

FELISMERÉS ÉS ELISMERÉS A KÉMIKUS POLÁNYI MIHÁLY ÉLETÉBEN¹

KOVÁCS LAJOS

Szegedi Tudományegyetem
Orvosi Vegytani Intézet
6725 Szeged
Dóm tér 8
kovacs@ovrisc.mdche.u-szeged.hu

„A valódi tudományos érték felismerését az teszi különlegesen nehézé, hogy az érdemlegest felhívítja [...] a trivialisáradat.”

Polányi Mihály

„[...] mindenki arra törekszik, hogy embertársai elismerjék (azaz valódi értéke szerint becsüljék) a méltóságát. Sőt ez az ösztön olyan mélyen gyökerezik és olyan alapvető fontosságú, hogy az egész történelmi folyamat egyik fő hajtóerejének kell tekintenünk.”

Francis Fukuyama

ABSZTRAKT

Polányi Mihály fontosabb kémiai eredményei (az adszorpció elmélet, a cellulóz röntgenkrisztallográfiás vizsgálata, a reakciókinetikában használt átmeneti állapotok elmélete és a szigonymechanizmus) megkésett elismerésének értelmezésében a Hegel és Honneth által használt „harc az elismerésért” fogalmat alkalmaztam. Értelmezésem szerint kulcsfontosságú eredményeinek megkésett elismerése vagy az elismerés megtagadása döntő szerepet játszott kutatási témáinak gyakori változtatásában és ismeretelméletének kialakításában.

Kulcsszavak: adszorpció, röntgenkrisztallográfia, reakciókinetika, érvényesülés a tudományban.

BEVEZETÉS

A jelentős új eredmények felismerése valószínűleg a legnehezebb feladatok közé tartozik a tudományban, és bizonyosan nem adható rá semmilyen általános recept, amely független lenne az adott körülményektől.

Fukuyama *A történelem vége és az utolsó ember* című 1992-ben megjelent művének harmadik szakasza az elismerés kérdésével foglalkozik (Fukuyama 1992:141–208). Lényegi mondandóját az 1995-ös *Bizalom* című könyvében megismétli; innen vettem ezen írás egyik mottóját is (Fukuyama 2007:18). Érdekes egybeesés, hogy

¹ Köszönöm Békés Verának és Silberer Verának, hogy kézírataikat a rendelkezésemre bocsátották.

Fukuyama elsőként idézett művével egy időben jelent meg Axel Honneth könyve, a *Harc az elismerésért*, melynek címét a szerző Hegeltől kölcsönözte (Honneth 1996). A Frankfurter Iskola holdudvarába tartozó Honneth filozófiai vizsgálódásainak egyenesen a középpontjába állította az elismerés problémakörét (Némedi 2006).

Az elismerés filozófiai tárgyalását, melyhez fontos hozzájárulást jelentett Kant, Fichte, különösen pedig Hegel munkássága, egészen Platónig vissza lehet vezetni (Fukuyama 1992:163). A huszadik századi teoretikusok közül Alexandre Kojève, Jürgen Habermas, Karl-Heinz Ilting, Ludwig Siep, Charles Taylor, Avishai Margalit, Francis Fukuyama és természetesen Axel Honneth nevét kell megemlítenünk.

Mielőtt Polányi kémiai munkásságának a felismerés és elismerés sajátos szempontjai szerinti vizsgálatába kezdenék (ezen írásnak *nem* tárgya Polányi filozófiai működése, azt csupán érinteni fogom), röviden összefoglalom, részben Honneth nyomán (Honneth 1997), melyek az elismerés legfontosabb filozófiai aspektusai.

Az elismerés fogalmát sem a hétköznapokban, sem a filozófiában nem definiálták kellő pontossággal. Az antik filozófiában az a (jogos) meggyőződés élt, hogy csakis az a személy él jó életet, akinek cselekedeteit a poliszon belül megbecsülés övezi. A skót morálfilozófusok szerint a nyilvános elismerés és a helytelenítés az a társadalmi mechanizmus, amely révén az erények elsajátíthatók. Kant a „tisztetet” fogalmát moráljának sarokkövévé tette, amely szerint a másik embert önmagában levő célnak kell tekintenünk. Hegel kivételével azonban senki sem tételezte az elismerés princípiumát etikájának alapjaként, az mindig más, fontosabbnak tekintett fogalmak árnyékában maradt.

Az elismeréssel kapcsolatos gondolkodásunk sajátos aszimmetriát mutat, mert a legtöbb esetben az elismerés hiányát jóval erőteljesebben érzékeljük, míg a jogos elismerést általában triviális tényként kezeljük. Honneth szerint a morális sértés és a megtagadott elismerés közötti viszony a következő módon ragadható meg: *(a)* csak azok az élőlények sérülékenyek morálisan, akik képesek önmagukkal reflektív viszonyt létrehozni; *(b)* az önmagunkhoz fűződő (pozitív) viszonyt csak más szubjektumok egyetértő és megerősítő reakciói révén tudjuk kialakítani és megőrizni; *(c)* a morális sértések magukban hordozzák a személyes sérülés magvát, azaz a csalódást egy várakozásban, amelynek teljesülése egyébként az egyén saját identitásának feltételei közé tartozna. Az önmagunkhoz fűződő viszony különböző szintjei az önbizalom, az öntisztetet (vagy önmegbecsülés) és az önértéktudat fogalmaival írhatók le. A morális vagy pszichikai sértés *(a)* a biztonság elrablása, *(b)* az értékalkotás kompetenciájának kétségbevonása és *(c)* a képességek elismerésének hiánya – értékesek vagyunk-e egy adott közösségben – szintjén jelenhet meg az említett sorrendben csökkenő mértékű fokozatok szerint. A morális sérülések lehetőségei törvényszerűen az emberi életformák interszubjektivitásából adódnak, az emberi érintkezések természetes velejárói. Az elismerés megtagadásának hangsúlyos tárgyalása mellett meg kell említenünk az *elismerés pozitív fajtáit*, melyek a következők lehetnek: *(a)* feltétel nélküli gondoskodás/szeretet, *(b)* morális elfogadás, *(c)* megbecsülés/szolidaritás/lojalitás. A megbecsülést olyan morális teljesítmények válthatják ki, amelyek csak egy

