellezés elméleti előkészítésének*. Nem csupán arról van szó, hogy mint minden feladatkielölés az emberi tevékenység teleológikus jellegének megfelelően előrelátáson alapszik, azaz megköveteli a modellezés alapvető céljának s közbenső részfeladatainak pontos megfogalmazását, továbbá az alkalmas kutatási eszközök, berendezések és módszerek kiválasztását, röviden a kutatás egész folyamatának megtervezését. A modellezés során emellett előre kell látni a modellt, pontosabban a leendő modell legjellemzőbb paramétereit; a kutatás sikeressége érdekében ugyanis lehetőség szerint pontosan meg kell határozni, melyek az objektum azon tulajdonságai, amelyekkel a modellnek is rendelkeznie kell, s melyek azok, amelyek tekintetében különbözhet vagy különböznie kell a modellezett objektumtól. Röviden, már a modellezés kezdeti szakaszán gondolatilag létre kell hozni — legalábbis főbb vonásaiban — az objektum eszmei modelljét (vagy még pontosabban az objektum modelljének az eszmei képét). Az ilyen módon megkonstruált, előrevetített gondolati modell egyfelől lehetővé teszi a modellreláció viszonylag pontos kiszámítását és rögzítését, ami szintén előrelátás révén valósul meg, hiszen olyan objektumok közötti viszony meghatározásáról van szó, amelyek közül az egyik tulajdonképpen még nem létezik, s ezért maga ez a viszony is csak a jövőben fog fennállni; s másfelől mint célképzet alapul szolgál a tényleges modell létrehozásához vagy kiválasztásához. E szakaszban az előrelátás tehát két lényeges funkciót tölt be: lehetővé teszi egyrészt a modell kiválasztását vagy létrehozását, s másrészt a modellezés egészének megtervezését. Ez egyértelműen mutatja, hogy mind a modellezés egyes szakaszainak, mind egész folyamatának szükséges és elengedhetetlen feltétele az előrelátás.

2.2.2. A *modellalkotás* szakasza szintén feltételezi az előrelátást, hiszen a modellt úgy kell megalkotni vagy kiválasztani, hogy 1. az objektum tanulmányozásának és megismerésének valóban hatékony eszköze lehessen, ami feltételezi többek közt azt, hogy rendelkezzen az objektum kutatás szempontjából lényeges tulajdonságaival, megfelelési viszonyban álljon az objektummal; 2. a kutatás viszonylag önálló tárgyává válhasson, ezért egyrészt ismertebbnek, egyszerűbbnek, a kutatás számára jobban hozzáférhetőnek, alkalmasabbnak kell lennie a modellezett objektumnál, s másrészt nem rendelkezhet az utóbbi azon tulajdonságaival, amelyek megnehezítették, gátolták, vagy egyenesen lehetetlenné tették közvetlen tanulmányozását; 3. lehetővé tegye a modellezés során nyert új ismeret átvitelét a modellezett objektumra, ami viszont csak akkor valósulhat meg egyebek mellett, ha a modell-kutatás folyamatában *majd* megismert, feltárt tulajdonságai lényegi (például okozati) összefüggésben állanak azon lényeges paramétereivel, melyek a modellezés objektumára is jellemzőek.

Ezek a követelmények nemcsak e szakaszcól korábban a 2.1.3. pontban adott jellemzésünket igazolják, vagyis azt, hogy a modell létrehozása objektív tulajdonságaitól, valamint a kutatási céloktól, s nem a szubjektum önkényétől függ, hogy a modellalkotás során a releváns ismeretek minél szélesebb körét kell a kutatónak felhasználnia, hanem egyben azt is, hogy ezen ismeretekre támaszkodva előre kell látnia, és pedig a modell létrehozásánál, illetve kiválasztásánál egyfelől számításba kell vennie a fenti követelményeket, vagyis úgy kell megalkotnia a modellt, hogy tulajdonságai e követelményekkel összhangban legyenek, s másfelől figyelembe kell vennie a kutatás alapvető célkitűzéseit, azaz olyan modellt kell kiválasztania vagy létrehoznia, amely éppen ezeknek a feladatoknak a megoldását segíti elő a lehető

legoptimálisabb módon. A modellalkotás során ily módon előre kell látni mind a modellezés következő fázisait és a modell ezekben játszott szerepét, mind a modell segítségével elérendő célokat. Ebben a vonatkozásban a modellre mint kutatási eszközre végeredményben ugyanaz érvényes, mint az emberi tevékenység bármely más eszközére: létrehozása (kiválasztása) már feltételezi, hogy az ember tudatában van azoknak a főbb műveleteknek és céloknak, amelyek ezzel az eszközzel elvégezhetők, illetve elérhetők.

A modell természetesen nem csupán kutatási eszköz, hanem egyben a kutatás viszonylag önálló tárgya is. E vonatkozásban viszont a megismerés konkrét tárgyával (például a kísérlet tárgyával) szemben támasztott követelményeknek kell eleget tennie: olyan tulajdonságokkal kell rendelkeznie, melyek következtében egy osztály reprezentánsa lehet (természetesen a modell, amint erre az 1.3.9. pontban rámutatunk, nem saját osztályát, hanem egy másik, ezzel hasonlósági, megfelelési viszonyban levő osztályt képviseli).

2.2.3. A *modellkutatás* szakaszát illetően elegendő ismételten arra utalni, hogy a modell tanulmányozása nem öncél. Ezért az e szakaszban végrehajtott kutatási műveletek nem kis mértékben a modellezett objektum megismerendő tulajdonságaitól függenek, vagyis az alkalmazott eszközöket és eljárásokat — a modell sajátos természete mellett — a kitűzött célok, illetve azok a funkciók határozzák meg, amelyek megvalósítására az adott modellt létrehozták. Ebben a szakaszban ily módon mindenképp azt kell előrelátni, hogy a kutatási céloktól, a modell adott funkciójától függően mely tulajdonságait, milyen mélységig, milyen pontossággal és részletességgel kell tanulmányozni és megismerni a modellen végzett mérés, kísérlet, magyarázat stb. segítségével. Továbbá tisztában kell lenni azzal is, hogy e célkitűzések milyen konkrét eszközökkel, eljárásokkal, berendezésekkel érhetőek el.

2.2.4. Az előrelátás szerepe és jelentősége leginkább az *ismeretátvitel* szakaszában nyilvánul meg, amelynek során az előző szakaszban a modellről nyert ismeretet megfelelő elméleti és logikai eljárások segítségével átviszik a modellezés objektumára. Az ismeretátviteli objektív aliját a modell-reláció, vagyis a modell és a modellezett objektum paraméterei között fennálló megfelelés, illetve ennek valamely konkrét formája (izomorfia, homomorfia, hasonlóság) képezi, lényege viszont az a feltételezés, hogy ezen megfelelés következtében a modellezés objektuma is rendelkezik a modell újlag megismert tulajdonságaival, illetve valamilyen ezekhez hasonló tulajdonságokkal. Ez a feltételezés azonban, amint ezt az előzőekben láttuk, lényegében előrelátás.

2.2.5. A modellezés főbb szakaszainak az előző pontokban adott jellemzése alapján összegzésként nemcsak az állapítható meg, hogy a modellezésnek valóban szükséges eleme az előrelátás, hogy „a modellezés természeténél fogva... nem lehetséges előrelátás nélkül”<sup>17</sup>, hanem az is, hogy a modellezés mindig az előrelátást, nevezetesen a modellezett objektum még ismeretlen tulajdonságainak, vagy jövőbeni állapotainak előrejelzését, kiszámítását szolgálja, hogy a modell tanulmányozása révén lehetővé válik „előrelátni az eredetiben olyan tulajdonságok és viszonyok létezését, amelyeket nem lehetett megállapítani a modellezést megelőző szakaszban.”<sup>18</sup> Ezért a *modell* ebben az összefüggésben tulajdonképpen nem más, mint a *tudományos előrelátás eszköze*, olyan eszköz, amelynek tanulmányozása által lehetőség nyílik

<sup>17</sup> B. A. Glinszkij—B. Sz. Grjaznov—B. Sz. Dünyin—E. P. Nyikityin: i. m., 206. l.

<sup>18</sup> Uo.

a modellezett objektum még ismeretlen tulajdonságainak, vagy jövőbeni állapotainak az előrejelzése.

Mindez azt mutatja, hogy a tudományos kutatás folyamatában szoros összefüggés alakulhat ki a modellezés és a tudományos előrelátás között, amennyiben egyfelől a modellezésnek mindig szükséges eleme az előrelátás, s másfelől a modell olyan esetekben is betölt előrelátó (predektív) funkciót, amikor alapvetően nem ilyen célból hozták létre. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a modellezés valamennyi formájának (modellkísérlet, modellmagyarázat stb.) alkalmazásánál a modell a tulajdonképpeni funkciója, vagy fő funkciója mellett előrelátó, prediktív funkcióval is rendelkezik, hogy a modellezés minden formájának egy szakasza vagy mozzanata a modell-előrelátás.<sup>19</sup> Ez azt mutatja, „hogy a modellelőrelátás gnoszeológiai szerepe és alkalmazási szférája olyan hatalmas, hogy önálló alkalmazásán kívül a kutatásban a modell által teljesített más gnoszeológiai funkcióknál is mint különálló alkotó komponens szükségszerűnek mutatkozik.”<sup>20</sup>

A modell-előrelátás ilyen jellegű alkalmazása ugyanakkor nem zárja ki azt, hogy a tudományos modellek a megismerés folyamatában önállóan is betöltsenek prediktív funkciót. Ellenkezőleg, a tudományos kutatás folyamatában igen gyakran éppen azért folyamodnak a modellezéshez, hogy segítségével előrelássák az objektum meghatározott tulajdonságait, vagy jövőbeni állapotait, viselkedési módjait, azaz sok esetben a tudományos modelleket speciálisan előrelátás céljából hozzák létre.

Mielőtt megvizsgáljuk a modell közvetítésével megvalósuló előrelátás gnoszeológiai, s részben logikai jellemzőit, a modell-előrelátás specifikumát, röviden vázoljuk a tudományos előrelátásnak mint a tudományos megismerés sajátos formájának és a tudományos elméletek egyik alapvető funkciójának főbb sajátosságait.

### 3. A tudományos előrelátás főbb jellemzői

A tudományos előrelátás a tudományos megismerés sajátos módszere és sajátos formája, amelynek során a valóságról nyert ismeretek alapján valamilyen új jelenség jövőbeni bekövetkezésére, vagy egy, az adott időpontban fennálló, de még ismeretlen jelenség létrejöttére következtetnek. Az előrelátás egyben a tudományos elméletek (tudományok) alapvető funkciója is, hiszen a tudományos megismerés nem korlátozódik, nem korlátozódhat a múlt és jelen már ismert világára, hanem egyik törekvése és feladata a jövő, illetve a még ismeretlen jelenségek világába való behatolás. Természetesen az előrelátásnak nem elengedhetetlen feltétele a jövőre vonatkozás; ez előrejelzés, a prognózis a jövő eseményei mellett vonatkozhat az adott időpontban már létező, vagy korábban létezett, de közvetlenül még meg nem figyelt objektumokra, illetve ezek ismeretlen tulajdonságaira. A tudományok történetéből példaként hivatkozhatunk *Leverrier*-re, aki 1846-ban az ún. külső bolygók (elsősorban az *Uranusz*) pályamódosulásai alapján egy addig ismeretlen bolygó (a *Nep-tunusz*) létezésére következtetett, amelyet az általa kiszámított pályaadatok alapján néhány hónappal később *Galle* távcsövével meg is talált. A tudományos előrelátás lényege tehát nem a jövőre-vonatkoztatás, miként a jövőre vonatkozó állítások sem jelentenek feltétlenül előrelátást.

<sup>19</sup> A modellelőrelátásnak a modellmagyarázat folyamatában játszott szerepét részletesen elemzik az előzőekben idézett kollektív mű szerzői (lásd uo. 185—186. l.).

<sup>20</sup> Uo. 186. l. (lábjegyzet)



### 3.1. A tudományos előrelátás gnoszeológiai természete

Tudományos előrelátásról, sőt egyáltalában előrelátásról csak akkor beszélhetünk, ha a meglévő ismeretek birtokában olyan jelenség létre, folyamat végbe-menetelére, új állapot bekövetkezésére következtetünk, amelyről az adott idő-pontban még semmilyen konkrét empirikus ismerettel nem rendelkezünk.

3.1.1. *A tudományos előrelátás fogalma* ily módon magában foglalja azt, hogy általa valamilyen új ismeretet szerzünk, mégpedig következtetések révén a megismerés tárgyáról, ami egyaránt lehet múltbeli, jelenbeli vagy jövőbeli esemény, folyamat, állapot. Ezek alapján a tudományos előrelátás *a megismerés azon formája, s a tudományok azon alapvető funkciója, amelynek folyamatában a már meglévő ismeretekre támaszkodva elméleti és logikai eljárások révén új ismeretet nyerünk a létező vagy létezett, de még ismeretlen, illetve a még nem létező objektumokról.* Már az eddigiek is mutatják, hogy a tudományos előrelátás elméleti alapját a már meglévő ismeretek, ismeret-rendszerek képezik, hogy az előrelátás folyamatában mindig a valóságról nyert korábbi ismeretekből, nevezetesen egyszerűen az adott konkrét szituációra, a valóság adott tartományára vonatkozó *tudományos tényekből*,<sup>21</sup> s másrészt ezen valóságszféra lényegi összefüggéseit visszatükröző *tudományos törvényekből*,<sup>22</sup> vagy ezek rendszereiből, azaz *tudományos elméletekből*<sup>23</sup> indulnak ki, s ezek logikai összekapcsolása eredményeként következtetnek arra, hogy az adott konkrét feltételek esetén ez vagy az az esemény így vagy úgy végbemeget. A tudományos előrelátás tehát feltételezi 1. az ember, alkotó szellemi tevékenységét; 2. az objektív valóság lényegi összefüggéseinek ismeretét; 3. s ezzel együtt maguknak ezeknek a lényegi összefüggéseknek az objektív létét, a jelenségek és folyamatok törvényszerű meghatározottságát, ami az előrelátás ontikus alapját képezi.

