

Mai fejjel látom, hogy az akkori körülmények között, vagy inkább azok ellenére is, milyen világszínvonalú volt a fizika Debrecenben. Nem tudok elképzelni ennél jobb példaképeket és stimulálóbb gyermekkort, mint amiben részünk volt. Szüleink hatása még az unokákra is átsugárzott, Tamás fiam is úton van, hogy fizikus legyen. Ő képviseli a negyedik fizikusgenerációt családjunkban. Feleséggel, *Katival* próbáltuk Tamást is ugyanebben a szellemenben felnevelni.

Az ATOMKI-ban, a Kísérleti Fizikai Intézetben családjunk nem csak 4 főből állt, hanem egy sokkal nagyobb, kiterjesztett család részei voltunk, és ez valahogy megintcsak meghatározó volt. Ez a kép mutatja, hogy a szalonnasütésen, mi is ott ültünk, és sütöttük a szalonnát az Intézet kertjében.

Andrással együtt szeretnénk megköszönni szüleinknek azt a sok szeretetet, ahogyan gyerekes kérdéseinkre izgalmas válaszokat kaptunk. Ha valaki, akkor mi elmondhatjuk, hogy a szó szoros értelmében az anyatejjel szívtuk magunkba a fizikát és a napi politikától független élet- és értékrendet. Köszönjük az egykori tanítványoknak, hogy ők is annyi türelemmel foglalkoztak velünk, kisgyermek korunktól egyetemista korunkig – ahogy a műhelygyakorlatokat mi is végigcsinálhattuk a hallgatókkal, ahogy bemehettünk a laborgyakorlatokra, ahogy megtanultuk az elektronikát az ATOMKI-ban, ahogy megírtuk első cikkeinket, és lejátszottuk a mindennapos teniszmeccseket a tenispályán. És köszönöm a mostani generációnak,



Szalonnasütés az ATOMKI udvarán

hogy szüleink emlékét és a legjobb értelemben vett tradícióit ilyen szépen megőrizték.

Köszönöm a figyelmet.

További olvasnivalók:

http://www.atomki.hu/100_Szalay/index.html

Berényi Dénes: Szalay Sándor, az ember. *Fizikai Szemle* 54/5 (2004) 172.

Marx György: A magfizika megérkezése Magyarországra, tisztelegés Szalay Sándor életműve előtt halála 10. évfordulóján. *Fizikai Szemle* 47/9 (1997) 274.

Kovács Ádám: *Szalay Sándor és a debreceni fizika*. Előadás a 37. Középiskolai Fizikatanári Ankéton, Debrecen, 1994.

Kovács Ádám: Szalay Sándor 80 éves lenne, és az ATOMKI 35 éves. *Fizikai Szemle* 40/1 (1990) 29.

Török István: Szalay Sándor a szonokémia előfutára. A Friss Rádió *Jövönéző* című műsorában 2007. 12. 02., www.atomki.hu/jovonezo

A HAZAI URÁN

Hamvas István
Paksi Atomerőmű Zrt.

Ifjabb Szalay Sándor érzelemdús, emlékekkel teli előadása igen közel hozta hozzánk az ATOMKI alapítójának egyéniségét. Az, amit én elmondani tudok *Szalay Sándor*ról, nyilván nem lehet ennyire személyes élményeken alapuló, hiszen saját emlékeimre nem támaszkodhatom. Ilyen értelemben távolság volt köztünk. Amiről beszélni szeretnék – az uránkutatás és a magyar atomenergetika – azonban szellemiségében és megvalósulásában is kapcsolódik ahhoz, egyenes folytatása annak, amit Szalay Sándor itt Debrecenben alkotott.

A paksi atomerőműben dolgozó volt debreceni diákok nevében mindenkit szeretettel köszöntök, és megköszönöm azt a lehetőséget, hogy ezen az ünnepi megemlékezésen Szalay Sándor professzor úr életútjáról az atomenergetika szemszögéből nézve pár szót szólhatok.