konkrét közösség keretei között értelmezhető és kötelező érvennyel rendelkeznek. Ebből adódik, hogy „a morális álláspont olyan perspektívának tekinthető, amely a szubjektumot a mindenkori interszjektív viszonyok jellegetől függően különböző teljesítményekre kötelezi” (Honneth 1997:163). Honneth megállapítja továbbá, hogy amennyiben „az elismerés az individuális képességek értékének megerősítésére irányul, akkor a szolidáris részvét kölcsönös kötelességével van dolgunk, amely az adott értékközösség összes tagjára kiterjed. Itt az egymással való törődés olyan fajtájára kell gondolnunk, amelyekkel egy közös vállalkozás résztvevőiként tartozunk egymásnak” (Honneth 1997:164). Az egyes elismerési szintek között természetes feszültségek alakulhatnak ki, és semmilyen elvi módszerrel nem rendelkezünk annak eldöntésére, hogy különböző kötődéseink közül melyik élvezzen elsőbbséget. A tudomány művelése, mint minden csoportos emberi tevékenység, közös vállalkozás, így résztvevői számára is rendkívüli jelentőséggel bír ezeknek a megfontolásoknak az érvényesülése vagy éppen azok hiánya.

Ha el akarjuk kerülni azt a pozitivistá tudományfilozófiai csapdát, hogy Polányit meg nem értett zseniként lássuk és láttassuk, akkor érdemes megvizsgálni, milyen konkrét körülmények között születtek jelentős felfedezései, továbbá, hogy ezek során az elismerés, illetve gyakran annak hiánya hogyan befolyásolta Polányi későbbi pályáját. Az alábbiakban három fontos kémiai felfedezését, az adszorpció elméletét, valamint a röntgenkrisztallográfiai és a reakciókinetikai vizsgálatait próbálom körbejárni, továbbá a kémia más területén elért eredményeivel és azok fogadtatásával összevetni.

I. POLÁNYI ADSZORPCIÓS VIZSGÁLATAI

Polányi tudományos pályája közvetlenül az első világháború előtt indult. A háború ugyan némileg lassította a kibontakozását, de így is figyelemre méltó eredményeket ért el már egészen fiatalon. Kutatási témáinak már a kezdeteknél megfigyelhető sokszínűségéből a doktori disszertációja alapjául szolgáló, az adszorpció terén elért eredményei nem csak hogy kiemelkedőek, de következetes egészet alkotnak későbbi munkáival együtt (Wigner & Hodgkin 2002:23–35). Mint ismeretes, Polányi az adszorpciót jellemző adszorpciós potenciált (ϵ) azon térfogat (ϕ) függvényének tekintette az $\epsilon = f(\phi)$ képlet szerint, ahol ez a potenciál megnyilvánul (Wigner & Hodgkin 2002:24). Maga az adszorpciós potenciál kifejezés azonban nem Polányitól, hanem Euckentől származik (Polanyi 1963:1010, 1013). Polányi az összefüggés megállapításához nem végzett kísérleti munkát, de a modellje jól írta le a tapasztalatokat (Füstöss 2003:107–9). Az értelmezéshez használt – az indukált dipólusok által kiváltott – többrétegű adszorpció fogalma akkoriban még nem volt ismert. A szakemberek nem is fogadták el azonnal, annál is inkább, mert a kor egyik nagy tekintélyű kutatója, Irving Langmuir az egyrétegű (monomolekuláris) adszorpció híve volt, és abban az időben az elektromos töltések

irányította kölcsönhatások voltak a legelfogadottabbak. Márpedig az elektromos töltések közötti kölcsönhatások a töltések árnyékolása miatt nem terjedhetnek tovább egy rétegnél. Ha viszont kémiai kötések a felelősek az adszorpcióért, azok esetében is véges kölcsönhatások akadályoznák meg az egy rétegnél messzebb érvényesülő kölcsönhatásokat. Polányi idevágó eredményei az első világháború éveiben születtek, így nem ismerte Langmuir elméletét. Az indukált dipólusokat felhasználó értelmezését pedig Einstein és Nernst is elvetette (Füstöss 2003:108). A kísérleti eredményekkel való jó egyezés bizonyításához idő kellett, amelyet részben Polányinak a saját laboratóriumában a húszas évek végén végzett kísérletei, részben pedig Berényi, illetve Brunauer kísérleti eredményei teremtettek meg. Az adszorpció magyarázatául szolgáló elmélet szabatos kidolgozása – Fritz Londonnal közösen – csak 1930-ban született meg.