3.1.2. *A tudományos előrelátás szubjektív-elméleti oldala* egyszerűen az elméleti alapjául szolgáló tudományos ismereteket, elméleti rendszereket, másfelől az ember alkotó tevékenységének alapját képező szubjektív képességeket, a tudat bizonyos adottságait foglalja magában.

A tudományos előrelátás szubjektív feltétele *a tudat viszonylagos önállósága és aktivitása*, s ezen belül mindenekelőtt az absztraháló képesség, a logikus gondolkodás és az alkotó fantázia jelenti azt az adottságot, amelynek segítségével az előre-

<sup>21</sup> A félreértések elkerülése végett dolgozatunkban különbséget teszünk a »tény« és a »tudományos tény« terminus között: *tény* fogalmán az objektív valóság valamely viszonylag elkülönült, diszkrét eseményét, térbelileg és időbelileg lokalizált jelenségét értjük, amelynek megismerésére a tudományos kutatás irányul. Ezzel szemben *tudományos tény* fogalmán a tudományos (empirikus) ismeretek meghatározott formáját értjük, ami az objektív valóság tárgyainak és folyamatainak, továbbá ezek tulajdonságainak és viszonyainak (röviden a tényeknek) tudományosan már igazolt és nyelvi formában (tudományos terminusokban és jelekben, főként ún. tényrögzítő, faktologikus kijelentésekben) kifejezett visszatükröződése (képmása), s ami ennek következtében az elméleti megismerés kiindulópontja és bázisa. Egyes szerzők a »tény« terminus ezen két értelmének megkülönböztetésére indexet használnak; tény<sub>1</sub>-nek jelölve azt, amit mi »ténynek« neveztünk, s tény<sub>2</sub>-nek a »tudományos tény« (lásd például: V. A. Stoff: *Vvegyenyije v metodologiju naucsnovo poznavanja*. Leningrad, 1972. 107. l.).

<sup>22</sup> Az előrelátás elméleti és ontikus szférájának elhatárolása érdekében különbséget teszünk a »törvény« és a »tudományos törvény« terminus között is: az anyagi világ valamely objektív törvényszerűségének a tudományokban való és nyelvi formában megfogalmazott visszatükröződését (képmását) nevezzük *tudományos törvénynek* (lásd még a 16. jegyzetet is).

<sup>23</sup> Tudományos elmélet a valóság adott tartományára vonatkozó ismeretek logikailag rendszerezett és szükségszerűen igaz rendszere, amely az empirikus adatokat a tudomány nyelvén írja le, a tények kielégítő magyarázatát adja és új tapasztalati eredmények előrelátását, valamint gyakorlati következtetések levonását teszi lehetővé. Logikai szempontból a tudományos elmélet nomologikus kijelentések logikailag összefüggő rendszerének tekinthető.

látás mind a tudományos kutatás, mind a gyakorlati élet területén megvalósul. Ezek a képességek a tudományos ismeretekkel, valamint megfelelő elméleti és logikai módszerekkel párosulva nem csupán a dolgok ismertetőjegyeinek osztályba soroláson alapuló előrejelzését, lineáris eseménysor újabb tagjai bekövetkezésének, vagy az ok alapján az okozat létrejöttének megjósolását teszik lehetővé, hanem új objektumok, korábban nem észlelt jelenségek létezésének, minőségileg eltérő állapotok bekövetkezésének, még ismeretlen törvényszerűségek, strukturális szintek, hatásmechanizmusok létének előrelátását, elvileg új technikai berendezések megtervezését vagy a társadalom jövőjére vonatkozó hipotézisek felállítását is. Az említettek következtében a tudományos előrelátás nem korlátozódik bizonyos empirikus tények előrejelzésére, hanem lehetővé teszi elméleti tételek megállapítását, új tudományos törvények megfogalmazását, a tudományos tények széles körét magyarázó, vagy a valóság még ismeretlen, esetleg még nem is létező tartományának (pl. a kommunizmusnak mint a jövőben kialakuló társadalmi-gazdasági alakulatnak) főbb jegyeit leíró elméleti rendszernek a felállítását, mivel a tudat az említett sajátosságok birtokában képes a felhalmozott ismeretanyagban implicit módon meglévő összefüggéseket explicit formára hozni, viszonylag távoli területekre vonatkozó ismereteket összekapcsolni, s nem utolsó sorban minthogy a tudományos tényeknek a tudományos törvényekkel való összekapcsolása, illetve az utóbbiaknak új empirikus tényekre való alkalmazása olyan tendenciákat világíthat meg, amelyek az emberi tudást messze túlviszik a meglévő ismeretek, tudományos elméletek határain, esetleg forradalmat idéznek elő a tudományban. Az ilyen tudományos forradalmaknak, amikor is az alkotó gondolkodás — új elveket, új tudományos törvényeket kapcsolva be a felhalmozott empirikus tények értelmezésébe — alapvetően megváltoztatja az ismeretek addigi rendszerét, plasztikus elemzését adja *Engels* A Tőke 2. kötetéhez írt Előszavában, ahol összevetve *Marx* közgazdaságtani tevékenységét *Lavoiser* felfedezésével, kimutatja miként forradalmasította az utóbbi a kémiát, az előbbi pedig a politikai gazdaságtant.<sup>24</sup>

3.1.3. *A tudományos előrelátás objektív alapja* az anyagi változások törvényszerű jellege, a valóság tárgyai és jelenségei között fennálló szükségszerű kapcsolatok, amelyek megszabják az események egymásutániségának és a dolgok együttlétezésének, szubordinációjának rendjét, biztosítják a folyamatok bekövetkezésének meghatározott irányát, a fejlődés alapvető tendenciáját. Éppen ez az objektív meghatározottság és törvényszerűség teszi lehetővé, hogy az ember — felismerve ezeket az objektív tendenciákat, rendet, a jelenségek rejtett mechanizmusait, a felszíni tulajdonságok mögött meghúzódó és azokat meghatározó struktúrákat stb. — előrelássa a lineáris mennyiségi változások sorát megszakító minőségi ugrásokat, az események menetének fő vonásait, a folyamatok mélyén ható ismeretlen tényezőket, kiszámítva hatásaikat is, az adott állapotra következő új fejlődési szakasz mennyiségi és minőségi jellemzőit, a fejlődés alapvető irányát és főbb állomásait, és olyan produktumok eszmei képmásait hozza létre, amelyek gyökeresen különböznek az emberi tevékenység minden korábbi termékétől, illetve eredményétől.

Az objektív törvényekkel mint a tudományos előrelátás ontikus szférájának egyik leglényegesebb összetevőjével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy ezek nem csupán az események egymásutániségát meghatározó kauzális, genetikus, mozgási és fejlődési törvények lehetnek, hanem a dolgok és jelenségek együttlétének sajátságosságait, felépítettségét, szubordinációját, mechanizmusát stb. determináló

<sup>24</sup> Lásd *F. Engels: Előszó A tőke II. könyvéhez*. MEM. 24. köt. Bp., 1968, Kossuth. 16—19. l.

strukturális, funkcionális stb. törvények is. Továbbá az előrelátás objektív alapját képezhetik valószínűségi és statisztikus törvényszerűségek is.

A tudományos előrelátás ontikus szférájához tartozik az objektív törvények mellett az a *valóságos szituáció* is, amelyből az előrelátás kiindul, s amelyre végső soron vonatkozik, például amelyre magyarázatul szolgál (a fenti példánkban a külső bolygók pályamódosulásai, „zavarai”). Végül az ontikus szférához kell sorolni az „előrelátás tárgyát”<sup>25</sup> képező objektumot vagy folyamatot is, amelynek létre vagy bekövetkezésére az előrelátás eredményeként következtetnek (példánkban a Naptunusz bolygó).

Az előrelátás ontikus szférájának ezen összetevői természetesen „kívül esnek” az előrelátásnak mint elméleti tevékenységnek a folyamatán, azaz ezek csupán objektív alapját képezik előrelátásnak, de nem részesei annak.

3.1.4. *A tudományos előrelátás komponenseit* az ontikus szféra elemeinek gondolati visszatükröződései alkotják. Ennélfogva ismeretelméleti szempontból a tudományos előrelátás szerkezetéhez az alábbi összetevők tartoznak:

1. az adott konkrét feltételeket, a valóságos szituációt visszatükröző *tudományos tények*, illetve logikai szempontból az ezeket kifejező ténykijelentések (például a külső bolygók pályáira, illetve pályaelteréseire vonatkozó csillagászati megfigyelések, mérések adatai);

2. a valóság adott tartományában ható objektív törvényeket visszatükröző, és az előrelátás folyamatában felhasznált *tudományos törvények*, vagy ezek rendszere, illetve az ezeket kifejező nomologikus kijelentések (például a bolygók mozgásának Kopernikus-, Kepler-, Newton-féle törvényei);

3. végül az előzőek alapján levont konkrét prognózis, azaz az *előrelátás eredménye*, tehát az előrelátás tárgyát leíró kijelentés vagy kijelentések rendszere (például egy ilyen kijelentés: „Léteznie kell egy ilyen és ilyen pályán mozgó, ilyen és ilyen tömegű bolygónak, ami az észlelt pályamódosulásokat kiváltja”).

Az előrelátás folyamatában ezek az elemek természetszerűen összekapcsolódnak egymással oly módon, hogy a tudományos tények és a tudományos törvények alkotják az előrelátás, a prognózis levonásának az alapját. Ez az előrelátás saját-szerűségeinek megvilágítása érdekében meg kell vizsgálni egyrészt ezen elemek szerepét az előrelátás folyamatában, másrészt ezek összekapcsolódásának s ezzel a folyamat megvalósulásának mechanizmusát, azaz az előrelátás (logikai) szerkezetét.

A tudományos tények az előrelátás elméleti kiindulópontját jelentik, hiszen azt a valóságos helyzetet írják le, amely mint probléma-szituáció lép fel. A tudományos tények tehát az előrelátás konkrét kezdeti feltételeit s ezzel együtt azt a tudományos problémát írják le, amelynek megoldását az előrelátás szolgálja. Meg kell azonban említeni, hogy az előrelátás bizonyos típusainál (például a 3.2.3. pontban vizsgálandó nomologikus előrelátásnál) ezt a szerepet is tudományos törvények látják el.

Az előrelátás folyamatában a tudományos törvényeknek van döntő szerepe, ezek képezik az előrelátás *elméleti alapját*. Ez azt jelenti, hogy az *előrelátás mindig tudományos törvények alapján valósul meg*, tudományos törvények nélkül nincs előrelátás, illetve ezek nélkül nem tudományos. Az előrelátást éppen ez különbözteti meg a babonás jóslásoktól, próféciáktól. Igaz, előrelátásról beszélhetünk már

<sup>25</sup> Jobb kifejezés hiányában az »előrelátás tárgya« terminust alkalmazzuk azon (létező vagy létrejövő, illetve létrehozandó, de még ismeretlen) objektum jelölésére, amelyre az előrelátás során következtetnek; a külföldi irodalomban használatos »előrelátandó objektum« kifejezést nehézkesnek és magyartalannak tekintjük.

akkor is, amikor még nem volt tudomány, de az előrelátás akkor is az objektív törvények, a dolgok közötti szükségszerű kapcsolatok ismeretén alapult; s az előrelátás a tudományok kialakulásával, a tudományos ismeretek felhalmozódásával és a tudományos módszerek kidolgozásával párhuzamosan vált tudományossá.

3.1.5. Minthogy elméleti alapját a tudományos törvények képezik, a tudományos előrelátás a megismerés reális folyamatában *szükségképpen kapcsolódik* a tudományok egy másik alapvető funkciójához (s a tudományos megismerés megfelelő formájához), *a tudományos magyarázathoz*. A magyarázat ugyanis az elméleti tevékenység azon formája, amelynek során feltárják az objektum lényegét, belső természetét, s azon objektív törvényszerűségeit, amelyeknek alá van vetve, amelyek meghatározzák szerkezetét, funkcionálását, mozgását. Egy jelenséget vagy folyamatot megmagyarázni tehát annyi, mint megmutatni milyen a természete, lényege, milyen mozgásokat végez, milyen belső ellentmondásokat hordoz, milyen a felépítettsége, milyen irányba változik, azaz milyen törvények határozzák meg keletkezését, fejlődését, működését, struktúráját és funkcióit. Ezért az előrelátás szűksége és elengedhetetlen feltétele a magyarázat, az objektum lényegének, törvényszerűségeinek a feltárása, ismerete.

A tudományos előrelátás és magyarázat kapcsolata azonban ennél összetettebb, sokoldalúbb. Mindenekelőtt *a tudományos magyarázatból szükségszerűen adódnak bizonyos elméleti vagy gyakorlati előrelátások*; egyáltalában a magyarázat csak akkor valóban tudományos, ha előrelátó erővel rendelkezik. Például a magyarázat során a jelenségek egy viszonylag szűk körének vizsgálata alapján feltárva e jelenségek osztályának bizonyos törvényeit, előrelátásokat lehet tenni az osztály még ismeretlen tagjaira, illetve ezek tulajdonságára, mozgására stb. vonatkozólag.

A tudományos magyarázat és az előrelátás e szoros kapcsolat mellett *közös tulajdonságokkal* is rendelkezik. Ez főként *logikai szerkezetük identititásában* fejeződik ki. Hempel és Oppenheim fogalmazta meg először a magyarázat logikájáról írt tanulmányukban<sup>26</sup> a tudományos magyarázat és az előrelátás strukturális azonosságának tézisét, amely szerint a tudományos kutatás e két formájának szerkezete logikai szempontból azonos.

### 3.2. A tudományos előrelátás logikai szerkezete és főbb típusai

Hempel és Oppenheim ezen tétele tulajdonképpen csak a tudományos magyarázat és előrelátás viszonylag egyszerű formáira, elsősorban a tények deduktív úton megvalósuló magyarázatára, illetve előrelátására vonatkozott. Az újabb irodalom a magyarázatot és az előrelátást nem csak a tényekre értelmezi, hanem tudományos törvényekre és elméleti rendszerekre is, s nem csupán deduktív struktúrákat ismer, hanem induktív és analógias struktúrákat is. A magyarázat és az előrelátás strukturális azonosságának tézise azonban kiterjeszthető ezekre a típusokra is.<sup>27</sup>

3.2.1. A tudományos előrelátás és a magyarázat *logikai szerkezetének általános jellemzése*ként az állapítható meg, hogy mind ez, mind az következtetés, illetve következtetések rendszere. Ennek megfelelően mindkettőben a tételek két csoportja,

<sup>26</sup> C. G. Hempel—P. Oppenheim: *The Logic of Explanation*. „Readings in the Philosophy of Science”. Ed. by H. Feigl and M. Brodbeck. New York, 1953.