Ha az urán történetét nézzük, akkor élményeikről a nálam idősebbek sokat tudnának mesélni. Tény, hogy az uránkutatás és -bányászat történetében generációmnak, nekem nem lehetett részem. Ezért inkább arról

mondok el néhány gondolatot, amit mi kaptunk abból az időszakból, amit innen, a debreceni fizikus iskolából hoztunk, itt láttunk, hallottunk, és amit mi a paksi fizikusi műhelyben napról napra hasznosítottunk.

Amikor döntések születtek az '50-es évek Magyarországon a nukleáris energetika létrehozásáról, akkor első és legfontosabb feladat volt, hogy legyenek megfelelően képzett hazai szakemberek. Olyan szakemberek, akik a háború utáni években hitelesek voltak a döntéshozók szemében, akik meg tudták győzni az ország gazdasági fejlesztéséért felelős vezetőket olyan új technológia bevezetéséről is, mint a nukleáris energetika. Szükség volt olyan képzett szakemberekre, akik az ilyen horderejű döntések előkészítésében helytálltak, az elhatározott feladatokat végre tudták hajtani. Mindezeket túl üzemeltetni tudták az így születő intézményeket, gyárat, illetve a mai napig fejleszteni tudják azokat. Az 1950-es években, amikor még csak elkezdődött a nukleáris energetika iparág fejlődése, nem lehetett elvárni, hogy az egyetemekről olyan arányban kerüljenek ki szakemberek, mint ahogy az abban az idő-



1. ábra. Az urán

ben szükséges lett volna. Ráadásul a háború utáni időszakban az energetikai kérdések, az ország energiaellátásának megoldása nagy kihívás volt. Nukleáris kérdésekben képzett szakember abban az időben nagyon kevés került ki az egyetemekről.

Éppen ezért volt rendkívül fontos Szalay Sándor professzor úr iskolateremtő tevékenysége, így pályájának az 1950–54-hez köthető része, amikor a Kísérleti Fizikai Intézet (KIS-FIZ) és az Atommagkutató Intézet (ATOMKI) is megszületett. Ekkor itt Debrecenben intézményesen is elindult egy olyan fizikusképzés, amelyre mind a mai napig az atomfizika, illetve a magfizika jellemző. A KIS-FIZ és az ATOMKI fogalom azok körében, akik itt dolgoztak vagy itt tanultak. Nagyon fontos volt az a szellemiség, az a légkör, ami az intézetekben működött, az a kapcsolat a tanárok és a diákok között, aminek mi részesei lehettünk. Ez a viszony jóval több volt annál, mint pusztán az oktatást végző tanár és a fizikát tanulni akaró diák között lenni szokott. Meghatározó szerepet játszott ebben az a patronáló tanári rendszer, amelynek keretében minden diákról – ha akarta, ha nem – valamelyik tanár gondoskodott. E kapcsolat révén nagyon sok olyat kaptunk, ami nem oktatási feladat, hanem – így fogalmaznék – alkotó emberré nevelés volt. Akik itt tanultak, azok

2. ábra. A magyar urán indul Oroszországba



ebből a szellemiségből biztosan vittek magukkal oda, ahová szakmai pályájuk sodorta őket. Nyugodtan elmondhatom, hogy Pakson, a paksi atomerőműben dolgozó fizikusok sikereiben, eredményeiben fontos szerepe van ennek a sok jónak, a nevelésnek, amit az ott dolgozó volt debreceni diákok a KIS-FIZ-en kaptak. Erre mi büszkéek vagyunk. Úgy gondoljuk, hogy azt a célt, amelyet Szalay Sándor professzor úr megfogalmazott, amely szerint „ha el akar valamit érni Debrecenben, akkor a legfontosabb, hogy tehetséges fiatalokat gyűjtsön maga köré” – sikerült elérnie. Túl azon, hogy neki sikerült, a tanítványai is képesek voltak átadni ezt a szellemiséget, és így hatása mind a mai napig, tehát évtizedeken át érezhető.