Polányi közel 50 évvel az első adszorpcióval foglalkozó cikkének megjelenése után nézeteinek lassú elfogadására visszaemlékezve emléti, hogy a Vilmos Császár Intézet fizikai kémiai és elektrokémiai részlegén (Kaiser Wilhelm Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie) Berlinben e tárgyban tartott előadását ugyan néhányan üdvözölték, de Einstein és Fritz Haber kedvezőtlen véleménnyel volt róla amiatt, mert elméletével szembeszállt az elfogadott nézetekkel (Polányi 1963:1011). Mindazonáltal ez az előadás döntő fontosságú volt ahhoz, hogy Polányi később állást kapjon a fenti intézetben Fritz Haber meghívására (Scott & Moleski 2005:67). Maga Polányi is elismerte, hogy valószínűleg nem fogott volna hozzá egy ilyen átfogóan új elmülethez, ha jobban ismeri az adszorpcióval kapcsolatos akkori eredményeket (Polányi 1963:1011). Fia, John C. Polányi apja kezdeti tudományos, majd a későbbi filozófiai tevékenységének első tapogatózásait is amatőrként értékelte, amely csak lassan jutott el a professzionalizmusig (Polányi, J. C. 2003:119).²

Sokan és sokszor elemezték, milyen befolyást gyakorolt mindez Polányi gondolkodására (Beck 2003:51; Füstöss 2003:107). Bizonyosra vehető, hogy a fiatal kutatóként elszenvedett kudarc jelentősen befolyásolta a megismeréssel és a tudomány mint intézmény működésével kapcsolatos nézeteinek alakulását és későbbi pályamódosítását. Mindez közvetett, tudományfilozófiai állítások formájában is megjelenik Polányi életművében, mint a szívesen használt antropológiai példázatok sora, amelyekkel azt bizonyítja – miként Békés Vera megfogalmazta –, hogy „egy közösség mindenkor szívósan és módszeresen őrködik azon, hogy meggyőződés-rendszere stabil maradjon, és a lehetséges külső bírálattal szemben ellentámadással védekező manővereihez válogatott eszközök óriási készletével rendelkezik” (Békés 2008a:145). Ez egybevág Thomas Kuhnnak a tudományos

² Érdemes volna megvizsgálni, miért és hogyan alakult ki az amatőr és profi szavak jelenlegi polarizált konnotációja, amely szerint az amatőr szót leginkább a „dilettáns”, a profi pedig a „szakértő” értelemben használjuk. Hozzám lényegesen közelebb állnak az eredeti jelentések: amatőr az, aki kedvtelésből (etimológiailag: szeretetből), profi pedig az, aki valamit hivatásszerűen végez. Mindkét utóbbi jelentés értéksemleges, ami nem mondható el a jelenlegi domináns értelmezésekről.

közösségekről írt nem túl hízelgő, de nem is alaptalan, éppen ezért gyakran bírált – az elfogadotthoz való ragaszkodásról mint „nyájszellem”-ről szóló – megállapításával (Fehér 1984:310). Ugyancsak Kuhn jegyzi meg, hogy miután „egy tudományos elmélet paradigmává emelkedett, csak akkor nyilvánítják érvénytelennek, amikor már van egy másik, helyettesítésre alkalmas, másik elmélet” (Kuhn 1984:110). Márpedig elmélete kifejtésének idején Polányinak nem volt a kételkedőket minden szempontból megnyugtató érvkészlete, a kísérleti bizonyítékokra pedig még várni kellett, valamint Polányi alábecsülte az elméletével szembeni ellenállást.³

Polányi adszorpció elmélete kapcsán meg kell emlékeznünk néhány kevésbé méltányolt tényről is. Az ipari forradalom következtében a 19. században jelentős mennyiségű vasra és acélra volt szükség, amely magával vonta a kőszén megnövekedett felhasználását és a belőle keletkező kátrány felhalmozódását (Landes 1986:377–87). A kőszénkátrány eleinte hulladéknak számított, később értékes vegyipari nyersanyaggá vált William Henry Perkin véletlen felfedezése nyomán (1856), amikor is a kőszénkátrány felhasználásával előállította a később mauvéine-nek nevezett textilszínezéket (Garfield 2002). A mauvéine nyomán jelentős színezékipar alakult ki, amely az egész (szerves) vegyipar fejlődésére döntő hatást gyakorolt, ugyanis a színezékek gyártásánál olyan ismeretek fejlődtek ki, amelyek egy virágzó ipar alapjait teremtették meg. A kezdetekben a színezékipar súlypontja Anglia, Franciaország és kisebb mértékben Németország volt. Később Németország és Svájc ipari teljesítménye vált meghatározóvá, így Anglia és Franciaország elveszítette vezető szerepét. 1900-ra már Németország uralta a világpiac 90%-át, amit az is mutat, hogy az I. világháború idejére Németországban a vegyipar szerves ágazatában szerepelt a munkaerő és a beruházások jóval több, mint a fele (Landes 1986:386). A háború utáni időszak nehézségei ellenére Németország meg tudta őrizni pozícióját, nem kis részben az I. G. Farbenindustrie vegyipari konglomerátumban koncentrálódott óriási ipari potenciálnak köszönhetően – fénykorában az I. G. Farben a világ negyedik legnagyobb vállalata a General Motors, a U.S. Steel és a Standard Oil után –, amelynek a II. világháború alakulására is döntő hatása volt (BuFaTa Chemie 2007). Nem tekinthető esetleges döntésnek, hogy a háború befejezését követően a szövetségesek igyekeztek feldarabolni az I. G. Farbenindustrie-t (Ball 2002:10).