<sup>27</sup> Vö. E. P. Nyikityin: 1. *Objasznyenyije — funkckija nauki*. Moszkva, 1970; 2. *Objasznyenyije i predszkazanyije*. In: „Logika i empiricseszkje poznyanyije”. Moszkva, 1972.

nevezetesen egyrészt a következtetés premisszáját alkotó tételek, másrészt a következtetés konklúzióját jelentő tétel (vagy tételek) különíthető el. Azt, hogy konkrétan milyen kijelentések alkotják a premisszát és a zárótételt, s ezek hogyan kapcsolódnak össze, a magyarázat, illetve az előrelátás konkrét típusa határozza meg. Általánosságban csupán az állapítható meg, hogy a premissza minden esetben tartalmaz legalább egy nomologikus kijelentést.

A tudománylogikai irodalomban a magyarázat premisszáját alkotó tételeket *explanans*-nak, a zárótételt jelentő kijelentést vagy kijelentéseket pedig *explanandum*-nak nevezik. Az explanans a magyarázó tételként szolgáló nomologikus kijelentéseket, vagyis tudományos törvényeket, továbbá a magyarázandó objektum<sup>28</sup> kezdeti feltételeit, a kiinduló szituációt leíró kijelentéseket, vagyis tudományos tényeket foglal magában; az explanandum viszont a magyarázandó objektumot (pontosabban ennek valamely jelenségét, tulajdonságát) leíró kijelentéssel azonos. A magyarázat pedig logikai szempontból abban áll, hogy az explanandumot megfelelő logikai eljárások segítségével levezetik az explanansból.

A tudományos előrelátás premisszáját alkotó tételeket a tudománylogikai irodalomban *predicens*-nek, a konklúzióját képező kijelentést vagy kijelentéseket pedig *predicendum*-nak nevezik. A predicens egyrészt az előrelátás elméleti alapjául szolgáló nomologikus kijelentéseket, vagyis az előrelátás céljára felhasznált tudományos törvényeket, másrészt azokat a tudományos tényeket foglalja magában, amelyek az előrelátás kiindulópontjául szolgáló valóságos szituációt, a kezdeti feltételeket írják le. Az előrelátás predicenduma viszont az előrelátás tárgyát képező objektumot leíró kijelentés, vagy kijelentések. A predicendum tehát az előrelátás tulajdonképpeni eredményét, a predicensből adódó következtetést tartalmazza. Maga az előrelátás logikai szempontból nem más, mint a predicendum levezetése megfelelő logikai eljárások segítségével a predicensből. Miként a magyarázat esetében is, az előrelátás konkrét mechanizmusát, logikai szerkezetét, formáját számos tényező befolyásolja, s ettől függően az előrelátás (magyarázat) különböző típusa különböztethető meg.

Az előrelátás (magyarázat) logikai szerkezetét meghatározó egyik jelentős tényező a predicendum (explanandum) jellege. Mind az előrelátás tárgya, mind a magyarázandó objektum lehet valamilyen konkrét esemény, tény, továbbá objektív törvényszerűség vagy ezek rendszere. Ennek megfelelően a predicendumot, illetve az explanandumot alkothatja tudományos tényt kifejező kijelentés, illetve ezek rendszere, továbbá nomologikus kijelentés, s végül valamilyen elméleti rendszer, például hipotézis. Az explanandum jellege szerint így módon a tudományos magyarázat három típusa különböztethető meg: 1. *faktologikus* vagy *ténymagyarázat*, amelynek explananduma valamilyen tudomány tény; 2. *nomologikus* vagy *törvénymagyarázat*, amelynél mind az explanans, mind az explanandum tudományos törvényekből áll; 3. *teorelogikus magyarázat*, amelynek explananduma egy, az objektív valóság törvényeinek rendszerét visszatükröző elméleti rendszer, azaz tudományos elmélet vagy hipotézis.<sup>29</sup>

Ehhez hasonlóan a *predicendum jellege alapján* a tudományos előrelátásnak is három típusa különíthető el: 1. *faktologikus* vagy *tényelőrelátás*, amelynek predicenduma valamely tudományos tényt kifejező kijelentés, vagy ezek rendszere, azaz az előrelátás eredménye valamilyen tény előrejelzése (ilyen tényelőrelátásnak tekint-

<sup>28</sup> Magyarázandó objektumon a valóság azon részét, tartományát, a jelenségek azon körét értjük, aminek lényegét, törvényszerűségeit a magyarázat folyamatában igyekeznek feltárni.

<sup>29</sup> A magyarázat ezen típusainak részletes elemzését lásd többek közt: E. P. Nyikityin: idézett művek; Kocsondi A.: *A tudományos modellek magyarázó funkciója*, id. kiad.

hető *Leverrier* prognózisa a Neptunuszról); 2. *nomologikus vagy törvényelőrelátás*<sup>30</sup>, amelynek predicensét is, és predicendumát is nomologikus kijelentések alkotják, vagyis az előrelátás eredményeként új tudományos törvényt fogalmaznak meg (példaként az elektromágneses jelenségek Maxwell-féle elméletére hivatkozhatunk, amelynek általános tételeiből következett a fény elektromágneses hullámtermészetét kifejező törvény); 3. *teorelogikus előrelátás*, amelynek predicenduma valamilyen elméleti rendszer, általában hipotézis, vagyis az előrelátás eredményeként a valóság egy területét, a tények széles körét leíró-magyarázó elméleti rendszert állítanak fel (példaként *Marx* és *Engels* kommunizmusra vonatkozó prognózisára utalhatunk).

3.2.2. *A faktologikus előrelátás (tényelőrelátás)* úgy valósul meg, hogy már ismert tudományos törvények, valamint az előrelátás kezdeti feltételeit leíró ténykijelentések alapján új ténykijelentést fogalmaznak meg, ami egy addig ismeretlen tény leírása. A tényelőrelátás során tulajdonképpen az ismert törvény vagy törvények hatókörébe tartozó még ismeretlen jelenség létrehozásáért dolgoznak. Logikai szempontból a faktologikus előrelátás úgy jelenik meg, mint néhány nomologikus és faktologikus kijelentés összekapcsolásából (konjunkciójából) adódó következtetés deduktív levezetése.

Legyen  $T$  a valóság adott tartományát leíró tudományos elmélet;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  a  $T$  elmélethez tartozó, s a valóság ezen tartományában ható  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényeket nyelvi formában visszatükröző tudományos törvények; legyen továbbá az  $a$  jelenség a valóság ezen tartományához és az  $l_1, l_2, \dots, l_n$  törvények hatókörébe tartozó még ismeretlen esemény, folyamat, tulajdonság stb., ami az előrelátás tárgyát képezi;  $E$  jelentse az  $a$  jelenséget,  $C_1, C_2, \dots, C_k$  pedig az előrelátás kezdeti feltételeit, a kiinduló szituációt leíró ténykijelentést, illetve ezek rendszerét. Logikai szempontból egy adott jelenséget, vagy ezek rendszerét valamely  $T$  elmélet alapján előrelátni azt jelenti, hogy az  $a$  jelenséget leíró  $E$  ténykijelentést logikailag levezetik az adott  $T$  elmélet bizonyos  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentéseinek, valamint az előrelátás kezdeti feltételeit leíró  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentéseknek a konjunkciójából. Ennek megfelelően a tények tudományos előrelátásának logikai szerkezetét (a ténymagyarázattal azonos módon) az alábbi séma fejezi ki:

$$[(L_1, L_2, \dots, L_n) \wedge (C_1, C_2, \dots, C_k)] \vdash E,$$

ahol a szögletes zárójel a predicenszt tartalmazza, az  $E$  pedig a predicendum;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  az előrelátás elméleti alapját képező tudományos törvényeket kifejező nomologikus kijelentések,  $C_1, C_2, \dots, C_k$  az előrelátás kezdeti feltételeit leíró ténykijelentések;  $\wedge$  a konjunkció,  $\vdash$  a deduktív logikai következtetés jele.

A tudományos előrelátás legegyszerűbben akkor megy végbe, amikor egyetlen tudományos törvény és egy konkrét kezdeti feltételt visszatükröző tudományos tény alapján valamilyen másik tudományos tény előrejelzése következik be. Ekkor az előrelátás logikai szempontból tulajdonképpen nem más, mint egy egyszerű deduktív séma szerint végbemenő következtetés, amelynek során az adott tudományos törvényt kifejező  $(x)$  alakú nomologikus kijelentés, valamint az adott kezdeti feltételt, nevezetesen a szóban forgó törvény hatókörébe tartozó konkrét tény bekövetkezését, vagy adott tulajdonság fennállását leíró  $Pa$  kijelentés konjunkciójából egy, az adott törvény hatókörébe tartozó másik tényt leíró  $Qa$  kijelentésre következtetnek. Ekkor az előbbi séma az alábbi egyszerűbb sémába megy át:

<sup>30</sup> A félreértések elkerülése érdekében megjegyezzük, hogy a «törvényelőrelátás» terminusban (s hasonlóképpen a «törvénytudomány» terminusban is) a 'törvény' szó a predicendum (explanandum) jellegére utal, azaz nem törvény alapján megvalósuló előrelátásról (magyarázatról) van szó e típus esetében, hiszen az előrelátás (magyarázat) valamennyi formája tudományos törvényeken alapul, hanem tudományos törvények az előrelátásáról (magyarázatáról).

$$\frac{(x) (Px \rightarrow Qx)}{Pa} \\ \hline Qa$$

ahol a vízszintes vonal felett a predicens, alatta pedig a predicendum található; maga a vízszintes vonal a deduktív logikai következés relációját fejezi ki.

Ezt a sémát az alábbi példával világítjuk meg: legyen az előrelátás predicense a következő két kijelentés: 1. „Ha a vezetéken elektromos áram halad keresztül, akkor a vezeték körül mágneses mező alakul ki” [(x) (Px → Qx) alakú nomologikus kijelentés]; 2. „Az adott vezetéken elektromos áram halad keresztül” (a kezdeti feltételt leíró Pa kijelentés). A fenti séma szerint e két kijelentésből logikailag következik ez a kijelentés: „Az adott vezeték körül mágneses mező alakul ki” (az előrelátás eredményét jelentő Qa kijelentés).

E példa alapján ismételten belátható, hogy minden tudományos magyarázat előrelátó erővel rendelkezik: a tudományos törvény a valóság olyan tartományának magyarázatára szolgál, ami általában végtelen. Ugyanakkor a törvény hatókörébe tartozó megfigyelt jelenségek köre szükségképpen véges. Ezért minden tudományos törvény esetében fennáll a lehetőség, hogy következtetéseket vonjanak le a hatókörébe tartozó, de még nem megfigyelt jelenségekre, illetve az újabb szituációkban előrelássák a törvény hatókörébe tartozó események bekövetkezését megfelelő feltételek mellett.

3.2.3. A *nomologikus előrelátás (törvényelőrelátás)* strukturális szempontból eltér a tényelőrelátástól: az utóbbinál, amint láttuk, jelentős szerepet játszanak azok a speciális ismeretek, tudományos tények, amelyek az előrelátás kezdeti feltételeit, a valóságos szituációt írják le. Ezzel ellentétben a törvényelőrelátás során ilyen speciális ismeretekre nincs szükség, az előrelátás ezen típusa tisztán tudományos törvények alapján valósul meg. Ez azt jelenti, hogy a törvényelőrelátás predicensét is, és predicendumát is nomologikus kijelentések alkotják.

A nomologikus előrelátás folyamatában vagy 1. az adott  $T_1$  elmélet két vagy több tudományos törvényéből a  $T_1$  elmélethez tartozó, de korábban ismeretlen tudományos törvényre, vagy 2. a valóság valamely nagy területét, a jelenségek szélesebb körét átfogó  $T_2$  tudományos elmélet általános törvényei alapján ugyanezen valóság tartomány viszonylag kisebb területére, a szóban forgó jelenségek szűkebb körére vonatkozó, s a  $T_2$  elmélet határesetét alkotó  $T_1$  elmélethez tartozó specifikusabb törvény létezésére, vagy pedig 3. egy fejlődési folyamat általánosabb törvényeiből (az általános fejlődéselméletet jelentő  $T_2$  elmélet törvényeiből) e folyamat meghatározott szakaszán ható különös törvény(ek)re (e szakaszt leíró  $T_1$  fejlődéselmélet törvényére) következtetnek.

Az első esetben a tudományos előrelátás predicensét a  $T_1$  elmélet már ismert  $L_1, L_2, \dots, L_n$  tudományos törvényei alkotják, predicendumát pedig az ezekből logikailag levezethető, eddig ismeretlen, vagy legalábbis empirikusan még nem igazolt  $L_m$  tudományos törvény jelenti. A deduktív nomologikus előrelátás logikai szerkezetét ebben az esetben az alábbi sémával fejezhetjük ki:

$$T_1(L_1, L_2, \dots, L_n) \vdash T_1(L_m),$$

ahol  $T_1(L_1, L_2, \dots, L_n)$  nomologikus kijelentések a tudományos előrelátás predicensét,  $T_1(L_m)$  pedig predicendumát jelenti;  $\vdash$  a deduktív logikai következés jele.