Másik terület, amelyről szeretnék pár szót szólni, az urán (1. ábra) kutatása. Megismerve Szalay Sándor egykori kutatásának nehézségeit és szépségeit, szívesen lettem volna részese e fáradozásnak. Az uránkutatás elkezdése bölcs, előrelátó gondolkodásról vall. Szalay Sándor professzor lényegében energiapolitikusi megfontolásból kezdte el ezt a munkát. Láta, hogy Magyarországon a háború utáni fejlődés alapfeltétele az energiaellátás. Tudta, hogy Magyarország vízenenergia-potenciálja rendkívül kicsi, hiszen területének nagy része sík vidék. Az ország szénvagyona kevés, kőolaj- és földgázkészlete is csekély. Mindezekről már akkor lehetett tudni, hogy csak töredékét tudják biztosítani annak, ami Magyarország számára az elkövetkező időszakban szükséges lesz.

Rögtön azután, hogy a 40-es évek végén világossá vált, a nukleáris energia békés célokra is felhasználható, Szalay Sándor azonnal elkezdte azt a munkát, amit uránkutatási tevékenységeként emlegetünk itt a mai napon. Ő már akkor előre látta, hogy Magyarországon az energiaellátás szempontjából fontos szerephez fog jutni az atomenergetika, és az ehhez szükséges feltételek megteremtése érdekében célszerű minél hamarabb megkezdeni az uránkutatást. Ráadásul tette ezt úgy, hogy az akkori meghatározó szakmai álláspont szerint a geológiai adottságunkat tekintve nem sok esélyük volt azoknak, akik Magyarországon kezdenek el uránt kutatni. Mindezek ellenére Ő olyan úttörő munkát végzett, amelyet a magyarországi uránkutatás hőskorára jellemzőnek lehet mondani. Az uránkutatás nem vezethetett volna sikerre azok nélkül az ötletek, illetve kitartó munka nélkül, amit akkor Szalay Sándor és kollégái fölmutattak. Az ő munkájuk eredményeképpen megkezdődhetett a hazai iparszerű uránkutatás, kedvező eszközellátottsággal és feltételekkel, és már azokkal az ismeretekkel, amelyeket Szalay Sándor professzor úrtól kaptak a szakemberek. A kutatás eredményes volt, és az 1947-es kezdethez viszonyítva igen gyorsan, már 1955-ben, a Mecsekben megkezdődhetett az urán bányászata.

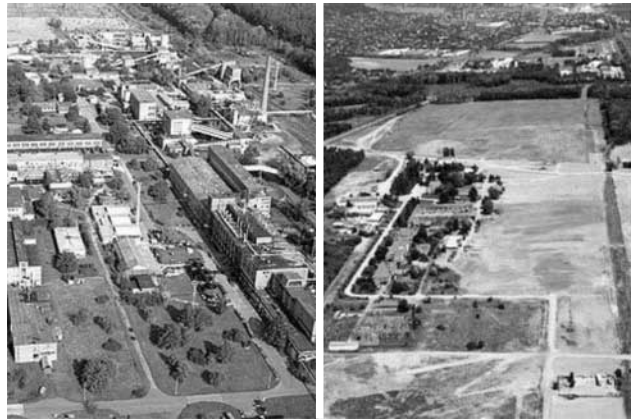
A kibányászott urán – bár világviszonylatban nem volt óriási jelentőségű – fontos volt, és büszkéek is lehettünk arra, hogy létezik magyar urán. Közel negyven évig működött az uránbánya, ez alatt az időszak alatt alapvetően minden kibányászott uránt Szovjetunióba, majd Oroszországba szállítottak (2. ábra).