A szerves vegyipar fenti sikerei nem jöhettek volna létre további jelentős akadémiai eredmények nélkül a természetes és szintetikus anyagok (indigó, hemin, klorofill, vitaminok, hormonok, antibiotikumok, szulfonamidok stb.) előállítására és új szintézismódszerek kidolgozására nélkül. Emil Fischer, Hans Meerwein, Otto Diels

³ Tanulságos mindezt összevetnünk Charles Darwin életpályájával és emberi-kutatói habitusával. Darwin orvosi és teológiai tanulmányokat folytatott, az előbbit soha sem fejezte be. Főművének (A fajok eredete) publikálásával közel húsz évet várt, részben azért, mert nagyon jól tudta, hogy milyen fogadtatásban lesz része az evolúcióról szóló művének. Ezt az időt javarészt adatgyűjtésre és –elemzésre használta fel, közben valószínűleg pszichoszomatikus eredetű betegségen esett át, amiből később, amikor már nem foglalkozott az evolúcióval, kigyógyult. A reakcionizmus jelenlegi, egyesült államokbeli népszerűsége és az a tény, hogy az életéről és munkájáról szóló 2009-es brit film (Creation) nem talált amerikai forgalmazót, jól mutatja, hogy Darwin joggal volt óvatos.

és Kurt Alder munkássága kiemelkedő jelentőségű ezeken a területeken. A sikerekkel együtt járt a vezető pozícióban levő szerves kémikus kutatók szakmai és anyagi megerősödése, amely a náci idők alatt tovább folytatódott. Ennek következtében a vegyész (*Chemiker*) szó csaknem szinonim volt a szerves kémikussal (*Organiker*) és, miként Walther Jaenicke fizikai kémikus megjegyzi, egyúttal elméletellenesség (*Theoriefeindlichkeit*) jellemezte a korszak jelentős kutatóit. Az egyoldalú fejlődésnek számos következménye volt, így például az amerikai Josiah Willard Gibbsnek a határfelületek termodinamikáját tárgyaló, 1873-ban írt angol nyelvű könyvét csak jelentős késéssel fordította le németre Wilhelm Ostwald, és az szinte teljesen észrevétlen maradt hosszú időn keresztül (Deichmann 2001:509–10). Ilyen körülmények között nem meglepő, hogy Polányi új adszorpciós elmélete csak nehezen tudott utat törni Németországban, amely a kor vezető tudományos hatalma volt.

II. POLÁNYI RÖNTGENKRISZTALLOGRÁFIAI EREDMÉNYEI

Az adszorpcióval kapcsolatos kutatásai közben Polányinak a feltételek ellehetetlenülése miatt el kellett hagynia Magyarországot. A számos egymást erősítő körülmény között meg kell említenünk, hogy az I. világháborút lezáró trianoni döntéssel ennyi szakembernek szűkké vált az összezsugorodott ország, valamint a kommün következtében a forradalmakban érintett (vagy annak vélt) zsidók és nem zsidók kevéssé voltak kívánatosak. Polányi főnökének, Hevesy Györgynek is mennie kellett (Czeizel 2002:105; Frank 2002:124). Hol voltak már azok az idők, amikor Andrassy Gyula gróf a tiszzaeszlári per tetőfokán nem kevesebb, hanem még több zsidót szeretett volna Magyarországon látni... (Lendvai 2001:330)

Polányi karslsruhei kitérője (1919–1920) után a berlini Vilmos Császár Intézet szálasanyagkémiai részlegén (Kaiser Wilhelm Institut für Faserstoffchemie) kapott állást, első munkája a cellulóz röntgenkrisztallográfiai vizsgálata volt. A röntgensugarak kémiai szerkezetvizsgálatra való alkalmazása meglehetősen új területnek számított ebben az időben. Az első fizikai Nobel-díjat kiérdemlő Wilhelm Conrad Röntgen 1896-ban számolt be a róla elnevezett sugárzásról, Max von Laue 1914-ben, William Henry Bragg és William Laurence Bragg pedig 1915-ben kaptak Nobel-díjat az eljárás elméletének kidolgozásáért és első gyakorlati eredményeikért.

A röntgenkrisztallográfiai Polányi számára is új terület volt. Feladatul kapta, hogy értelmezze a szálas cellulóz röntgendiffraktogrammjában megmutatkozó, a már ismert vonalakon túl megjelenő, négy, egymásra merőleges helyzetben megjelenő foltot (Bényei 2003:95; Füstöss 2003:109). Térletésének és matematikai hátterének köszönhetően néhány hét alatt megszületett a magyarázat, amely szerint párhuzamos kristályok véletlenszerű elhelyezkedéséről van szó egy adott tengely mentén. Polányi eredményeit az intézetigazgató Reginald Oliver Herzog kedvezően fogadta és W. Jancke-vel együtt közösen publikálták. A cellulóz elemi

cella-szerkezetének értelmezése már nehezebb feladatnak bizonyult, és Polányi az akkori módszereket alkalmazva nem tudta eldönteni, hogy vajon a cellulózban található egységek két cellobióz-anhidridből állnak vagy egy végtelen hosszú lánc részei. [Nem is csoda, mivel a kor tudományos fejlettsége ezt még nem tette lehetővé; a cellulóz különböző kristályos (I-IV) és amorf formáinak finomszerkezeti tanulmányozása a mai napig tart (Nishiyama *et al.* 2003; Sugiyama *et al.* 1991)]. Az eredményeiről tartott előadása heves visszatetszést keltett, és ez Polányit elbátortalanította a szérum-fibroin alaposabb tanulmányozásától (Polányi 1962:631). Negyven évvel korábban végzett röntgenkristallográfiai munkáira visszaemlékezve Polányi megállapította, hogy nem volt elegendő ismerete arról – nem ismerte Freudenbergnek saját előadásával közel egy időben megjelent cikkét (Scott & Moleski 2005:76) –, hogy hatékonyabban érveljen a második (helytálló) megoldás mellett, azaz, hogy a cellulóz óriásmolekulákból áll.

