

Kiss Dezső

## Különleges

---

Az ember kutatótevékenysége nagyon kiteribélyesedett, ma már a természeti jelenségek és az élet szinte valamennyi területét felöleli. Ha visszatekintünk a tudományos kutatások múltjába, akkor világosan érzékelhető, hogy nemcsak világnézetünk és mindennapi életünk változott meg drámai módon a kutatótevékenység következtében, hanem rendkívüli mértékben megnőtt a kutatómunka volumene, — és amit különösen szeretnék hangsúlyozni — lényegesen megváltoztak a kutatási módszerek is. Míg Galilei korában alapvető tudományos felismerésekre lehetett jutni egy-két kiegészítő munkatárs segítségével, addig manapság a tudományos kutatás egyes (messze nem valamennyi) területén újabb eredményeket csak a megszokottnál sokkal összetettebb, bonyolultabb, automatizáltabb és természetesen jóval drágább berendezésekkel lehet elérni. Ilyen berendezéseket csak nemzetközi munkamegosztás keretén belül lehet létrehozni és üzemeltetni, mégpedig különböző felkészültségű és szakmájú (például kísérleti, elméleti fizikusok, számítástechnikai, automatizálási, informatikai szakemberek, vegyészek, villamos-, gépészmérnökök) nagy együttesével.

Annak ellenére és amellet, hogy a legkülönbözőbb tudományoknak van alapvetően közös vonása és az ezt művelőknek közös gondolkodásmódja, gyakran technikája is, akadnak olyan esetek, amelyek lényegesen eltérnek az átlagtól. Általában az ún. „Nagy Tudományok” (Big Science<sup>1</sup>), sok szempontból egészen más jellegűek mint a többiek. Ilyen típusú például a kísérleti részecskefizika, a fúziós (termonukleáris) kutatások, az űrkutatás stb. Ezekre a tudományos kutatásokra jellemző, hogy

1) *extrém nagy berendezéseket*, például gyorsítókat (reaktorokat) igényelnek, amelyek megépítéséhez *magas szintű technika*, technológia, készüléképítési ismeretek kellenek;

2) rendkívül drágák<sup>2</sup>, (a gyorsítók létesítése eléri a 10 milliárd dollárt is, egy mérőberendezésé 1 milliárd dollár körül is mozoghat);

3) a kísérletek elvégzése *igen sok tudományos kutató* együttműködését igényli, egy ilyen kollektíva létszáma (és a közös publikáció szerzőinek száma is) elérheti a *néhány százat, esetenként ezret is*;

<sup>1</sup>A cikkben leírtak általános problémái a Nagy Tudományoknak: itt azonban főleg a kísérleti részecskefizikai kutatásról lesz szó, amit csak az magyaráz, hogy ez áll közel a szerzőhöz és ezzel kapcsolatban van személyes tapasztalata.

<sup>2</sup>Persze nem a katonai kiadásokhoz képest.

4) az ilyen nagy kísérleteket általában  *nemzetközi csoport (team) végzi*, a legkülönbözőbb országokból összetevődő kollektívakkal. Ennek a megoldásnak felbecsülhetetlen haszna van: a kísérletben részt vevő különböző származású, különböző nemzetiségű kutatók közötti esetleges ellentétek a közös munka során fokozatosan elmosódnak, egymás jobb megismerése, megértése és a közös célok összehozzák őket és egy igazi, békés, nemzetközi csapattá alakulnak át. Ez óriási jelentőségű az emberiség jövője szempontjából, és hatékony ellenszer lehet a nacionalista törekvések ellen.

5) a mérések végzése (on line) és a nyert adatok kiértékelése (off line)  *széles körű számítástechnikát*, a legmodernebb informatika teljes körű felhasználását igényli, sőt el sem képzelhető nélküle;

6) egy nagy kísérlet elvégzéséhez — a gondolat felmerülésétől kezdve az első publikáció megjelenéséig —  *egy évtized* is el szokott telni;

7) bár a mérés valamennyi résztvevőjének pontosan látnia kell a mérés tudományos célját, a megválaszolandó tudományos kérdéseket, a mérőberendezés felépítését, a mérési metodikát — óhatatlanul kialakul egy erőteljes specializálódás, határozott munkamegosztás: gyorsítótechnika, elektronika, detektálástechnika, számítástechnika, adatgyűjtés, adatfeldolgozás, kiértékelés, elméleti interpretáció.