1. táblázat			
A mecseki uránbányászat korszakai és jellemzői			
időszak	termelés célja	uránfém-termelés (t)	paksi felhasználás (t)
1955–1979	szovjet export	12 866,5	
1980–1990	szovjet export–magyar import	5 994,2	3 066,6
1991–1997	paksi export-feldolgoztatás	2 239,3	2 465,0
összesen		21 100	5 531,6

Annak az uránnak persze sok köze nem volt a paksi atomerőműhöz, és a benne használt üzemanyaghoz. Mégis, a magyar uránkitermelés gazdasági hatásai érezhetőek voltak, és bizonyos értelemben előkészítették a magyar nukleáris energetika kialakulását és fejlődését. Ez alatt a közel negyven év alatt 21 000 t-nál több fémes uránt termeltek ki, ami közel kétszer annyi, mint amennyit eddig elhasználtunk Pakson (1. táblázat). Ez a 21 000 t még akkor is elegendő lenne a paksi atomerőmű működtetéséhez, hogyha a meghosszabbított élettartamot, az elkövetkező 20–25 évet is figyelembe vesszük, tehát akár 2037-ig. Az uránbányászat negyven éve a magyar atomenergetika hőskorszakának is tekinthető. Ugyanis kicsi, mindössze 0,1% volt a kitermelt érc uránkoncentrációja, emiatt a 40 év alatt közel 50 millió tonna kőzetet kellett kitermelni. A geológiai adottságok a kitermelés szempontjából igen kedvezőtlenek voltak, ezért 1200 km hosszban kellett vágatokat létrehozni, 1400 m mélységig kellett lehatolni. Ez nagyon kemény munka volt. De ebben az időszakban, a hidegháború időszakában nem számított, föl se lehetett tenni a kérdést, hogy gazdaságos-e ez a tevékenység, avagy nem. Az uránbányászat nagy előnyeként lehet elmondani, hogy abban az időben sok ezer embernek, csúcsteljesítmény mellett 8000 embernek munkát, megélhetést adott. Ez mai szemmel nézve is jelentős.

Az 1990-es évektől kezdődően, a hidegháborús időszak után, ahogy a piacgazdaság Magyarországon bevezetésre került, az érdeklődés orosz részről a magyar urán iránt megváltozott. Már csak azt az uránt vették át, amit Magyarország el is használt. Gazdasági szempontok előtérbe kerülésével nyilvánvalóvá vált, hogy a világpiacon körülbelül feleannyiért lehet megvenni az uránt, mint amennyiért azt Magyarországon kitermelik. Kezdetben a paksi atomerőműnek kellett megvennie a magyar uránt, hogy feldolgoztassa Oroszországban, és végül felhasználja. Ez nyilvánvalóan többletköltséget jelentett. Végül egy tüzeset adta helyzet hatására 1997-ben megszületett a döntés, a bányát végleg bezárták (3. ábra).

Ebben az időszakban a nukleáris technika magyarországi fejlődésével párhuzamosan zajlottak az atomerőmű megépítése körüli munkálatok, amelyek időigényüket tekintve jóval nagyobbak voltak, mint az uránkutató és a bányamegnyitás. Azok a szakértők,



3. ábra. Éredúsító Üzem vegyi feldolgozó, egykor és most

akik Szalay Sándor iskolateremtő munkájának eredményeként kerültek ki az egyetemekről, nagy mértékben hozzájárultak a döntés meghozatalához. 1964-ben merült fel a gondolat, 1966-ban már meghozták a döntést és szerződést is kötöttek az oroszokkal négy atomerőművi blokk megépítéséről. A tervezés időszaka nem volt egyszerű, a kormány többször változtatott álláspontján. Így például 1970-ben kormányzati szinten született döntés az építkezés elhalasztásáról. A végleges döntést az 1973-as olajválság hozta meg: az atomerőművet meg kell építeni. 1982-ben a paksi atomerőmű egyes blokkja elindult. Ennek az eseménynek is van a Kísérleti Fizika Intézettel kapcsolata, nevezetesen az, hogy a debreceni KIS-FIZ-en tanuló valamikori diáknak adatott meg, hogy Magyarország első atomerőművének kritikussá tételét levelezni lehetett.