A két utóbbi esetben a tudományos előrelátás predicensét az átfogóbb  $T_2$  elmélet tudományos törvényei alkotják, s ezek alapján a kevésbé átfogó  $T_1$  elmélethez tartozó specifikusabb törvény fennállására következtetnek. (Így például dia-

lektika tudományának általános fejlődéstörvényeiből következtetni lehet a társadalmi haladás-elmélet bizonyos törvényeire). Ha  $T_2(L_1, L_2, \dots, L_n)$  már feltárt és igazolt nomologikus kijelentések rendszere, amelyből deduktíve levezethető valamely empirikusan még nem bizonyított, s a tudományos törvények előbbi rendszeréhez (vagyis a  $T_2$  elmélethez) nem tartozó  $T_1(L_i)$  nomologikus kijelentés, akkor az ilyen deduktív nomologikus előrelátás logikai szerkezetét az alábbi séma fejezi ki:

$$T_2(L_1, L_2, \dots, L_n) \vdash T_1(L_i),$$

ahol  $T_2(L_1, L_2, \dots, L_n)$  nomologikus kijelentések a tudományos előrelátás predicensét,  $T_1(L_i)$  nomologikus kijelentés pedig a predicendumát alkotja;  $\vdash$  a deduktív logikai következés jele.

A tudományos törvény előrelátása legegyszerűbben úgy valósul meg, hogy két, már meglévő tudományos törvény összekapcsolásából (konjunkciójából) egy harmadik, ezideig még ismeretlen, vagy legalábbis empirikusan még nem igazolt tudományos törvény fennállására következtetnek. Ebben az esetben a tudományos előrelátás predicensét tehát mindössze két nomologikus kijelentés alkotja, s az előrelátás predicenduma is természetesen nomologikus kijelentés. Ekkor a deduktív törvényelőrelátás logikai szerkezetét kifejező fenti sémák az alábbi, viszonylag egyszerű deduktív sémába mennek át:

$$\frac{\begin{array}{l} (x) (Fx \rightarrow Gx) \\ (x) (Gx \rightarrow Hx) \end{array}}{(x) (Fx \rightarrow Hx)}$$

ahol a vízszintes vonal felett a tudományos előrelátás predicensét alkotó nomologikus kijelentések, alatta pedig a predicendumát jelentő nomologikus kijelentés található; maga a vízszintes vonal a logikai következtetés relációját fejezi ki.

A nomologikus előrelátás logikai szerkezete megegyezik a törvénytárgyat logikai struktúrájával, amennyiben mind a következtetés deduktív formája, mind a bennük szereplő egyes kijelentések jellege (nomologikus kijelentések) tekintetében azonosak egymással. A törvényelőrelátás logikai szerkezetének vizsgálata alapján megállapítható az is, hogy ez valóban összetettebb, bonyolultabb a tényelőrelátás logikai szerkezeténél; a tudományos előrelátás predicensét ugyanis ebben az esetben a tudományos törvények — mégpedig nem ritkán az általánosság különböző szintjén álló törvények — egész sora alkotja, s az előrelátás predicenduma sem egy vagy néhány tudományos tény, sőt időnként nem is pusztán egyetlen tudományos törvény, hanem ezek egész rendszere.

3.2.4. *A teorelogikus előrelátás* bizonyos értelemben a törvényelőrelátás speciális esetének is tekinthető, ha ugyanis a tudományos előrelátás predicenduma a tudományos törvények (illetve általános kijelentések) rendszere, a nomologikus előrelátás át megy teorelogikusba, aminek predicenduma ily módon az általános kijelentések valamilyen rendszere. A teorelogikus előrelátás eredménye tehát mindig valamilyen elméleti rendszer, mégpedig általában empirikusan még nem, vagy nem kellően igazolt elméleti rendszer, azaz hipotézis.<sup>31</sup> Egy elméleti rendszert természetesen nem lehet néhány tudományos törvényből levezetni, hanem ebben az esetben az előrelátás predicensét is egy vagy több tudományos elmélet alkotja. A teorelogikus

<sup>31</sup> Ezért a tudományos előrelátás ezen típusát a predicendum jellege alapján hipotézis-előrelátásnak is nevezhetnénk.



előrelátás példaként a marxizmus-leninizmus klasszikusaira hivatkozhatunk, akik a társadalmi totalitás általános fejlődési és strukturális törvényeire (a materialista történefetföfogásra) támaszkodva feltárták egy adott (s még nem létező) társadalmi-gazdasági alakulat, a kommunizmus különös törvényeit, kidolgozták erre vonatkozó tanításukat, a kommunizmus elméletét.

A tényelőrelátáshoz hasonlóan itt is szükség van bizonyos speciális ismeretekre, például a két valóságsszféra közötti viszonyokat, vagy a fejlődési folyamat adott szakaszát megelőző fok (példánkban a kapitalizmus) sajátosságait visszatükrözö tudományos törvényekre és a két szakasz összefüggésére vonatkozó ismeretekre. Pontosabban arról van szó, hogy egy, még ismeretlen, vagy nem kellően ismert valóságsszféra (példánkban a kommunizmus) törvényszerűségeit visszatükrözö tudományos elméleti rendszer előrelátásához elméleti alapként a tudományos elméletek egész sorát kell felhasználni. A tudományos előrelátás predicensét tehát az általánosság különböző fokán álló tudományos elméletek, illetve ezek tudományos törvényei alkotják, predicendum pedig valamilyen, általában még nem teljesen kidolgozott és bizonyított, tehát hipotetikus jellegű és empirikus igazolásra szoruló elméleti rendszer.

Amennyiben a tudományos előrelátás predicensét bizonyos  $T_1, T_2, \dots, T_n$  tudományos elméletek képezik, predicendum pedig valamilyen, az előző elméletekhez nem tartozó  $H$  hipotézis, akkor a deduktív teorelogikus előrelátás logikai szerkezetét a következő sémával fejezhetjük ki:

$$(T_1, T_2, \dots, T_n) \vdash H,$$

ahol  $T_1, T_2, \dots, T_n$  a tudományos előrelátás predicensét alkotó tudományos elméleteket jelöli,  $H$  pedig az előrelátás predicendumát alkotó hipotézis;  $\vdash$  a logikai következés jele.

A tudományos előrelátás e típusának logikai felépítése, amennyiben a predicens alkotó tudományos elméletekből, illetve ezek nomologikus kijelentéseiből logikai szükségszerűséggel következik a predicendumot alkotó elméleti rendszer, illetve ennek nomologikus kijelentései, deduktív jellegű. Ilyen deduktív levezetésre azonban jórészt csak a formalizált elméleti rendszerek esetében van lehetőség. Éppen ezért a tudományos megismerés reális gyakorlatában a deduktív struktúrák mellett jelentős szerepet játszanak az induktív és analógiás következtetéseken alapuló előrelátások.

3.2.5. *Az induktív és az analógiás előrelátásra* logikai szempontból az a jellemző, hogy az előrelátás predicendum nem vezethető le logikai szükségszerűséggel a predicensből. Ilyen szituáció természetesen nem csupán a teorelogikus előrelátás kapcsán fordulhat elő, hanem tudományos tények és tudományos törvények előrejelzése során is. Ezekben az esetekben a predicendum (illetve ennek igazsága) csak meghatározott logikai valószínűséggel megalapozott.

*Az induktív előrelátás* igen gyakran statisztikus törvény alapján megy végbe, vagyis az előrelátás predicensét alkotó nomologikus kijelentések között legalább egy statisztikus törvény szerepel; az előrelátás predicendum pedig valamilyen, e törvény hatókörébe tartozó jelenségek leírása. Az előrelátás e típusa mindig tényelőrelátás, azaz néhány tudományos törvény, amelyek között statisztikus törvény is szerepel, továbbá az előrelátás kezdeti feltételeit leíró specifikus ismeretek, tudományos tények alapján egy újabb, nem-statisztikus tudományos tényre következhetnek. Ki kell emelni, hogy az előrelátás nem a predicensben felhasznált statisztikus törvény, hanem logikai felépítése következtében induktív, hiszen önmagában az, hogy a predicens statisztikus törvényt tartalmaz, nem változtatja meg deduktív

felépítését.<sup>32</sup> Az előrelátás e típusának a felépítése azért induktív, mert részben vagy egészben *statisztikus* törvényekből és a konkrét feltételeket leíró nem-statisztikus ténykijelentésekből nem lehet deduktív módon levezetni egy *nem-statisztikus* zárótételt.

Ha az előrelátás predicensében szereplő  $L_1, L_2, \dots, L_n$  tudományos törvényeket, melyek közül legalább egy statisztikus, e jellegre is utalva összességében így jelöljük:  $H(L_{st})$ ; az előrelátás konkrét feltételeit leíró ténykijelentéseket pedig így:  $H(C)$ , akkor az induktív statisztikus tényelőrelátás logikai szerkezetét a következő sémával fejezhetjük ki:

$$[H(L_{st}) \wedge H(C)] \vdash E,$$

ahol a szögletes zárójel a predicenst tartalmazza,  $E$  pedig a predicendum;  $\wedge$  a konjunkció,  $\vdash$  viszont az induktív logikai következés jele.

Az induktív statisztikus előrelátás nem teszi lehetővé az egyedi jelenségek tetszőleges pontosságú előrejelzését, az események egyértelmű tér-időbeli lokalizációját, ezért mindig valószínű ismeretet szolgáltat.<sup>33</sup> Ennek ellenére az előrelátás e típusát, illetve általában a statisztikus törvényeken alapuló prognózisokat széleskörűen és eredményesen alkalmazzák a társadalmi élet területén.<sup>34</sup>

Az *analógiás előrelátás* leggyakrabban és legsikeresebben alkalmazott formája a modell közvetítésével megvalósuló előrelátás, amelynek részletes vizsgálatát a 4. fejezetben adjuk.

### 3.3. A tudományos előrelátás és a magyarázat különbsége

Amint az előzőekben hangsúlyoztuk, a tudományos előrelátás logikai szerkezete azonos a tudományos magyarázat logikai struktúrájával. Logikai felépítésük egybeesése azonban korántsem jelenti a tudományos kutatás ezen eljárásainak azonosságát. A tudományos megismerés ezen formái közös jellemzőik mellett specifikus vonásokkal is rendelkeznek, s ennek következtében nem egy vonatkozásban különböznek is egymástól, és szükségképpen eltérő funkciót töltenek be a kutatás folyamatában.

3.3.1. A tudományos magyarázat és az előrelátás között különbség található az *idő-factor* tekintetében: a magyarázat elsősorban a múltra és a jelenre vonat-

<sup>32</sup> Ez azt jelenti, hogy az induktív statisztikus előrelátás mellett deduktív logikai szerkezetű statisztikus előrelátás is lehetséges, amikor a predicenst alkotó — részben vagy egészben statisztikus — tudományos törvényekből (és a nem statisztikus tudományos tényekből) deduktív úton valamilyen *statisztikus* ténykijelentésre következtetnek. Például az alábbi előrelátás teljes egészében megfelel a deduktív tényelőrelátás egyszerűsített sémájának:

„Minden  $x$ -re, ha  $x$   $P$  tulajdonsággal rendelkezik, akkor  $x$   $p$  valószínűséggel a  $Q$  tulajdonsággal is rendelkezik.”  
 „ $a$  rendelkezik a  $P$  tulajdonsággal”

„ $a$   $p$  valószínűséggel rendelkezik a  $Q$  tulajdonsággal.”

<sup>33</sup> Az induktív előrelátás részletesebb elemzését lásd: C. G. Hempel: *Aspects of Scientific Explanation*, New York, 1965. 381—412. l.; E. P. Nyikityin: *Objasznyenije i predszkazanyije*. id. kiad., 119—131. l.

<sup>34</sup> A társadalmi prognózisok, valamint a statisztikus előrelátások sajátságosainak behatóbb elemzését lásd például: M. Bunge: *Az okság*. id. kiad., 389—402. l.; Kocsondi A.: *Tudományos előrelátás és társadalmi tevékenység*. „Tanulmányok 1975” (MSZMP Békés megyei Bizottsága Oktatási Igazgatóság Kiadványa). Békéscsaba, 1975. 127—146. l.

kozik, az előrelátás viszont inkább a jelenre és a jövőre irányul.<sup>35</sup> E különbségre annak idején már *Hempel* és *Oppenheim* is felhívta a figyelmet; véleményük szerint a magyarázat és az előrelátás közötti különbség „pragmatikus jellegű. Ha *E* adott, azaz ha tudjuk, hogy az *E* által leírt jelenség már megtörtént, és utólag adjuk meg a  $C_1, C_2, \dots, C_k, L_1, L_2, \dots, L_n$  tételek megfelelő sorát, akkor az adott jelenség magyarázatáról beszélünk. Ha az utóbbiak adottak, és *E*-t az általa leírt jelenség létrejötté előtt vonják le, akkor előrelátásról beszélünk. Azt lehet mondani tehát, hogy a magyarázat nem teljesen adekvát, ha explanansa — az idő figyelembevételével — nem szolgálhat a vizsgált jelenség előrelátásának alapjául.”<sup>36</sup> Az időfaktor tekintetében fennálló különbséget ennek megfelelően abban foglalhatjuk össze, hogy a magyarázat időpontjában már bizonyos mértékig ismert a magyarázandó jelenség, tudunk létezéséről, s csupán a jelenség belső törvényszerűségei ismeretlenek. Ezzel szemben az előrelátás kezdetekor az előrelátás tárgya még teljesen ismeretlen, legfeljebb más objektumokra gyakorolt néhány hatása ismeretes (mint például a külső bolygók pályazavarai a Neptunusz felfedezése előtt), sőt igen gyakran az adott jelenség még nem is létezik.

3.3.2. A tudományos magyarázat és az előrelátás közötti leglényegesebb különbség *ismeretelméleti vonatkozásban*, ezen belül e módszereknek a tudományos megismerés folyamatában játszott szerepük tekintetében áll fenn: a tudományos magyarázat során az *E* kijelentésből indulunk ki, ami valamilyen létező vagy létezett eseményt, jelenséget, illetve egy tudományos törvényt ír le; a tudományos előrelátás folyamatában ezzel ellentétben az *E* kijelentés, ami itt valamilyen létező, de ismeretlen, még nem megfigyelt, esetleg még nem is létező jelenségre, illetve egy jövőendő állapot objektív törvényeire vonatkozik, nem kiindulópont, hanem végeredmény. Ebből adódóan a magyarázat alkalmával egy megfigyelt, leírt eseményhez, vagy egy kevésbé általános tudományos törvényhez keresik azokat az (esetleg még fel nem tárt) törvényszerűségeket (okokat, mechanizmusokat stb.), amelyek lehetővé teszik ennek a tudományos ténynek vagy tudományos törvénynek az értelmezését, tehát amelyek alapját, okát, meghatározóját stb. képezik az *E* által leírt jelenségnek vagy törvénynek. A tudományos magyarázat folyamatában ily módon a megismerés az egyes tényektől az általános törvény, vagy a kevésbé általános törvénytől az általánosabb, átfogóbb törvény felé halad, s a magyarázat célja a már ismert jelenség, törvény lényegének a feltárása.