## Publikációs gondok

E különleges tulajdonságoknak természetesen vannak következményei, úgy is mondhatnánk:  *„szociológiai” következményei*. Külön szerepet kap az együttműködési készség, a kollektív munkába való fegyelmezett beilleszkedés. Gondot jelent a publikációk száma, hiszen egy-egy 10 évig is eltartó kísérlet során gyakran néhány publikáció születik csak és ez a tudományos minősítésnél, elhelyezkedésnél komoly hátrányt jelenthet, például az ún. „Kis Tudományok” művelőivel szemben, ahol egy-egy kísérlet fél éven, egy-két éven belül elvégezhető és egy alkotó, kreatív élettartam alatt 100 publikáció is megjelenhet.

A „Nagy Kísérlet” *adatainak feldolgozásánál*, a kiértékelésnél paradox módon egészen más, bizonyos szempontból ellentétes a helyzet: ugyanazon kísérlet során nyert adattengerből nagyon sokféle fizikai eredményt lehet kinyerni és így egy-egy nagy kollaboráció évente 30—50 cikket is publikálhat. Ha minden résztvevő minden közös cikket és az azokra való hivatkozást sajátjának tekintene, akkor irreálisan nagy szám jönne ki. Valaha sokan erre azt javasolták, hogy el kell osztani a publikációk (és idézetek) számát a résztvevők számával és így megkapjuk az ún. *parciális publikációs számot*, illetve *idézettséget*, amely hívebben tükrözi az egyes szerzők, résztvevők érdemeit. Ez a megoldás azonban könnyen belátható módon csak néhány társszerző esetében igaz: ha egy publikációra például egy ezred esik, akkor a kutató egész élete alatt esetleg egyetlen publikációt sem tekinthet a sajátjának. A kettő között nagyon nehéz megtalálni azt az utat, amikor nem az extrém kevés számú parciális publikációt, de nem is a minden résztvevő által létrehozott összpublikációk igen nagy számát kell figyelembe venni. Az eligazodás ebben (hogy a például 100 vagy 1000 résztvevő közül a szóban forgó tudományos fokozatra vagy állásra pályázónak mennyi az érdeme és mennyire alkalmas a tudományos kutatásra, milyen része volt az eredmény elérésében) rendkívül nehéz, annak ellenére, hogy a

tapasztalat szerint egy-egy kísérlet esetében a legtöbb résztvevő nagyjából meg tudja ítélni — még, ha sokszor szubjektivitástól nem is mentesen — a másíknak a képességeit és teljesítményét. Ezt azonban lehetetlen egy kívülálló számára demonstrálni és hitelesen igazolni.

## Kísérleti részecskefizika kis országban

Az elmondottakból az következne, hogy a kísérleti részecskefizika művelése csak a világ néhány nagy és gazdag országában, illetve nemzetközi centrumában létezhetne. Paradox módon azonban ez nem így van. A részecskefizika művelése olyan országokban is lehetséges, amelyekben nincsen nagyenergiájú gyorsító. A különböző országok kutatói részt vehetnek a nagy gyorsítókon folyó mérésekben, azonban csak egészen sajátos, a többi tudományterülettől eltérő feltételek között. A részvétel többféle formája közül a leghatékonyabb, ha huzamos időt (több évet, évtizedet) dolgoznak a gyorsító mellett.

Hazatérve a kutatómunka itthoni folytatása gyakran nem zökkenőmentes. A kutatásokat direkt értelemben általában nem lehet folytatni, hiszen Magyarországnak nincs nagyenergiájú gyorsítója. (A részecskefizika legszenvedélyesebb hívei sem remélik, hogy Magyarország valaha is felépíthet nagyenergiájú gyorsítót.) A hazaérkezés időszaka után a kutató rendszerint rendezi a kísérleti anyagot, kiértékeli az eredményeket, esetleg kandidátusi vagy doktori disszertációt ír, részt vesz az oktatásban, a hazai tudományos közéletben stb. Bár ez a tevékenység is tudományos munka, valljuk be, már nem a tudományos alkotás közvetlen sodrában való részvétel.