Polányi nem tudott róla, hogy már jó ideje vita folyt a polimerek szerkezetéről. Hermann Staudinger, Hermann Mark, Kurt Meyer és Karl Freudenberg óriásmolekulának tekintette a polimereket, ugyanakkor számosan, így az intézetigazgató Herzog, Heinrich Wieland, valamint három tekintélyes Nobel-díjas, Wolfgang Ostwald, Richard Wilstätter és Emil Fischer kis molekulák – intermolekuláris vonzóerők által összetartott – aggregátumainak vélte azokat. Ez utóbbi (téves) elképzelés azért volt olyan népszerű, mert a kolloidkémia és a koordinációs kémia fejlődése révén az elsődleges és másodlagos kémiai kötések („fő- és mellékvegyértékek”) létén alapuló elméletek igen elterjedtek voltak. A helyzetet tovább nehezítette, hogy a (helyes) makromolekuláris elmélet hívei között is éles, olykor személyeskedéseket és bosszút sem nélkülöző harc dúlt egészen 1937-ig arról, hogy vajon a makromolekulákat merev, nyújtott (Staudinger) vagy pedig összegombolyodott, rugalmas láncok (Mark, Meyer) alkotják⁴ (Deichmann 2001:249–55).

Polányi röntgenkristallográfiai kutatásai további irányt vettek, amely során a fémek hidegmegmunkálása során fellépő keményedést és a plasztikus folyás jelenségét írta le. Ezeket a munkáit gyorsan elismerték, a Nobel-díjas William Laurence Bragg visszaemlékezéseiben a legjelentősebbek között említi Polányi érdemeit ezen a területen (Füstöss 2003:111). Ugyancsak jelentős a Weissenberggel és Markkal együtt kidolgozott forgókristály-módszer, valamint a diszlokáció fogalma, amelyet Taylorral és Elammal párhuzamosan vezetett be (Bényei 2003:97; Polányi 1962:636).

III. POLÁNYI REAKCIÓKINETIKAI VIZSGÁLATAI

A röntgenkristallográfiai vizsgálatai (1920–23) után Polányi a Fritz Haber vezette fizikai kémiai intézetben (Kaiser Wilhelm Institut für physikalische Chemie

⁴ Ez utóbbi a ma is elfogadott nézet.

und Elektrochemie) kapott vezetői állást (Scott & Moleski 2005:91). Ez lehetővé tette, hogy kiteljesítse az adszorpcióval kapcsolatos kutatásait, és alkalmat adott kedvenc szakterületéhez, a kémiai reakciók vizsgálatához való visszatérésre, amely vizsgálódások a berlini és a manchesteri évein átívelő folytonossággal képviselték Polányi kémiai munkásságának legfontosabb eredményeit (Burkhardt 1954:456–9).

A fizikai kémia területén végzett kiterjedt tevékenységének kezdete Fritz Haberhez köthető, akitől a hideglángok vizsgálatát örökölte (Stoltzenberg 1998:475, 507). Számosan elemezték eredményeit (Bényei 2007; Füstöss 2003; Keszei 2003; Wigner & Hodgkin 2002), amelyek közül a Henry Eyringgel párhuzamosan kidolgozott átmeneti állapotok (vagy aktivált komplexek) elmélete, valamint a Richard Ogg-gal és Meredith Evans-szal közösen publikált, és a Nobel-díjas Dudley Herschbach által kiteljesített, úgynevezett „szigonymechanizmus” a legjelentősebbek. Utóbbiról még az apja teljesítményével kapcsolatban meglehetősen távolságtartó John C. Polanyi (Polanyi, J. C. 2003:118–9) is elismerően nyilatkozik, és megállapítja, hogy Polányi Mihály önmagában ezért megérdemelte volna a Nobel-díjat (Silberer 2006:339).

Az átmeneti állapotok elmélete Eyring és munkatársai 1942-ben írt könyve után is nehezen nyert teret, mert a benne alkalmazott kvantummechanikai és statisztikus mechanikai megfontolások akkor (és ma is) nehezen emészthetőnek bizonyultak a kémikusok számára, mert csak a múlt század ötvenes éveiben kerültek be az egyetemi tanrendbe (Keszei 2003:71). Történetünk szempontjából tanulságos, hogy Eyring egykori munkatársa, Keith J. Laidler által írt, a fizikai kémia történetét tárgyaló mű elfogultan mutatja be Polányi munkásságát (Inzelt 2003:85). Ez az aszimmetria a mai napig fennáll: az Eyring munkáira kapott tudományos hivatkozások száma körülbelül kétszerese a Polányi műveire történő hivatkozásoknak (Bényei 2007:31). Míg Eyring, ha a Nobel-díjat nem is, de a szintén igen tekintélyes Wolf-díjat 1980-ban átvehette, addig Polányinak nem ítélték meg a Nobel-díjat.⁵