A tudományos előrelátás folyamatában ezzel szemben a tudományos törvényekből indulnak ki, s ezek alapján következtetnek az adott esemény vagy a kevésbé általános, kisebb hatókörű törvény fennállására; vagyis itt a megismerés az általános törvénytől az egyes tények felé, illetve az általánosabb, átfogóbb törvényektől a kevésbé általános, kevésbé átfogó törvények felé halad<sup>37</sup>; s a tudományos előrelátás alapvető feladata új tudományos tények, új tudományos törvények levonása.<sup>38</sup>

<sup>35</sup> Vö. A. Rakitov: *A tudományos ismeret anatómiája*. Bp., 1971. Kossuth. 140. l.

<sup>36</sup> C. G. Hempel, P. Oppenheim: i. m., 322—323. l. Nyilvánvaló, hogy a szerzők ezen véleménye nem csupán a ténymagyarázatra és a tényelőrelátásra vonatkozik.

<sup>37</sup> Ez azonban nem azt jelenti, hogy a magyarázat induktív, az előrelátás pedig deduktív folyamat, hanem csupán azt, hogy a magyarázat dinamikájára nem progresszív, hanem regresszív dedukció jellemző (már amennyiben egyáltalán deduktív magyarázatról van szó). (Vö. E. P. Nyikityin: *Objasznyenyije i predszkazanyije*. Id. kiad., 132. l.)

<sup>38</sup> Bizonyos esetekben az előrelátást felhasználják elméleti rendszerek (hipotézisek) igazolására is. Közismerten ilyen módon igazolódott például *Kopernikusznak* a Naprendszer heliocentrikus felépítésére vonatkozó hipotézise is. A hipotézisből levont előrelátások kísérleti, empirikus igazolása ugyanis nagymértékben megerősíti, esetleg egyértelműen bizonyítja az adott elméleti rendszer igaz voltát.

A magyarázat és az előrelátás gnoszeológiai funkciója közötti különbséget a fentiek alapján a következőkben foglalhatjuk össze: a tudományos magyarázat célja az, hogy az  $E$  kijelentésből és a magyarázandó objektum kezdeti feltételeit leíró  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentésekből kiindulva feltárják azokat az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentéseket, amelyek a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  kijelentésekkel együtt lehetővé teszik az  $E$  kijelentés logikai levezetését. A tudományos előrelátás célja viszont az, hogy explicit formára hozza az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések, valamint a valóságos szituációt leíró  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések összekapcsolásából fakadó ismeretet, azaz itt az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  és a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  kijelentésekből indulnak ki, s ezek konjunkciójából vezetik le logikailag az  $E$  kijelentést, ami az előrelátás kezdetén még meg sem fogalmazódott.

3.3.3. A tudományos magyarázat és az előrelátás ismeretelméleti vonatkozásban fennálló különbségéből adódik, hogy eltérő megvalósulásuk folyamata is, azaz a tudományos megismerés e formáinak *dinamikus struktúrája* is különböző.<sup>39</sup> Ha a magyarázat és az előrelátás dinamikus struktúráját logikai szempontból vizsgáljuk, akkor a fenti különbség az alábbiakban fejeződik ki: a tudományos magyarázat folyamatának kiindulópontja az explanandum, vagyis a magyarázat a magyarázandó objektum kiválasztásával, s az ezt leíró  $E$  kijelentés megfogalmazásával kezdődik, majd ezt követően rögzítik a magyarázat kezdeti feltételeit, vagyis a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentéseket; s a feladat a magyarázat alapjául szolgáló tudományos törvények feltárása, azaz azon  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések felállítása, melyeknek a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  kijelentésekkel való konjunkciójából logikailag levezethető az  $E$  kijelentés. Ezután összekapcsolják az explanandumot az explananssal, s az előbbi logikailag levezetik az utóbbiból. Ennélfogva a tudományos magyarázat dinamikus struktúrájának időrendi sorban a három legfontosabb mozzanata: 1. az explanandum megfogalmazása, felállítása; 2. az explanans kiválasztása; 3. a dedukció végrehajtása.

Ezzel szemben a tudományos előrelátás folyamatában a predicens jelenti a kiinduló pontot, ezért itt (például a tényelőrelátás során) a kezdeti feltételeket leíró  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentésekből indulnak ki, majd feltárják az előrelátás elméleti alapjául szolgáló tudományos törvényeket, azaz azon  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentéseket, melyek a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  kijelentésekkel együtt lehetővé teszik az  $E$  kijelentés levonását. A predicens megállapítása után végrehajtják a szükséges logikai eljárásokat, s így kapják meg az előrelátás eredményét, vagyis a predicendumot jelentő  $E$  kijelentést. A tudományos előrelátás dinamikus struktúrájának főbb mozzanatai időbeni sorrendben tehát a következők: 1. a predicens felállítása; 2. a dedukció megvalósítása; 3. a predicendum megállapítása és empirikus ellenőrzése. A fentiek egyértelműen mutatják, hogy „a magyarázat dinamikus struktúrája elvileg sohasem lehet azonos (a statikus struktúrája szerint vele egytípusú) előre-

<sup>39</sup> Pecsenkin szovjet filozófus ezt az eltérést „az elméleti és a kísérleti törvények eme eljárásokban való részvételének időbeni egymásutánosságában” rejlő különbségként fogja fel. Ezért úgy véli, hogy a magyarázat és az előrelátás logikai szerkezetét leíró Hempel—Oppenheim—Popper-féle modellt (sémát) ki kell egészíteni „a magyarázat és az előrelátás stádiumainak leírásával. Az elméleti magyarázat stádiumai: a) a magyarázat alá vetendő kísérleti törvény megállapítása; b) a kísérleti törvény magyarázatához szükséges törvények rendszerének megállapítása; c) a dedukció megvalósítása.

Az elméleti előrelátás stádiumai: a) az előrelátáshoz szükséges törvények rendszerének megállapítása; b) az új törvény dedukciója ebből a rendszerből; c) e törvény igazolása empirikus adatok segítségével”. (A. A. Pecsenkin: *Logiko-metodologicseskije problemi jesztyesztyvennonaucsnovo znanija*. Voproszi Filozofii, 1967. 8. sz., 92—93. l.). A magyarázat és az előrelátás statikus és dinamikus struktúráját megkülönbözteti Nyikityin is (lásd: id. művek).

látás dinamikus struktúrájával.”<sup>40</sup> A magyarázat és az előrelátás dinamikus struktúrájának ezen különbsége — ismételten hangsúlyozzuk — csupán formai kifejeződése ismeretelméleti sajátosságai és funkcióik különbségének.

3.3.4. Különbség található a tudományos magyarázat és az előrelátás eredményeként nyert ismeret jellegében is: a tudományos magyarázat a valóság többé-kevésbé végérvényes értelmezésére, az objektum tényleges törvényszerűségeinek feltárására irányul, s deduktív logikai szerkezete révén szükségszerűen igaz zárotételt (ismeretet) nyújt; természetesen ismeretelméleti szempontból figyelembe kell venni, hogy ismereteink mindig csupán relatív igazságok. A tudományos előrelátás ezzel szemben igen gyakran hipotetikus jellegű és csak valószínű ismeretet nyújt, ami még empirikus ellenőrzésre és igazolásra szorul. „De a jóslás és a magyarázat logikai struktúrájának azonossága nem jelenti természetük vagy jellegük azonosságát; a jóslás episztemológiailag nem ugyanaz, mint a leírás és a magyarázat, hiszen, mint mindenki tudja, a jóslást egy sajátos fajta bizonytalanság kíséri.”<sup>41</sup> Bunge ezen szavaihoz két megjegyzést fűzünk: 1. az előrelátást Bunge a jóslás egyik formájaként értelmezi, ezért a fentiek az előrelátásra is vonatkoznak; 2. úgy véljük, bizonyos esetekben — főként az egyszerű deduktív sémának megfelelő tényelőrelátás esetén — ez az elméleti-logikai eljárás is adhat szükségszerűen igaz zárotételt. Ezért az előrelátás során nyert ismeret valószínűségének foka a bizonytalan sejtéstől a szükségszerűen igaz konklúzióig igen különböző lehet. Az előrelátás eredményének bizonytalanságát, illetve valószínűségének, pontosságának fokát számos tényező befolyásolja: az előrelátás elméleti alapját képező tudományos törvény jellege, a valóság adott területének sajátosságai, ismereteink adekvátságának mértéke, az alkalmazott (logikai) módszerek s í.t.

\* \* \*

A fenti különbségek egyértelműen mutatják, hogy a tudományos előrelátás a megismerés, az elméleti tevékenység viszonylag önálló formája, a tudományok sajátos funkciója, ami specifikus vonásai következtében eltér a tudományos megismerés más formáitól, illetve a tudományos elmélet egyéb funkcióitól, köztük a tudományos magyarázattól is.

#### 4. A modell közvetítésével megvalósuló előrelátás

Mind a gyakorlati élet, mind az elméleti megismerés területén gyakorta adódnak olyan szituációk, amikor nem rendelkezünk az előrelátás levonásához szükséges ismeretekkel (tudományos törvényekkel, esetleg tudományos tényekkel), s ugyanakkor az adott gyakorlati vagy elméleti feladat megkívánja az objektum még ismeretlen tulajdonságainak, jövőbeni állapotának, viselkedésének előrejelzését. Ilyenkor az előrelátás megvalósításának szinte egyedüli útja a modellmódszer alkalmazása, amelynek során az objektum ismeretlen tulajdonságainak, jövőbeni állapotának előrejelzése az objektum modelljének tanulmányozása révén valósul meg. A tudományos előrelátás e formáját nevezzük modell-előrelátásnak, s a tudományos modelleknek az előrelátás folyamatában betöltött funkcióját pedig előrelátó (prediktív) funkciónak.

A modell-előrelátás, illetve a modellek prediktív funkciójának jellemzése céljából előljáróban röviden vázoljuk azokat a főbb szituáció-típusokat, amelyek-

<sup>40</sup> E. P. Nyikityin: *Objasznyenyije i predszkazanyije*, I. d. kiad., 132. l.

<sup>41</sup> M. Bunge: *Az okság*, I. d. kiad., 380—381. l.

ben e módszerhez folyamodnak. A szituáció-típusok bemutatásával, úgy véljük, megvilágíthatjuk egyfelől azokat az előrelátással kapcsolatos jelentősebb feladatokat, amelyek megoldására a modellezést felhasználják, s másfelől magának a modellek előrelátó funkciójának néhány jellemző vonását.

#### 4.1. *A modell-előrelátás alkalmazásának főbb területei*

Ilyen vagy olyan okok következtében a társadalmi élet valamennyi területén szükségessé válhat, hogy modelleket alkalmazzanak előrelátás céljára. Ugyanakkor a modellmódszer univerzális jellege következtében alkalmas is arra, hogy a legkülönbözőbb területeken előrelátó funkciót töltsön be.

4.1.1. *A mindennapi élet területén*, amint erre már a Bevezetésben utaltunk, az ember kezdettől fogva tevékenységének és hatásainak tervezése, előrelátása során igen gyakran korábbi hasonló cselekedeteiből és ezek következményeinek számbavételéből indult ki, amikor is ezek az előző tevékenységformák és hatásmechanizmusaik modellként funkcionáltak az új tevékenység számára. Helytelen lenne azonban úgy vélni, hogy a modellek és analógiák alapján végbemenő előrelátások csak az emberi történelem hajnalán, az ismeretek kezdetleges és hiányos volta következtében képezték az emberi gyakorlat, a mindennapi tevékenység kiindulópontját. Ellenkezőleg, a társadalom fejlődésével és az ismeretek bővülésével egyre inkább nőtt a modellen alapuló előrelátás szerepe a társadalom életének egészében, így a mindennapi élet területén is. Az analógiák és modellek, illetve a segítségükkel megvalósuló előrelátások napjainkban is jelentős szerepet játszanak az emberek gyakorlati, mindennapi életében, a teleológikus tételezések egyik elméleti alapját és kiindulópontját ma is az előző tevékenységekkel való analógia képezi.

4.1.2. *A termelőerők és a technika fejlődésével különösen megnövekedett a modellek, illetve a modellelőrelátások szerepe a termelés, s ezen belül a technikai kutatások és a tervező munka terén*, s napjainkban is ez a modell-előrelátás egyik legfontosabb alkalmazási területe.

Egy-egy új technikai berendezés tervezésénél például igen fontos figyelembe venni a külső környezeti hatásokat, illetve azt, hogy a tervezett berendezés, létesítmény miként viselkedik majd adott feltételek, környezeti hatások mellett, miként reagál a külső feltételek változására stb. Ilyenkor e hatások tényleges értékeinek kiszámítása érdekében elkészítik a létesítendő technikai berendezés (általában méretarányosan kicsinyített, ritkábban nagyított) modelljét, s ezen tanulmányozzák a „természetes” környezeti feltételek hatását. Példaként hivatkozhatunk a repülőgépmo-  
dellek szélkamrában történő vizsgálatára.

Más esetekben viszont éppen azt kell számításba venni a tervező munka során, hogy az új létesítmény milyen hatást gyakorol környezetére, miként befolyásolja az adott terület természeti folyamatait. Példaként a vízierőművek, völgyzárók, nagyobb ipari létesítmények tervezésére utalhatunk. Ezekben az esetekben is még a tervező munka során megépítik az adott természeti környezet és az új létesítmény méretarányosan deformált modelljét, s az ezen végzett mérések, kísérletek, számítások révén törekednek következtetéseket levonni a felépítendő objektum természeti környezetre gyakorolt hatásaira vonatkozólag.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Ezek a példák is mutatják, hogy az előrelátás gyakran nem az egyetlen funkciója a modelleknek, sőt az előrelátás mint a modellkísérlet, modellmérést stb. egyik alárendelt funkciója jelenik meg.