A kísérleti részecskefizikában való részvétel másik formája, hogy rendszeresen, évente *néhányszor, rövidebb időre* (néhány hétre, esetleg hónapra) ellátogat a nagy gyorsító-laboratóriumba, hazaviszi az ott nyert mérési adatok egy részét (ennek mennyisége általában arányos az illető ország részvételével a kérdéses mérésekben), és ezt itthon dolgozza fel. Ezek hazai elemzése, analízise, számítógépen való feldolgozása biztosítja az új kísérletekkel, a friss tudományos eredményekkel való kapcsolat lehetőségét. Ez kompromisszum, hiszen a kutató nem mindig közvetlen részese az eseményeknek, ugyanakkor nem kell tartósan távol élnie megszokott környezetétől. Ebben a periódusban lehet tervezni és/vagy építeni a mérőberendezéshez (vagy egy új kísérlethez) a detektorrendszer egy kisebb részét is, amelyet majd kiszállítunk a kísérlet színhelyére.

## Lehet-e kísérletvezető a CERN-ben egy magyar?

Ugyanakkor felvetődik az a kérdés, hogy lehet-e egy jelentős, nagy kísérlet a vezetője egy olyan kutató, aki nem abból az országból származik, amelyben a gyorsító berendezés van. A válasz rá, hogy lehet, de ez azt jelenti, hogy gyakorlatilag egész tudományos életét, vagy annak egy igen jelentős részét abban az országban kell leélnie. Például, ha valaki a CERN<sup>3</sup>-ben végez ilyen volumenű fizikai kísérletet, akkor — bár van arra lehetőség, hogy bizonyos

<sup>3</sup>Európai Részecskefizikai Kutató Centrum (Genf)

kísérletek részleteinek az előkészítésére, elvégzésére vagy kiértékelésére csak néha, rövidebb-hosszabb időre jelenjék meg Genfben — egyébként élete nagy részét otthon töltheti, a kísérlet otthon is elvégezhető feladatainak megoldásával. Azonban *ahhoz, hogy vezető (vagy meghatározó) szerephez jusson ebben a kísérletben, úgy tűnik elengedhetetlen, hogy majdnem a kísérlet teljes ideje alatt Genfben, a helyszínen tartózkodjon*. Ha ezt nem teszi, akkor óhatatlanul veszít abból a lehetőségből, hogy ő legyen a fő mozgatója a kísérletnek. Lehet, de gyakorlatilag rendkívül nehéz elképzelni azt, hogy egy magyar kísérleti részecskefizikus, egy majdan esetleg a Nobel-díjat elnyerő (vagy azt az indulásnál legalább is megcélzó) kísérletben vezéregyéniség legyen, illetve megteheti ezt, ha átteszi egész életének a színterét Genfbe.

A hosszas külföldi tartózkodásnak egyébként vannak nagyon pozitív egyéni előnyei is (azonkívül, hogy nagyságrenddel megnőnek szakmai lehetőségei): a gyerekei játszva tanulnak meg idegen nyelveket, megszokják a nemzetközi atmoszférát, anyagilag sokkal jobban érvényesül, mint Magyarországon. Ugyanakkor kétségtelenül gondot okoz az, hogy a feleség, akinek esetleg hivatása van, az eredeti foglalkozását űzhesse. A kutató számára gondot jelent, hogy tulajdonképpen, ha nem is hivatalosan, de gyakorlatilag elveszti, vagy majdnem elveszti a magyar állampolgárságát. A gyerekei idegen nyelvű, eltérő rendszerű iskolába járnak, feltehetőleg nagy valószínűséggel ottani párt választanak maguknak stb. Tehát megkérdőjelezhető, hogy magyar állampolgárnak nevezhető-e, még akkor is, ha megtartotta magyar állampolgárságát.

## Tarthat-e nagy nemzetközi konferencián előadást jelentős részecskefizikai kísérletről egy magyar?

Ennek a sajátságos helyzetnek egyik nem túl jelentős, de mégis csak az egyén életét befolyásoló tényezője, hogy például nemzetközi konferenciákon a *jelentős kísérletről való beszámolót ritka esetben tarthatják a kísérletet nem vezető fizikusok*. Magyarországon viszont az a rendszer, hogy lehet ugyan támogatást kapni konferencián való részvételre az Akadémiától, az OTKA-tól, az OMFB-től, de ezek mindegyike kritériumként előírja, hogy írásban dokumentálva tartson előadást a kísérletről. Ez a feltétel teljesen logikus, ha harcolni akarunk az ellen, hogy egy ilyen utazás turizmus legyen, még akkor is, ha tudományos turizmus. Ugyanakkor nehezen elképzelhető, hogy egy nagy presztízsű, jelentős kísérlet ismertetője ne a kísérlet vezetője legyen vagy a vezetők szűk felső köréből kerüljön ki. Esetenként ez egyes részletkérdésekben, kisebb konferenciákon elvben nem kizárt az előadástartás, de elég ritka, legalábbis a mérés előkészítését, a készülék megépítését vagy a mérést végző hardveres kísérletek számára. Az adatok kiértékelésénél már jobb a helyzet, itt az adat-tengerből ki lehet választani egy-egy speciális fizikai problémát és az adatokat ebből a specifikus szempontból kiértékelni. Ez a tevékenység természetesen arra alapozódik, hogy előzőleg egy kb. ezer tagú kollektíva megtervezte, megépítette és üzemeltette a kísérleti mérőberendezést és végezte a kísérleteket. Ez a periódus hosszú évekre nyúlhat el.