Az átmeneti állapotok elméletének gyors elfogadásával kapcsolatos másik nehézség ezúttal is a hiányzó kísérleti adatokban rejtett (Keszei 2003:71). Az első jelentős eredmények a piko- és méginkább a femtoszekundumos tartományába eső molekuláris rezgések megfigyelésével születtek meg az 1970-es években éppen John C. Polanyi 1982-ben Wolf-, majd 1986-ban pedig Nobel-díjjal jutalmazott munkássága révén. A terület további fejlődése – a femtoszekundumos lézerek alkalmazásával – vezetett Ahmed H. Zewail 1993-as Wolf- és 1999-es Nobel-díjához. Kevés olyan tudományterület van, amelyik ilyen látványos fejlődést mondhat a magáénak az alkalmazott kísérleti technikák vonatkozásában. A napjainkban alkalmazott módszerek, köztük a molekulásugár-ütköztetési módszer is természetesen jóval kifinomultabbak, mint amiről Polányi valaha is álmodhatott (Wigner & Hodgkin 2002:28).

⁵ A Wolf-díjat Polányi Mihály halála után alapították.

IV. TANULSÁGOK

Ha végigtekintünk Polányi legjelentősebb kémiai eredményein, akkor érdekes párhuzamokat figyelhetünk meg. Már viszonylag hamar beleütközött tudományterületeinek aktuális problémáiba, amelyek mindig határterületeket feszegettek és saját bőrén tapasztalta meg, amit Mary Douglas kulturális antropológus úgy jellemzett, hogy a határátlépés mindig a hatalom kihívását jelenti (Douglas 1966:162). A hatalmat ebben az esetben a tudományos szaktekintélyek képviselik, függetlenül attól, hogy konkrét adminisztratív vagy csupán informális hatalommal rendelkeznek. Polányit mélyen foglalkoztatta, hogy melyek az eredményes felfedezés feltételei. Saját szavaival élve: „A felfedezéshez valójában a mesterségbeli tudáson túl valami olyasmire is szükség van, mint adottság annak a problémának a felismerésére, amely érett a megoldásra a saját eszközeinkkel; megfelelően fontos ahhoz, hogy saját erőforrásainkat teljes mértékben igénybe vegye és amely erőfeszítéseinkre érdemes” (Polanyi 1962:630).⁶ Tanulságos, hogy Polányinak azokat az eredményeit ismerték el időben és súlyának megfelelően, amelyeket ő maga nem tartott nagyon fontosnak, és szinte egy-egy nagyobb kutatási téma „melléktermékeként” születtek, mint például a kristályok deformációja, a forgókristály-módszer, a diszlokáció, az elektrokémiai átlépési tényező értelmezése (Inzelt 2003:79–85), valamint a kriptongyártás kidolgozása Bródy Imrével közösen (Palló 1996). A felsorolt eredmények a maguk nemében természetesen szintén fontosak, de nem voltak olyan forradalmi jelentőségűek, mint az adszorpcióval, a cellulóz makromolekuláris szerkezetével, illetve a reakciókinetikával kapcsolatos eredményei, és valószínűleg – tehetjük hozzá – a tudományos közösségnek éppen ezért volt könnyebb befogadni ezeket.

Polányi kutatási területeinek széles spektruma nem kedvezett eredményei megfelelő időben történő elismerésének, mert az emberek alapvetően nem kedvelik a polihisztorokat: nem hiszik el, hogy valaki ennyi mindenhez értsen, és nem késlekednek az amatőr (= dilettáns) jelzőt rásütni. Életrajzírói is említik, hogy Polányi addig ismeretlen területek felfedezésére való nyitottsága azzal az előnnyel járt, hogy számos korábbi problémára újszerűen tudott tekinteni, ugyanakkor az adott területen gyakran kevesebb időt töltött el, mint ami az alapos véleményalkotáshoz minden esetben elegendő lett volna: „többet vetett, mint amennyit aratott” (Scott & Moleski 2005:68). Észre kell vennünk ebben a mozzanatban az *önzetlenséget*: Polányi számos olyan eredményre jutott, amelyek teljes mértékű kiaknázását a jövőendő generációkra hagyta. Kutatási témáinak sokszínűsége még a hozzá közel állókat is zavarba hozta: Wigner Jenő csak némi habozás után ajánlotta őt Nobel-díjra (Palló 2002:296). Legendás szerénysége szintén hátráltatta elismerését (Marx 2002:84; Polanyi 1962:636; Wigner & Hodgkin 2002:20).

⁶ A My time with X-rays and crystals című írás idézett gondolatát saját fordításomban közlöm.

Lars Ernster (Ersnster László) szerint a kutatók alapvetően „fúró” vagy „ásó” típusúak. Az első kategóriába azok tartoznak, akik szinte egész életüket egy szűk területen töltik el, és ott „mélyfúrás” végezve vagy sikerül valamit felfedezniük, vagy sem.⁷ Az „ásó” típusúak gyakran változtatják kutatási területüket, és szerencsés esetben kiemelkedő eredményt érnek el (Hargittai 2004:82, 199–201). Polányi egyértelműen az „ásó” típusú kutatók közé tartozik. Nem nehéz belátni, hogy az ilyen habitusú kutatók elismerése jóval nehezebb feladat, mint a „fúró” típusúaké.⁸

A díjak, így a túlértékelt és meglehetősen konzervatív Nobel-díj is általában a „fúró” típusú kutatókat jutalmazza. A Nobel-díj anomáliáiról számos esetet idézhetünk, így Moses Gomberg (Hargittai 2004:33) vagy Lise Meitner díjának elmaradását (Hargittai 2004:262–6) vagy Hevesy György tízszeri jelölését, aki végül 20 év késéssel kapta meg Nobel-díját (Czeizel 2002:106). Kései elégtétel Polányi számára, hogy Wolf- és Nobel-díjas tanítványok imponáló sorát mondhatja magáénak: Melvin E. Calvin (1961), Wigner Jenő (1963), Henry Eyring (1980), John C. Polanyi (1982, 1986).