Mindkét típusú esetben a modell építése és tanulmányozása teszi tehát lehetővé, hogy kiszámítsák, előrelássák az új objektum és a természeti környezet között majdan kialakuló kölcsönhatásokat. Az ily módon nyert ismeretek, vagyis a modell közvetítésével levont előrelátások pontosságát és megbízhatóságát döntően befolyásolja az, hogy mennyire pontosan rögzítettek és meghatározottak (mégpedig mennyiségileg mennyire pontosan meghatározottak) az eredeti objektum (illetve a vonatkozó terv) és a modell paramétere közötti összefüggések, s mennyire kidolgozottak a modellezés alapjául szolgáló elméleti és logikai eljárások. Egyáltalában a modell-előrelátás alapját — miként általában a modellezés objektív feltételét is — a modell és a modellezett objektum közötti megfelelés alkotja, s ezért sikeressége és megbízhatósága is ennek függvénye.

4.1.3. Amikor röviden számbavesszük a gyakorlati élet területén a modell segítségével megvalósuló előrelátások főbb formáit, nem feledkezhetünk meg a *társadalomátalakító tevékenységről* sem. A társadalmi-gazdasági alakulatok előrehaladásával egyre inkább lehetővé és egyben szükségszerűvé válik, hogy az ember — a természeti valóság tudatos és tervszerű megváltoztatása, szükségleteinek megfelelő átalakítása mellett — a társadalmi folyamatok irányítójává is váljék. Az emberi tevékenység teleologikus jellege azonban közismerten nem jelenti azt, hogy az emberek minden esetben tisztában vannak tevékenységük társadalmilag jelentős következményeivel, történelem formáló hatásával, azaz nem jelenti a történelem tudatos alakítását, tervszerű irányítását. Ellenkezőleg, a társadalom fejlődésének viszonylag hosszú időszakában a tevékenység elidegenedett eredményei külső hatalmakként uralkodnak a tevékenység s szubjektuma felett. A társadalmi folyamatok tervszerű irányítása, a társadalmi szükségszerűség feletti uralom megköveteli az emberek társadalmi méretekben folyó tevékenységének tudatosságát, e cselekedetek távlati és történelmileg jelentős hatásainak számbavételét, vagyis a *közösségi szabadság megvalósulásának* — a magántulajdonon alapuló elidegenedett társadalmi viszonyok forradalmi felszámolása mellett s ezzel együtt — *alapvető feltétele a jövő tudományos előrelátása*. A társadalmi jövő tudományos előrelátásának objektív és szubjektív feltételei a proletariátus osztállyá szerveződésével, illetve a proletárforradalommal teremthetők meg. Ezért a szocializmus kialakulásával párhuzamosan nagy mértékben megnő, illetve fokozatosan növekszik a társadalmi folyamatok tudományos előrelátásának, s ezen belül a modell-előrelátások szerepe és jelentősége. A tudományos modellek egyaránt szolgálhatják a társadalmi totalitás egészére, valamint egyes szféráinak változására, jövőbeni állapotaira vonatkozó előrelátások, prognózisok levonását. A társadalmi totalitás egészének jövőjére vonatkozó előrelátások közül mint egyetlen valóban tudományos prognózisra a marxizmus-leninizmus klasszikusainak a kommunizmusról szóló tanítására kell hivatkoznunk.

4.1.4. Ami a társadalmi élet egyes szféráira vonatkozó modell-előrelátásokat illeti, ezek közül legismertebbek a *népgazdaság* egészének, vagy egyes szektorainak, ágazatainak „*közgazdaságtani*” *modelljei* (vagyis a közgazdaságtanban kidolgozott matematikai modellek), köztük a különböző tervmodellek, amelyek a népgazdaság (illetve valamely konkrét területének) adott állapotát leíró adatokból kiindulva lehetővé teszik például azt, hogy megvizsgálják az egyes paraméterek (például egyes ágazatok) jövőbeni változásai milyen hatást gyakorolnak más paraméterekre (más ágazatokra), illetve a népgazdaság egészére, miként alakulnak adott változások mellett a különböző ágazatok közötti összefüggések; arányok; vagy annak megállapítását, hogy adott célok elérése érdekében milyen konkrét változtatásokat kell végrehajtani a különböző területeken.

A gazdasági szféra mellett a modellek szerepet játszhatnak a *politikai élet területén*, ahol többek között a társadalmi viszonyok, osztály- és csoportstruktúra alakulásának előrejelzését, továbbá a *szellemi élet területén*, ahol például a tudományok fejlődéstendenciáinak prognosztizálását segíthetik elő.

4.1.5. A modellek, valamint az alapjukat képező analógiák nem csupán a gyakorlati élet szférájában alkothatják az előrelátások (elméleti) kiindulópontját, hanem a *tudományos megismerés folyamatában* is. Az emberi megismerés történetéből számtalan példára lehet utalni, amikor egy-egy jövőbeni esemény bekövetkezésének, egy-egy folyamat fejlődéstendenciáinak, illetve a dolgok még ismeretlen tulajdonságainak feltárása már bekövetkezett eseményekkel, végbement folyamatokkal, más dolgok ismert tulajdonságaival való analógia felhasználása révén valósult meg oly módon, hogy az utóbbiak modellként funkcionáltak az előbbiekre vonatkozó előrelátások számára.

Hasonlóképpen a *tudományok történetében* a valóság kevésbé ismert területeinek tanulmányozása céljából gyakorta folyamodtak a valóság már jobban ismert tartományaihoz (illetve az ezeket tükröző tudományos elméletekhez), hogy ezen jobban ismert jelenségek, folyamatok alapján következtessenek a vizsgálat tárgyát képező objektum tulajdonságaira, változásaira. A múlt század második felében például az elektromos és mágneses jelenségek vizsgálatára a mechanika területéről származó modelleket alkalmazták, amelyek — a mechanikus szemléletmód korlátozott jellege ellenére — nem kis mértékben elősegítették a fény-, elektromos és mágneses jelenségek bizonyos tulajdonságainak előrelátását, megismerését. Más esetekben egy-egy absztrakt elméleti rendszer interpretációjaként fellépő konkrétabb modell tette lehetővé az adott tárgyi terület bizonyos összefüggéseinek feltárását, nem ritkán új jelenségek felfedezését. Ilyen úton, tehát modellelőrelátás révén valósult meg például a pozitron felfedezése. Végül a tudományok történetében egy-egy elméleti rendszerből (pl. hipotézisből) adódó előrelátások levonásához is szolgált alapul egy másik, általában jobban kidolgozott elméleti rendszer. Ekkor az utóbbi rendszer (pl. tudományos elmélet) mint az előbbi (a hipotézis) modellje lépett fel, amennyiben az elméletből fakadó következtetések analógiájaként voltak le előrelátásokat a hipotézisből. Különösen gyakorta alkalmazzák ilyen feladat megoldására a modellmódszert a formalizált tudományokban. Ha ugyanis adott két formalizált elméleti rendszer, például  $T_1$  és  $T_2$ , amelyek izomorfak egymással, azaz mind axiómáik (s ezekből levont tételeik), mind logikai viszonyaik között egy-egyértelmű megfelelés áll fenn, akkor a  $T_1$  és  $T_2$  rendszer egymásnak kölcsönösen modellje. Ezáltal az egyik rendszerben elért eredmények átvihetők a másikra. Ha például a  $T_1$  rendszer bizonyos axiómáiból és tételeiből logikailag levezetnek valamilyen új tételt, akkor a  $T_2$  elmélet megfelelő axiómáiból és tételeiből is szükségképpen adódik egy, az új tételnek megfelelő tétel.

A fenti példák, úgy véljük, egyértelműen mutatják, hogy a tudományos modellek a társadalmi élet valamennyi területén felhasználhatók előrelátás céljára.

#### 4.2. A modell-előrelátás specifikuma

A modell-előrelátás főbb alkalmazási területeinek számbavétele néhány további következtetés levonására, s a modellek ezen funkciójának behatóbb elemzésére is lehetőséget ad.

4.2.1. A fenti példák alapján mindenekelőtt lehetővé válik a *modell-előrelátás formáinak* felvázolása.



Amint a tudományok történetéből vett példák különösen mutatják, a modell-előrelátás révén nem csupán tudományos tények előrejelzése valósulhat meg, hanem új tudományos törvények megfogalmazása, hipotézisek felállítása is. Ennek megfelelően a *predicendum jellege alapján a modell-előrelátásnak is három típusa különböztethető meg*: nevezetesen *faktologikus* modell-előrelátás, amelynek során a modell alapján a modellezett objektum valamilyen még ismeretlen tulajdonságára, vagy jövőbeni állapotára következtetnek; *nomologikus* modell-előrelátás, amikor a modellként szolgáló valóság-tudomány törvényei (pontosabban az ezekre vonatkozó tudományos törvények) alapján a modellezett valóságszféra törvényeinek létrehozásához következtetnek; *teorelogikus* modell-előrelátás, amelynek során a valóság adott területét leíró tudományos elmélet (pl. a mechanika) mint modell segítségével a valóság egy másik területéről származó tudományos tények (pl. az elektromágneses jelenségekre vonatkozó empirikus ismeretek) kielégítő magyarázatául szolgáló hipotézist (az elektromágneses jelenségek mechanikus modelljét) hozzák létre.

A modell-előrelátás mindhárom típusánál maga a prognózis vonatkozhat 1. létező objektumok még ismeretlen tulajdonságaira, illetve a valóság részben vagy egészben ismeretlen tartományára (pl. az ún. nem-megfigyelt jelenségek világára); 2. a dolgok jövőbeni állapotára, viselkedésére, illetve a jövőben létrejövő vagy létrehozandó jelenségekre, a jövőben kialakuló valóságszférákra (tehát a jövő birodalmára). Az előrelátás tárgya tehát ebben az esetben is egyaránt tartozhat a jelen (és a múlt), illetve a jövő birodalmához, s lehet természetes jelenség vagy folyamat, illetve ember által létrehozandó mesterséges objektum vagy állapot.

Az előző pontban kifejtettek alapján az is megállapítható, az előrelátás funkciójával egyaránt rendelkeznek az *anyagi* és az *eszmei* modellek. Az *anyagi modellek* előrelátás céljára való felhasználása elsősorban a technikai kutatások és a gazdasági tervezés terén jellemző. Különösen gyakran alkalmaznak e téren elektronikus számológépeket különböző tervek és prognózisok kidolgozására, amikor is ezek mint anyagi modellek természetesen előrelátó funkciót töltenek be. Az *eszmei modellek* előrelátás céljára történő alkalmazása főként a tudományos megismerés folyamatára jellemző, hiszen ezek, s mindenekelőtt a jelmodellek (pl. matematikai egyenlet-rendszerek) igen alkalmasak a jelenségek még ismeretlen tulajdonságainak, vagy a valóság érzékileg közvetlenül nem megfigyelhető szintjeinek előrejelzésére. Természetesen helytelen lenne, ha leszűkítenők az anyagi modellek előrelátás céljára történő felhasználását a gyakorlati élet, az eszmei modellek előrelátó funkcióját pedig az elméleti tevékenység területére. A gyakorlati tevékenység tervezése során is szükségképpen felhasználnak eszmei-gondolati modelleket is, hiszen már az itt alkalmazott anyagi modellek is tulajdonképpen eszmei modellek objektivációi; s ugyanakkor a tudományokban is, főleg az empirikus megismerés szintjén az anyagi modellek betöltenek előrelátó funkciót is, illetve ilyen célból alkalmaznak anyagi modelleket is, noha az előrelátás lényegét tekintve elméleti tevékenység.

4.2.2. A 4.1. pontban kifejtettek alapján feltárhatjuk a *modell-előrelátás lényegi vonásait* is, hiszen amennyiben egybevetjük a gyakorlati élet és a megismerés területén modellek közvetítésével megvalósuló előrelátások vázolt formáit, kitűnik, hogy — az alkalmazási területek különbözősége s az egyes formák ebből adódó sajátosságai ellenére — bizonyos közös jellemzők találhatók. E közös sajátosság lényegét, vagyis a modell-előrelátás gnoszeológiai specifikumát röviden abban foglalhatjuk össze, hogy minden esetben a tulajdonképpeni előrelátás megvalósulását megelőzi az előrelátás tárgyát, illetve az adott valóságos szituációt eszmeileg visszatükröző vagy anyagilag reprodukáló modell létrehozása és tanulmányozása,

és ezt követően és ez alapján a modell megfelelő tulajdonságára, jövőbeni állapotára vonatkozó előrelátás levonása. Az így nyert ismeret (vagyis a modellre vonatkozó előrelátás eredménye) alapján azután következtetéseket vonnak le az előrelátás tulajdonképpeni tárgyának adott időben létező, de még ismeretlen tulajdonságaira, vagy jövőbeni állapotára vonatkozóan. Röviden, az előrelátás ezen típusának specifikuma abban fejeződik ki, hogy *egy szakaszként magában foglalja a modellezést mint sajátos kutatási eljárást, s az előrelátás tárgya és eredménye között a modell teremti meg a szükséges kapcsolatot.*

Mínthogy az előrelátás mindig tudományos törvények alapján valósul meg, a modell-előrelátás egyik alapvető feltétele, hogy megfelelő összefüggés, analógia álljon fenn egyrészt az előrelátás tárgya (illetve a valóság ezen területe), másrészt a modell (vagy a modellben tükröződő valóságtartomány) objektív törvényszerűségei között, s hogy a kutató ismerje ezt az összefüggést, illetve ennek konkrét formáját (analógia, izomorfia, homomorfia). Amint az előző példák is mutatják, a modell-előrelátás megvalósulásának másik szükséges feltétele az, hogy a törvények hasonlósága mellett analógia álljon fenn a kiinduló szituációk, a kezdeti feltételek területén is (például a modellben kifejeződjenek az objektum és a környezet közötti kölcsönhatások). A modell-előrelátás során ugyanis a kutató éppen a két említett tárgyi területre vonatkozó tudományos törvények és tudományos tények hasonlósága alapján válassza ki, vagy hozz létre a modellt, s ez alapján viszi át a modell tanulmányozása révén nyert ismeretet az előrelátás eredeti tárgyára.