Ezt követően 1984-ben elindult a kettes, 86-ban a hármas, majd 1987-ben a négyes blokk is. Ebben az időszakban alakult ki az atomerőmű pozíciója a hazai villamosenergia-rendszerben (2. táblázat). A nukleáris erőmű azóta több mint 1800 MW villamos teljesítménnyel 37–40% arányban vette ki részét a hazai villamosenergia-ellátásból. És nem mellékes az sem, hogy a nukleáris energiatermelés mindig is a lehető legolcsóbb volt Magyarországon, és ezért a mindenkori kormányzat szociálpolitikai célkitűzéseinek eszköze is lehetett.

Ha figyelembe vesszük a kőolajár nemrégiben rekordot elérő nagyságát, a gázkrízist, aminek csak egy jele volt ez év elején a gázcsapok elzárása, továbbá a ma már vitathatatlan klímaváltozást, akkor elmondható, hogy a nukleáris energetika szerepe jelentősen

2. táblázat	
A paksi atomerőmű éves termelése kiváltható:	
üzemanyag	menyiség
szén	~4,0 millió t
olaj	~2,6 millió t
gáz	~2,9 milliárd m ³
biomassza	~15,8 millió t

3. táblázat

1 GWév elektromosenergia-termelés üzemanyagigénye

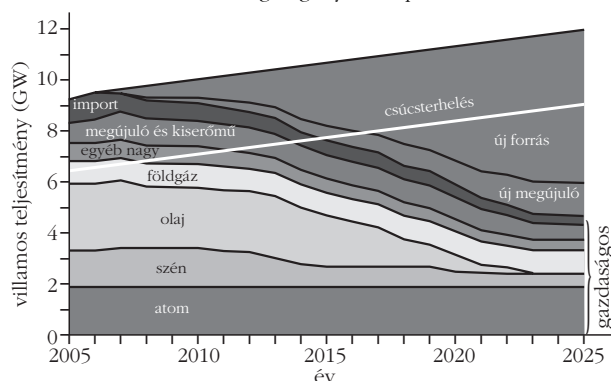
üzemanyag	mennyiség
szén	2,5 millió t
olaj	1,6 millió t
gáz	1,8 milliárd m ³
urán	20,0 t

felértékelődött az elmúlt időszakban. Felértékelődött az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a környezetvédelmi vonatkozásait tekintve. Évekkel ezelőtt az atomenergetika megítélése a környezetvédelem szempontjából negatív volt. Ma már viszont egyre több környezetvédelmi szakember fogalmazza meg azt a véleményét, hogy a megújuló energiaforrások alkalmazása mellett a klímaváltozás elleni küzdelem másik alappillére a nukleáris energetika.

Ez érthető is, ha csak arra gondolunk, hogy az atomerőművek szén-dioxidot nem bocsátanak ki. Környezetvédelmi szempontból ez már önmagában is igen fontos. Az atomerőművekben közel öt nagyságrenddel kevesebb hulladék képződik, mint a szénerőművekben (3. táblázat). Öt nagyságrenddel kevesebb hulladék képződése esetén könnyen megtehető az, amit a nukleáris ipar megtesz: a keletkező hulladékot gyűjti, konszolidálja, és ellenőrzött tárolja. Ma a szén elégetésével keletkező szén-dioxiddal, annak hatalmas mennyisége miatt nem lehet mást tenni, csak azt, amit az emberiség eddig tett, főlhígítja és szétszórja a környezetben. Ma az atomerőművek a környezetvédelmi célkitűzések elérésének fontos eszközeit jelentik. Emiatt értékelődött fel az elmúlt időszakban a nukleáris energetika a környezetvédők számára is.