Honneth elismeréssel kapcsolatos fogalmait használva Polányi megtagadott vagy megkésett elismerését az értékalkotás kompetenciájának kétségbevonása vagy a képességek elismerésének hiánya (értékesek vagyunk-e egy adott közösségben?) kategóriájába sorolhatjuk. Wigner visszaemlékezésében hangsúlyozza, hogy Polányi kiemelkedően tudatos reflektív viszonyt alakított ki saját magával szemben már fiatal korában (Békés 2008b; Wigner & Hodgkin 2002:20), ami fokozottan érzékennyé és sérülékennyé tette a fent említett, részben megtagadott vagy megkésett elismerés alapjául szolgáló morális sértések iránt. Élete végén némi keserűséggel tapasztalta, hogy tevékenységét nem érdemeinek megfelelően kezelték (Czeizel 2006:176).

Polányi egyik életrajzírója, Martin Moleski szerint Polányi nyughatatlan ember volt (Scott & Moleski 2005:vii). Állítását Polányi gyakori költözéseivel, utazásaival, vallásának és tudományterületeinek cseréjével támasztotta alá. A tárgyilagosság kedvéért meg kell jegyeznünk, hogy az országváltásokat érintő költözései nem önkéntes elhatározás következményei voltak, a tudományterületek közötti vándorlása pedig részben az elmaradt elismerésre adott válaszként is értelmezhető. Ugyanakkor Polányi hosszú életet élt. Egy másik, szintén hosszú életű alkotó, a kínai Csi Paj-si festőművész egyik képéhez fűzött versében írja, hogy „[a] hosszú élet a nyughatatlanság következménye” („*Das lange Leben ist Rest der Unruhe*”) (Enlin 1988:49). Ebben a vonatkozásban érdekes párhuzam fedezhető fel kettejük gondolkodásmódjában és sejtethő, hogy Polányi hosszú életéhez valóban hozzájárult a

⁷ A kémikus végzettségű író, Vladimír Páral szarkasztikus regényében úgy jellemez egy „fúró” típusú kutatót, mint „aki napi tizenhat órát dolgozik olyan koncentrált figyelemmel, hogy a szék egyetlenegyszer sem reccsen meg alatta...” (Páral 1985:232). Köszönöm Kele Zoltánnak, hogy a kedvemért elolvasta az általam korábban olvasott művet az idézet pontos helyének megállapítása érdekében.

⁸ Darwin esete mutatja, hogy egy „fúró” típusú kutató élete sem könnyű, ha rendkívüli horderejű felfedezésre bukkán.

fent tárgyalt szellemi nyughatatlanság, amelynek anyai ágon megtaláljuk a gyökerét, és amely bizonyíthatóan számíthatott anyja elismerésére (Békés 2008b).

Polányi történetének fenti szelete számára tanulság levonására alkalmas. Egy lehetséges következtetés így hangzik: a tehetséges emberek megbecsülése nem egyszerűen erkölcsi kérdés, hanem egy közösség önértékének a felismerése, amennyiben a közösség elfogadja, hogy a kreatív gondolkodókat elismernie és támogatnia kell, mert ezek az emberek tehetségük kibontakoztatása révén képesek lehetnek az őket segítő közösség felemelkedésében meghatározó szerepet játszani a kezdeti támogatást messze meghaladó mértékben. Tehetséges embereket pártfogolni tehát kifizetődő vállalkozás bármely közösség esetében. A Polányi-kutatók számára alighanem megválaszolhatatlan kérdés marad, hogy Polányi kémiai munkásságának megfelelő módon és időben történő elismerése vajon hogyan befolyásolta volna későbbi pályáját.

IRODALOM

- Ball, P. 2002. *Stories of the invisible: a guided tour of molecules*. Oxford: Oxford University Press.
- Beck M. 2003. A kémikus Polányi indulása és a tudományfilozófus Polányi gyökerei. *Polanyiana* Vol. 12(1-2):49–54.
- Békés V. 2008a. Az etnográfiai esetleírástól az episztemológiai kulcspéldázattig – és vissza. *Világosság* Vol. 48:145–157.
- Békés V. 2008b. A Polányi család és a pszichoanalízis. In: Erős F.; Lénárd K.; Bókay A. (szerk.): *Typus Budapestiensis – Tanulmányok a pszichoanalízis budapesti iskolájának történetéről és hatásáról*. 15–52. Budapest: Thalassa Alapítvány.
- Bényei A. 2003. Polányi Mihály kémikus munkássága mai szemmel – Találkozások. *Polanyiana* Vol. 12(1-2):91–8.
- Bényei A. 2007. Polányi Mihály a reakciókinetika és a termodinamika kapcsolatáról. *Polanyiana* Vol. 16(1-2):28–36.
- BuFaTa Chemie (Hrsg.). 2007. *...von Anilin bis Zwangsarbeit. Der Weg eines Monopols durch die Geschichte. Zur Entstehung und Entwicklung der deutschen chemischen Industrie. Eine Dokumentation des Arbeitskreises I. G. Farben der Bundesfachtagung der Chemiefachschaften*. 2. Auflage, online-Ausgabe (<http://www.bufata-chemie.de>). (2009. 11.3.)
- Burkhardt, G. N. 1954. Schools of chemistry in Great Britain and Ireland XIII. The University of Manchester (Faculty of Science). *Journal of the Royal Institute of Chemistry* Vol. 78:448–460.
- Czeizel E. 2002. *Tudósok, gének, dilemmák. A magyar származású Nobel-díjasok családfaelemzése*. Budapest: Galenus Kiadó.
- Deichmann, U. 2001. *Flüchten, mitmachen, vergessen. Chemiker und Biochemiker in der NS-Zeit*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Douglas, M. 1966. *Purity and danger. An analysis of the concepts of pollution and taboo*. London: Routledge.
- Enlin, Y. 1988. *Malerei von Qi Baishi*. Berlin: Staatliche Museen zu Berlin.