A modell-előrelátás mármost a következőképpen valósul meg: az előrelátás tárgya, vagyis a modellezett objektum (nevezzük ezt  $A$  objektumnak), valamint a modell ( $B$  objektum) törvényei és kezdeti feltételei között fennálló ismert megfelelés (például analógia vagy izomorfia) alapján feltételezik, hogy miként a  $B$  objektum a saját  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényeinek hatása alatt az adott időpontban valamilyen  $P(b)$  tulajdonsággal rendelkezik, vagy valamilyen  $t_1$  időpontban  $b_{t_1}$  állapotban lesz, úgy az  $A$  objektum a saját  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényeinek a hatása következtében az adott időpontban valamilyen, a  $P(b)$  tulajdonsághoz hasonló  $P(a)$  tulajdonsággal rendelkezik, illetve valamely  $t_1$  időpontban a  $b_{t_1}$  állapothoz hasonló  $a_{t_1}$  állapotban lesz. A modell-előrelátás során tehát egyfelől az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  és az  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvények közötti hasonlóság, és másfelől az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvények, valamint a  $P(b)$  tulajdonság, illetve  $b_{t_1}$  állapot közötti objektív összefüggés ismeretében arra következtetnek, hogy hasonló objektív összefüggés áll fenn az  $A$  objektum (már ismert)  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényei, valamint a (még ismeretlen, csupán feltételezett)  $P(a)$  tulajdonsága, illetve az  $a_{t_1}$  jövőbeni állapota között.

A modell-előrelátás ily módon egy bizonyos *feltételezést* foglal magában, ami az objektumok törvényei és tulajdonságai, illetve állapotai közötti kapcsolatra vonatkozik; olyan feltételezést, amelynek megfelelően az  $A$  és  $B$  objektum közötti objektív viszony, megfelelés alapján felteszik, hogy amint a  $B$  objektum adott törvényeiből meghatározott tulajdonság vagy jövőbeni állapot fakad, úgy az  $A$  objektum megfelelő törvényeiből is következik az előzőhöz hasonló tulajdonság vagy jövőbeni állapot.

### 4.3. A modell-előrelátás logikai szerkezete

A modell-előrelátás fenti jellemzése alapján feltárható logikai szerkezete is, ami egyfelől — éppen a modell közbeiktatódása következtében — jelentősen eltér a „hagyományos”, „direkt” előrelátás logikai struktúrájától, amennyiben a deduktív

következtetések mellett *szükségképpen tartalmaz analógiás következtetést is*; s másfelől — a magyarázat és az előrelátás logikai szerkezetének identitása következtében — lényegében azonos a modell segítségével megvalósuló magyarázat (modellmagyarázat) logikai struktúrájával.<sup>43</sup>

4.3.1. A *faktologikus modellmagyarázat logikai szerkezetét* az alábbiakban jellemezhetjük: legyen  $E'$  a  $b_j$  jelenséget (vagyis a modelleként szereplő  $B$  objektum valamely jelenségét),  $E$  pedig az  $a_i$  jelenséget (vagyis a modellezett  $A$  objektum valamely magyarázatra szoruló jelenségét) leíró kijelentés (illetve ezek rendszere); legyen továbbá  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  a  $b_j$  jelenség kezdeti feltételeit,  $C_1, C_2, \dots, C_k$  pedig az  $a_i$  jelenség kezdeti feltételeit leíró ténykijelentések rendszere, végül  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  a  $b_j$  jelenség tárgyi területének (azaz a  $B$  objektumnak) bizonyos  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényeit nyelvi formában visszatükröző nomologikus kijelentések rendszere. A modellmagyarázat folyamatában megállapítva az  $E'$  és az  $E$  kijelentések, továbbá a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  és a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések közötti megfelelést, és ismerve, hogy az  $E'$  kijelentés logikailag levezethető a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  ténykijelentések, valamint az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentések konjunkciójából, feltételezik olyan, az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentésekhez hasonló  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések fennállását, amelyek az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényekkel analóg, s ezért az  $a_i$  jelenséget valószínűleg meghatározó  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényeket írják le oly módon, hogy ezáltal a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  és az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  kijelentések konjunkciójából levezethető az  $E$  kijelentés.

Az előző megfogalmazást kissé leegyszerűsítve, azt is mondhatjuk, hogy a modellmagyarázat során az  $E'$  és az  $E$  kijelentések közötti izomorf-reláció, valamint az  $E'$  kijelentés és a nomologikus kijelentések valamilyen  $L'$  rendszere közötti ismert logikai összefüggés (logikai következésreláció) alapján felteszik, hogy az  $E$  kijelentés is valamilyen, az  $L'$ -höz hasonló  $L$  kijelentés-rendszer logikai következménye. Ennek megfelelően a modellmagyarázat logikai szerkezetét az alábbi sémával fejezhetjük ki:

$$[(E' \approx E) \wedge (L' \rightarrow E')] \vdash (L \rightarrow E)$$

ahol  $L'$  az  $E'$  kijelentést magyarázó nomologikus kijelentések rendszere,  $L$  pedig az  $E$  magyarázatául szolgáló, s az  $L'$ -höz hasonló feltételezett nomologikus kijelentések rendszere;  $\approx$  a hasonlóság, izomorf reláció,  $\rightarrow$  az implikáció,  $\wedge$  a konjunkció,  $\vdash$  az induktív (analógiás) következési reláció jele.

4.3.2. A *faktologikus modell-előrelátás logikai szerkezetét* (tehát valamilyen tény fennállását vagy bekövetkezését modell közvetítésével előrejelző elméleti eljárás logikai struktúráját) a következőképpen jellemezhetjük: ha a modellt (vagyis a  $B$  objektumot) meghatározó  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  objektív törvényeket nyelvi formában visszatükröző  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentések, valamint a  $b_j$  jelenség kezdeti feltételeit leíró  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  ténykijelentések konjunkciójából logikailag következik a  $B$  objektum valamely  $t_0$  időpontban meglévő  $P(b)$  tulajdonságát, vagy bizonyos  $t_1$  időpontban bekövetkező  $b_{t_1}$  állapotát leíró  $E'$  ténykijelentés, akkor feltételezhető, hogy az  $A$  objektumnak — az  $l'_1, l'_2, \dots, l'_n$  törvényekhez hasonló —  $l_1, l_2, \dots, l_n$  objektív törvényeit nyelvi formában visszatükröző  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések, továbbá az  $a_i$  jelenségnek — a  $b_j$  jelenség kezdeti feltételeihez hasonló — kezdeti feltételeit leíró  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések konjunk-

<sup>43</sup> A modellmagyarázat logikai szerkezetének behatóbb elemzését lásd például: E. P. Nyikityin: *Objasznyenyije i predszkazanyije*. Id. kiad.; Kocsondi A.: *A tudományos modellek magyarázó funkciója*. Id. ki ad.

ciójából szintén következik valamilyen, az  $E'$  kijelentéshez hasonló  $E$  kijelentés, ami az  $A$  objektumnak a  $t_0$  időpontban meglévő, s a  $P(b)$  tulajdonsághoz hasonló  $P(a)$  tulajdonságát, vagy pedig valamely  $t_1$  időpontban bekövetkező, és a  $b_{t_1}$  állapottal analóg  $a_{t_1}$  állapotát írja le. A faktologikus modell-előrelátás során tehát a modell és a modellezett objektum (az előrelátás tárgya) objektív feltételei és törvényei között fennálló hasonlóság, vagyis a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  és a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések, továbbá az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  és az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések közötti izomorf-reláció alapján tulajdonságaik vagy jövőbeni állapotaik hasonlóságára következtetnek, azaz feltételezik az  $E'$ -höz hasonló  $E$  kijelentés fennállását.

Az előző megfogalmazást kissé leegyszerűsítve, azt is modhatjuk, hogy a faktologikus modell-előrelátás folyamatában megállapítva az  $L'$  és az  $L$  nomologikus kijelentések (pontosabban az ilyen típusú kijelentések adott rendszereinek) az izomorfiját, és ismerve, hogy az  $L'$  kijelentés-rendszerből logikailag következik az  $E'$  ténykijelentés, feltételezik, hogy az  $L$  kijelentés-rendszerből is következnie kell valamilyen, az  $E'$ -höz hasonló  $E$  ténykijelentésnek. Ennélfogva a faktologikus modell-előrelátás logikai szerkezetét az alábbi sémával fejezhetjük ki:

$$[(L' \approx L) \wedge (L' \rightarrow E')] \vdash (L \rightarrow E)$$

ahol  $L'$  a modellre vonatkozó előrelátás predicense, azaz az  $E'$  ténykijelentés logikai levezetését lehetővé tevő nomologikus kijelentések rendszere;  $L$  a modellezett objektumra vonatkozó előrelátás predicense, vagyis az  $E$  ténykijelentés logikai levezetésére szolgáló nomologikus kijelentések rendszere;  $E'$  a modellre vonatkozó előrelátás predicenduma, vagyis a modell valamely tulajdonságát, jövőbeni állapotát leíró ténykijelentés; végül  $E$  a modellezett objektumra vonatkozó előrelátás (s végeredményben magának a modell-előrelátásnak) a predicenduma, ami az előrelátás tárgyának bizonyos tulajdonságát vagy jövőbeni állapotát írja le; a többi jel ugyanaz, mint az előző sémánál.

A fenti séma alapján egyrészt megállapítható, hogy a modell-előrelátás folyamatában mind deduktív, mind analógiás következtetéseket alkalmaznak, amennyiben egyfelől deduktíve vezetik le az  $L'$ -ből az  $E'$ -öt és az  $L$ -ből az  $E$ -t, másfelől a két deduktív levezetést analogikus következtetés kapcsolja egybe.<sup>44</sup> Az előző séma másrészt azt is mutatja, hogy a faktologikus modell-előrelátás logikai szerkezete alapján megegyezik a faktologikus modell-magyarázat logikai szerkezetével (azért csupán „alapjában”, mert a két következtetési rendszer kiinduló pontja, amint erről később még részletesebben is szó lesz, eltérő, hiszen egyik esetben az  $E'$  és az  $E$  ténykijelentések, azaz az explanandumok hasonlóságából, a másik esetben viszont az  $L'$  és az  $L$  nomologikus kijelentések, azaz a predicensek hasonlóságából indulnak ki.

4.3.3. *A nomologikus és a teorelogikus modell-előrelátás logikai szerkezetére* röviden az jellemző, hogy — amint erre a 4.1.5. pontban a formalizált elméleti

<sup>44</sup> „A modelles induktív tényelőrelátás struktúrája egészében három következtetésből áll — két, egymással analogikus következtetéssel összekapcsolt deduktív következtetésből” (E. P. Nyikityin: *Objasznenyje i predszkazanyije*. Id. kiad., 126 .l.). A modellelőrelátás ezen felépítését még szemléletesebben mutatja egyszerűsített sémája, vagyis amikor a predicens is és a modellre vonatkozó előrelátás predicense is egy tudományos törvényből és a konkrét feltételekre vonatkozó egyetlen tudományos tényből áll. Ezt az egyszerűsített sémát *Nyikityin* alapján így írhatjuk fel:

$$\frac{\frac{(x) (F'x \rightarrow G'x), F'b \vdash G'b, F'b \approx Fa}{(x) (Fx \rightarrow Gx), Fa \vdash Ga}}$$

ahol  $F'b \approx Fa$  a kezdeti feltételek közötti hasonlóságot jelöli, a kettős vonal pedig az induktív (analógiás) következtetés jele (ugyanott).

rendszerekkel kapcsolatban már utaltunk — az elméleti rendszerek közötti hasonlóság (például izomorfia) alapján az egyik rendszer bizonyos tételei közötti deduktív struktúrát átviszik a másik elméleti rendszer megfelelő tételei között fennálló relációkra. Tegyük fel, hogy a  $T_2$  elméleti rendszer nomologikus kijelentéseinek bizonyos rendszeréből, amit  $T_2(L)$ -nek nevezünk, dedukció révén nem lehetséges további tudományos törvényeket levezetni. Ebben az esetben a kutató nomologikus (vagy ha eredményként több tudományos törvényt, illetve ezek bizonyos rendszere adódik: teorelogikus) modell-előrelátáshoz folyamodhat, amelynek során a  $T_2$  elmélethez hasonló (például izomorf megfelelésben álló)  $T_1$  elméleti rendszer tanulmányozása révén megállapítja, hogy a  $T_1$  elméleti rendszerben a nomologikus kijelentések  $T_2(L)$  részrendszerével izomorf nomologikus kijelentések  $T_1(L')$  részrendszeréből, valamint néhány további nomologikus kijelentés  $T_1(L^{*'})$  részrendszeréből deduktíve levezethető egy olyan, eddig ismeretlen  $L'_i$  nomologikus kijelentés, vagy (teorelogikus előrelátás esetén) a korábban ismeretlen tudományos törvények olyan  $T_1(L'_i)$  rendszere, ami sem a  $T_1(L')$ , sem a  $T_1(L^{*'})$  részrendszerhez nem tartozik. A  $T_1$  és a  $T_2$  elméleti rendszerek, illetve a  $T_1(L')$  és a  $T_2(L)$  részrendszereik között fennálló hasonlóság, megfelelés alapján feltételezi, hogy a  $T_2$  elméletben is fennáll a nomologikus kijelentések olyan, a  $T_1(L^{*'})$  részrendszerhez hasonló  $T_2(L^*)$  részrendszere, amelyeknek a  $T_2(L)$  részrendszerrel való összekapcsolásából deduktíve levezethető valamilyen, az  $L'_i$  nomologikus kijelentéshez hasonló  $L_i$  nomologikus kijelentés, illetve teorelogikus előrelátás során: a nomologikus kijelentések olyan  $T_2(L_i)$  rendszere, ami a  $T_1(L'_i)$  részrendszerrel analóg. Ezek alapján a nomologikus (teorelogikus) modell-előrelátás logikai szerkezetét a következő sémával fejezhetjük ki<sup>45</sup>:

$$\frac{T_2(L) \approx T_1(L'), [T_1(L') \wedge T_1(L^{*'})] \vdash T_1(L'_i)}{[T_2(L) \wedge T_2(L^*)] \vdash T_2(L_i)}$$

ahol a kettős vízszintes vonal az induktív (analogikus) logikai következés-reláció jele; e vonal felett a modell-előrelátás predicense, alatta pedig predicenduma található; a kettős vonal feletti sémán belül a szögletes zárójel a modellre vonatkozó előrelátás predicensét tartalmazza,  $T_1(L'_i)$  pedig ugyanezen előrelátás predicenduma;  $T_2(L) \approx T_1(L')$  a modellezett objektum (elmélet) már ismert tudományos törvényei, valamint a modellként fellépő elméleti rendszer tudományos törvényeinek egy részrendszeré között fennálló hasonlóságot, izomorf megfelelést fejezi ki;  $\wedge$  a konjunkció,  $\vdash$  a deduktív logikai következés jele; a kettős vonal alatti deduktív sémán belül a szögletes zárójel a modellezett objektumra (elméletre) vonatkozó előrelátás predicensét foglalja magában,  $T_2(L_i)$  pedig ugyanezen előrelátás predicenduma.