## Miért jönne haza egy több évtizede a CERN-ben dolgozó kutató?

Az ilyen típusú nagy méretű nemzetközi összefogásban végzett „Nagy Tudomány” körébe tartozó kísérleti kutatás nagyon sok szempontból vonzó, a *tudományos kutatás frontvonalaiba tartozik*, amely megfelelő megbecsülést és tapasztalatot hoz a résztvevőnek, kitágul a látóköre, mélyül nyelvtudása, kiszélesednek emberi kapcsolatai. Nagy hasznára lehet az országnak, ha a kísérlet elvégzése (mondjuk 10 év távollét) után hazatérve, tudását, tapasztalatát átadja a hazai (fiatalabb) kollégáknak. Ugyanakkor meglehetősen nehéz visszaállni a kiváló kutatási lehetőségekről és egy igen magas életszínvonalról a lényegesen korlátozottabb kutatási körülmények közé, a hazai sokkal alacsonyabb életszínvonalra. Ez gátolja, de legalább is nehezíti a sima visszailleszkedést. Erre szokták azt mondani, hogy az ilyen esetekben, ilyen hosszú távollét után mégis hazatérni kívánót fel kell karolni és itthon megfelelő kutatási és anyagi lehetőséget kell biztosítani számára. Ez azonban messzemenően nem egyszerű: ti. olyan fizetés megadását jelentené, amely messze fölülmúlja a hazaiakét, akik körében érthető módon indokolatlannak tűnne egy ilyen nagy mértékű kiemelés. Nem is szólva arról, hogy Magyarország anyagi helyzetében az ennél még fontosabb kutatási lehetőségek is elkedvetlenítően szerénynek tűnnek.

## Nagy Tudomány vagy Kis Tudomány?

Vannak megszállottjai a kísérleti részecskefizikai kutatásoknak (és általában a Big Science-nek), akik nem ok nélkül a tudomány ezen ágában látják az emberi világgép teljesebb kialakításának lehetőségét, akik ennek megismerésére szentelik életüket, akik belenőttek ebbe a sajátos, bonyolultan összeötvözött kollektív kutatási rendszerbe. Mindamellett — és ezt őszintén meg kell mondani — sokan vannak kiváló kísérleti fizikusok, akik szubjektív emberi megfontolások vagy saját szakmai megítélésük alapján előnyben részesítik a „klasszikus” fizikai méréseket, amelyeknél egy ember uralhatja, „kezében tarthatja” a teljes mérőberendezést, ahol a mérési elképzelések felvetése és megoldása között nem évek (vagy évtizedek) telnek el, hanem csak néhány hónap. Sokan előnyben részesítik az állandó jelleggel otthoni laboratóriumban végezhető munkát is. Kétségtelen, hogy a „klasszikus” kísérleti munka valahogy emberközelibb — de az is lehet, hogy egyszerűen csak megszokottabb.

Mindenesetre a tudomány és a tudományos kutatás nem akad fenn ezen a kérdésen, hanem megy a maga sokféle útján. Valószínű, hogy a fizika más ágainak nagy része (és a fizikán kívüli egyéb tudományterületek egy része is) a távolabbi jövőben törvényszerűen a részecskefizikához hasonló helyzetbe fog kerülni. Ma még azonban az elemi részek kísérleti kutatása eléggé különlegesnek számít. A tudománynak ez a területe hagyományosan úttörő szerepet töltött be a fejlődésben: úttörő volt (és jelenleg is az) a tudományos nemzetközi kapcsolatok magasabb szintre való fejlesztésében, az igazi integráció, a nemzetközi intézetek létrehozásában, a számítástechnika fejlődésében és valószínűleg *pionír* szerepet tölt be a *következő évezred* tudományos kutatási metodikájának kialakításában is.