- Fehér M. 1984. Utószó. In: Kuhn, T. S. *A tudományos forradalmak szerkezete*. 299–322. Budapest: Gondolat.
- Frank T. 2002. Polányi Mihály Berlinben. *Polanyiana* Vol. 11(1–2):117–33.
- Füstöss L. 2003. Polányi Mihály néhány eredménye a fizika oldaláról szemlélve. *Polanyiana* Vol. 12(1–2):105–16.
- Fukuyama, F. 1992. *The end of history and the last man*. New York: The Free Press.
- Fukuyama, F. 2007. *Bizalom. A társadalmi erények és a jólét megteremtése*. Budapest: Európa Könyvkiadó. [Eredeti kiadás: Fukuyama, F. 1995. *Trust: The social virtues and the creation of prosperity*. New York: Free Press.]
- Garfield, S. 2002. *Mauve: how one man invented a color that changed the world*. New York: W. W. Norton.
- Hargittai I. 2004. *Út Stockholmba. Tudósok és Nobel-díjak*. Budapest: Galenus Kiadó.
- Honneth, A. 1996. *The struggle for recognition: the moral grammar of social conflicts*. Cambridge, MA: MIT Press. [Eredeti kiadás: Honneth, A. 1992. *Kampf um Anerkennung. Zur moralischen Grammatik sozialer Konflikte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.]
- Honneth, A. 1997. Elismerés és morális kötelesség. In: Uó. *Elismerés és megvetés: tanulmányok a kritikai társadalomelmélet köréből*. 151–65. Pécs: Jelenkor Kiadó.
- Inzelt Gy. 2003. Egyetlen cikk elég a halhatatlansághoz avagy Polányi Mihály elektrokémiai kirándulásairól. *Polanyiana* Vol. 12(1–2):75–90.
- Keszei E. 2003. Michael Polanyi's pioneering contribution to the most successful theory in chemical kinetics. *Polanyiana* Vol. 12(1–2):63–74.
- Kuhn, T. S. 1984. *A tudományos forradalmak szerkezete*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Landes, D. S. 1986. *Az elszabadult Prométheusz. Technológiai változások és ipari fejlődés Nyugat-Európában 1750-től napjainkig*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Lendvai P. 2001. *Magyarok. Kudarok győztesei*. Budapest: Helikon Kiadó.
- Marx Gy. 2002. *Wigner Jenő*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Némedi D. 2006. *Harc az elismerésért*. http://www.nemedi.hu/harc_az_elismer%E9s%E9rt.pdf. (2009. 11. 3.)
- Nishiyama, Y.; Sugiyama, J.; Chanzy, H.; Langan, P. 2003. Crystal structure and hydrogen bonding system in cellulose I from synchrotron X-ray and neutron fiber diffraction. *Journal of the American Chemical Society* Vol. 125:14300–6.
- Palló G. 1996. Polányi Mihály és a kriptonlámpa. *Fizikai Szemle* Vol. 46:311–6.
- Palló G. 2002. Kép a falon. A Wigner–Polányi kapcsolat. *Fizikai Szemle* Vol. 52:293–6.
- Páral, V. 1985. *A képzelet kínja*. Budapest: Európa Kiadó.
- Polanyi, J. C. 2003. Michael Polanyi, the scientist. *Polanyiana* Vol. 12(1–2):117–21.
- Polanyi, M. 1962. My time with X-rays and crystals. In: Ewald, P. P. (Ed.). *Fifty years of X-ray diffraction*. 629–636. Utrecht: Oosthoek.
- Polanyi, M. 1963. The potential theory of adsorption. *Science* Vol. 141:1010–3.
- Polányi M. 1994. *Személyes tudás. Úton egy posztkritikai filozófiához I-II*. Budapest: Atlantisz.
- Scott, W. T.; Moleski, M. X. 2005. *Michael Polanyi: scientist and philosopher*. Oxford: University Press.

- Silberer V. 2006. Tudományos kultúrába születünk. Beszélgetés John Polanyival. *Természet Világa* Vol. 137:338–340.
- Stoltzenberg, D. 1998. *Fritz Haber. Chemiker, Nobelpreisträger, Deutscher, Jude*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Sugiyama, J.; Persson, J.; Chanzy, H. 1991. Combined infrared and electron-diffraction study of the polymorphism of native celluloses. *Macromolecules* Vol. 24:2461–6.
- Wigner, J.; Hodgkin, R. A. 2002. Polányi Mihály élete. 1891. március 12 – 1976. február 22. A Royal Society tagja (1944). *Polanyiana* Vol. 11(1-2):19–62.