Megemlítjük, hogy a korábbiakhoz hasonlóan a fenti séma is lényegében azonos a nomologikus (teorelogikus) modell-magyarázat logikai szerkezetét kifejező sémával.

#### 4.4. A modell-előrelátás és a modellmagyarázat különbsége

A modell-előrelátás gnoszeológiai sajátosságainak és logikai szerkezetének vizsgálata alapján ugyanakkor az is megállapítható, hogy *ismeretelméleti vonatkozásban* eltér a modellmagyarázattól. A 3.3. pontban az előrelátás és a magyarázat különbségéről kifejtettek természetesen vonatkoznak e típusaik vagy formáik viszonyára is. E különbségek mellett — a faktologikus modell-előrelátás és modellmagyarázat viszonyát véve figyelembe — még az alábbi eltérésekre utalhatunk:

4.4.1. A modell-előrelátás és a modell-magyarázat mindenekelőtt *céljuk, rendeltetésük alapján* különböznek egymástól. A *modell-magyarázat* során a modell és a magyarázandó objektum bizonyos tulajdonságainak, valamint kezdeti feltételeinek hasonlósága alapján *törvényeik hasonlóságára következtetnek*, vagyis kiin-

<sup>45</sup> Uo. 129. 1.

dulva az  $E'$  és az  $E$  kijelentések izomorfiájából, továbbá a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  és a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések hasonlóságából, és ismerve, hogy az  $E'$  explanandum deduktíve levezethető a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  ténykijelentések és az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentések konjunkciójából mint explanansból, analógiás úton azt a következtetést vonják le, hogy az  $E$  kijelentés mint explanandum is levezethető deduktív úton a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések, valamint az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  nomologikus kijelentésekkel analóg, s még ismeretlen  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések konjunkciójából mint explanansból.

Ezzel ellentétben a *modell-előrelátás* folyamatában a modell és a tanulmányozott objektum (az előrelátás kiinduló szituációját alkotó valóságsszféra) objektív törvényeinek, valamint kezdeti feltételeiknek hasonlósága alapján *bizonyos tulajdonságaik, vagy jövőbeni állapotaik hasonlóságára következtetnek*. A modell-előrelátás során tehát kiindulva az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  és az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések, továbbá a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  és a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések hasonlóságából, és ismerve, hogy az  $L'_1, L'_2, \dots, L'_n$  és a  $C'_1, C'_2, \dots, C'_k$  kijelentések konjunkciójából mint predicensből logikailag következik az  $E'$  kijelentés mint ezen előrelátás predicenduma, analógikus módon azt a következtetést vonják le, az  $L_1, L_2, \dots, L_n$  nomologikus kijelentések, valamint a  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ténykijelentések konjunkciójából, mint a tanulmányozott objektumra vonatkozó előrelátás predicenséből is következnie kell valamilyen, az  $E'$  kijelentéssel analóg  $E$  kijelentésnek mint ezen előrelátás predicendumának.

4.4.2. A fentiek következtében eltérés található a modell-előrelátás és a modell-magyarázat *dinamikus struktúrájában* is. Ezt az eltérést szemléletesen úgy mutatjuk be, hogy párhuzamba állítjuk a két folyamat megvalósulásának főbb fázisait:

<i>modell-magyarázat</i>	<i>modell-előrelátás</i>
	1. fázis
$E$ analóg $E'$ -vel	$(L_1, L_2, \dots, L_n)$ analóg $(L'_1, L'_2, \dots, L'_n)$ -vel
	és
$(C_1, C_2, \dots, C_k)$ analóg $(C'_1, C'_2, \dots, C'_k)$ -val	$(C_1, C_2, \dots, C_k)$ analóg $(C'_1, C'_2, \dots, C'_k)$ -val
	2. fázis
$E'$ logikailag levezethető $(L'_1, L'_2, \dots, L'_n)$ és $(C'_1, C'_2, \dots, C'_k)$ konjunkciójából	$(L'_1, L'_2, \dots, L'_n)$ és $(C'_1, C'_2, \dots, C'_k)$ konjunkciójából logikailag következik $E'$
	3. fázis
valószínű, hogy van olyan $(L_1, L_2, \dots, L_n)$ , amelynek $(C_1, C_2, \dots, C_k)$ -val való konjunkciójából levezethető $E$ .	valószínű, hogy $(L_1, L_2, \dots, L_n)$ és $(C_1, C_2, \dots, C_k)$ konjunkciójából is következik $E$ .

Ez az összevetés, úgy vélem, szemléletesen és egyértelműen mutatja, hogy a modell-magyarázat és a modell-előrelátás — miként általában a tudományos magyarázat és a tudományos előrelátás is — logikai szerkezetük azonossága ellenére ismeretelméleti szempontból jelentősen különböznek egymástól, minek következtében a tudományos kutatás viszonylag önálló-módszereként funkcionálnak és sajátos szerepet játszanak az objektív valóság megismerésének és átalakításának folyamatában.

## IRODALOM

- M. Bunge: *Az okság.* (Az oksági elv helye a modern tudományban.) Bp., 1967, Gondolat.  
 F. Engels: *Előszó A tőke II. könyvéhez.* MEM 24. köt. Bp., 1968, Kossuth.  
 C. G. Hempel: *Aspects of Scientific Explanation.* New York, 1965.  
 C. G. Hempel—P. Oppenheim: *The logic of Explanation.* „Readings in the Philosophy of Science”. Ed. by H. Feigl and M. Brodbeck. New York, 1953.  
 G. Klaus: *Kybernetik in philosophischer Sicht.* Berlin, 1961, Dietz Verlag.  
 Kocsondi A.: *A tudományos modellek leíró funkciója.* In: Acta Philosophica XIV., Szeged, 1973.  
*A tudományos modellek magyarázó funkciója.* Uo.  
*A gondolatalkísérlet néhány gnoszeológiai sajátossága.* In: Acta Philosophica XV., Szeged, 1974.  
*Tudományos előrelátás és társadalmi tevékenység.* In: „Tanulmányok... 1975”. (MSZMP. Békés megyei Bizottsága Oktatási Igazgatóság Kiadványa.) Békéscsaba, 1975.  
 A. Rakitov: *A tudományos ismeret anatómiája.* Bp., 1971, Kossuth.  
 V. Stoff: *Modell és filozófia.* Bp., 1973, Kossuth.  
 Б. А. Глинский—Б. С. Грязнов—Б. С. Дынин—Е. П. Никитин: *Моделирование как метод научного исследования.* Москва, 1965.  
 Б. С. Грязнов—Б. С. Дынин—Е. П. Никитин: *Гносеологические проблемы моделирования,* In: Вопросы Философии, 1967, № 2.  
 А. Кочонди: *Взаимоотношение эксперимента и моделирования в научном познании,* In: Acta Philosophica X., Szeged, 1969.  
*Структура научного моделирования.* In: Acta Philosophica XIII., Szeged, 1972.  
*Основные модельные ситуации.* In: Acta Philosophica XIV., Szeged, 1973.  
 И. Б. Михайлова: *Методы и формы научного познания.* Москва, 1968.  
 Е. П. Никитин: *Объяснение — функция науки.* Москва, 1970.  
*Объяснение и предсказание (сравнительный анализ структур).* In: «Логика и эмпирическое познание». Под ред. П. В. Таванеца. Москва, 1972.  
 И. Б. Новик: *О моделировании сложных систем.* Москва, 1965.  
 В. А. Штофф: *Об особенностях модельного эксперимента.* In: Вопросы Философии, 1963. № 9.  
*Введение в методологию научного познания.* Ленинград, 1972.

András Kocsondi

## PREDICTIVE FUNCTION OF SCIENTIFIC MODELS

The role of scientific models in the course of prediction as well as the epistemological — and partly the logical — characteristics of model prediction are analyzed in the study.

Describing the scientific models and the modelling method, the first chapter examines first of all the main criteria of modelling, and especially its indirect and universal features. The author considers modelling to be the universal method of getting acquainted with reality in an indirect way, in the course of which the studying of the object is carried out by the examination of another material or ideal object: the model itself, which corresponds to the original object. Having analyzed the relationship of the model and the modelled object, the main epistemological features of scientific models are introduced; then the author presents the following definition: the model is a material or ideal system reproducing or reflecting the object of cognition without having any material relationship to it, but having an objective correspondence (similarity) with it, and replacing it during the examination process; by studying the model new data can be gained about the original object of cognition itself.

In the second chapter — in order to reveal the connection between modelling and prediction — the dynamic structure and the main periods of modelling are investigated. In the author's view they are as follows: 1. raising the necessity or expediency of modelling, 2. theoretical preparation, 3. creating or choosing a model, 4. studying the model, 5. adapting the new knowledge gained in this way to the modelled object, 6. checking and justifying the new knowledge, 7. putting the new knowledge into the system of cognition referring to the object. Examining the role of prediction in modelling, it is pointed out that on the one hand prediction is an essential element of modelling, on the other hand models always serve in the prediction of the modelled object's characteristics, which are thus far unknown; consequently every model has a predictive function, as well.

The third chapter offers the epistemological and logical characterization of scientific prediction. In the author's view scientific prediction is that form of cognition (and that particular function of science), in the course of which — depending on existing knowledge — new knowledge is gained with the help of logical operations about objects existing or having existed or those hitherto unknown or not yet existing. The subjective condition of scientific prediction is the relative independence and activity of consciousness and within this, first of all, the capacity for abstraction, logical thinking and creative fantasy; the objective basis is the regular character and definiteness of material changes. That is why prediction always takes place on the basis of scientific rules and has a close connection with the explanation. This latter is expressed in the identity of their logical structures. At the same time they differ in an epistemological respect, namely regarding the time-factor, their aim and purpose, their dynamic structure and the character of the gained knowledge.

In the fourth chapter — examining the predictive function of models — first the main forms of adopting model-prediction are shown, afterwards the epistemological specificity and the logical structure of prediction with the help of models are analyzed. It is the significance of the modelling method in this field that makes possible to predict certain features and the future state of the object when its own rules are not yet known — on the basis of which "traditional" prediction could rest.

*Андраш Кочонди*

## ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ НАУЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

В данной работе автор анализирует роль научных моделей в процессе предвидения, а также гносеологические и отчасти логические особенности предвидения, осуществляющегося с помощью моделей (модельного предсказания).

В первой главе статьи при характеристике научных моделей и метода моделирования автор рассматривает основные признаки данного метода, в первую очередь его косвенный, посредственный и универсальный характер. По мнению автора *моделирование* является универсальным методом посредственного, косвенного познания объективной действительности, в ходе которого изучение объекта познания осуществляется посредством исследования другого, материального или идеального объекта, находящегося с ним в объективном соответствии (то есть путем изучения модели). После анализа отношения модели и моделируемого объекта автор излагает основные гносеологические черты научных моделей и дает следующее определение: *модель* — материальная или мысленная система, воспроизводящая или отображающая объект познания, которая материально не связана с ним, но находится с ним в объективном отношении соответствия, сходства, и которая заменяет его в процессе исследования так, что ее изучение позволяет получить новое знание о самом объекте познания.

Во второй главе автор, чтобы раскрыть взаимосвязь моделирования и предвидения, рассматривает динамическую структуру метода моделирования и его основные этапы, которые по его мнению следующие: 1. возникновение необходимости или целесообразности моделирования; 2. его теоретическая подготовка; 3. создание или выбор модели; 4. исследование модели; 5. перенос нового знания на объект моделирования; 6. проверка и подтверждение нового знания; 7. включение нового знания в систему научных знаний. После этого, изучая роль предсказания в процессе моделирования, автор доказывает, что с одной стороны предвидение является неизбежным элементом моделирования, а с другой стороны модель всегда служит предвидению еще неизвестных свойств моделируемого объекта, благодаря чему всякая модель обладает и предсказательной функцией.

Третья глава дает гносеологическую и логическую характеристику научного предвидения. *Под научным предвидением* понимается особая форма познания (и специфическая функция науки), в процессе которой опираясь на имеющиеся в наличии знания путем логических операций получается новое знание об уже существующих, но неизвестных, или же о еще несуществующих объектах. Субъективным условием научного предсказания являются относи-



тельная самостоятельность и активность человеческого сознания, и преимущественно его способность абстрагировать, логическое мышление и творческая фантазия; а объективной основой — закономерный характер и определенность материальных изменений. Поэтому предвидение всегда совершается на основе научных законов, и тесно связывается с научным объяснением. Его связь, общность с объяснением выражается и в тождестве их логической структуры. Однако с гносеологической точки зрения предвидение и объяснение не тождественны. Они различаются по временному интервалу, цели и назначению, динамической структуре и по характеру полученного знания.

В четвертой главе при анализе предсказательной функции моделей автор авансом показывает самые важные формы применения модельного предвидения, и после этого изучает гносеологическую особенность и логическую структуру предсказания, осуществляющегося при помощи моделей. Значение метода моделирования в данном отношении состоит в том, что позволяет предвидеть некоторые особенности объекта, его состояние в будущем, когда еще неизвестны собственные его законы, являющиеся основой «прямого» предвидения.