Mi a jövője a nukleáris energetikának Magyarországon? Azt tudjuk, hogy az elöregedés miatt, és egyéb okokból leállítandó erőművek termelés kiesése, illetve az időben viszonylag állandó, évente 1,5–2%-os mértékben növekvő villamosenergia-igény eredőjeként 2025-ig 6–7 GW villamosenergia-kapacitást kell Magyarországnak megépíteni (4. ábra). Ez majdnem a duplája annak a kapacitásnak, ami jelen pillanatban aktívan működik. Ha áttekintjük hazánk geopolitikai

4. ábra. A villamosenergia-igény és -kapacitások változása



helyzetét, számba vesszük a megújuló energiaforrásokat, és elgondolkodunk azon, hogy a ma meglévő gázszolgáltatás mennyire tesz bennünket kiszolgáltatottá (az általunk használt gáznak 90%-a orosz területről érkezik), fel kell tennünk a kérdést, hogyan fogjuk ezt a 6–7 GW kapacitást létrehozni. Ezeket a szempontokat figyelembe véve, egyértelműen kimondható, hogy ebben a kapacitásban a nukleáris energetikának mindenképpen részt kell vállalnia.

Ez a világban egyébként elfogadott, így gondolkodnak, és a nukleáris reneszánsz jegyében alapvetően három úton növelik az atomerőművek kapacitását. Ez a három módszer a teljesítménynövelés, a meglévő blokkok tervezett üzemidejének meghosszabbítása, és új atomerőművi blokkok építése.

Magyarországon mi is ugyanezt az utat járjuk. A teljesítménynövelést mind a négy blokk esetében már végrehajtottuk. Pontosabban két hét múlva tesszük meg az utolsó blokkon is azt a lépést, aminek eredményeképpen a blokk teljesítménye a kívánt 108%-ra növelhető. Ezzel a paksi atomerőműben az elmúlt évek munkájának eredményeként létrehoztunk egy, a magyarországi mértékkel mérve közepes erőművi kapacitást, rendkívül olcsó áron.

Az üzemidő-hosszabbítás is fontos kapacitásnövelő módszer, amit már elkezdünk. E célkitűzést az Országgyűlés is támogatja, döntésével elősegítette, hogy az előkészítést megkezdjük. A környezetvédelmi engedélyt már megszereztük és a hatósági engedélyezési folyamat is elindult. A tervezett üzemidő 1982-t követő 30. évben, 2012-ben, igen közeli időpontban lejár. Már 2003-ban elkezdjük annak biztonsági megalapozását, hogy minden fontos követelmény maradéktalan betartásával, a meglévő biztonsági tartalékok felélése nélkül a paksi atomerőmű továbbüzemeltethető legyen. Az elemzések alapján minden esélyünk megvan arra, hogy 2012-ben az üzemidő hosszabbításra vonatkozó engedélyeket megkapjuk, ami azt jelenti, hogy a paksi atomerőmű blokkjai további 20 évig, emelt teljesítménnyel fognak működni.

A harmadik kapacitásnövelő tevékenység az új atomerőművek építése. Új atomerőművi blokk építésének kérdésével a hazai szakemberek is foglalkoznak. Az eddigi vizsgálataik alapján kimondható, hogy ez a terv reális, finanszírozható, a hazai jogszabályok alapján engedélyeztethető, és gazdaságosan megvalósítható. Ebben a kérdésben politikai összhang is van, amit az igazol, hogy ez év március 30-án a parlament több mint 95%-os arányban megadta az elvi hozzájárulását új atomerőművi blokk építéséhez.

Nemcsak mi vagyunk azok, akik tervezik, vagy fontolgatják azt, hogy új blokkot építsenek. Várható, hogy az atomerőművek összkapacitása 2030-ig megduplázódik a világon. Ez már most egy olyan gondolkodást vált ki, amire példát az 1950-es években láthattunk. Előre kell gondolkodni, ahogy Szalay professzor is tette ezt az uránkutatók megkezdése idején. Ha ilyen mértékű, ilyen volumenű termelésre készülnek föl az egyes országok, akkor az egyértelműen oda fog vezetni, hogy a kereslet-kínálat az

uránpiacon megváltozik. Ha erre nem gondolunk, akkor egyszer csak nagyon-nagyon drágán kell beszereznünk az uránt, az olajárrobbanáshoz hasonló hatásokat tapasztalhatunk majd az uránpiacon. Ez a folyamat egyébként már megkezdődött. Hogyha a kereslet tovább nő a kínálathoz képest, akkor nincs kizárva az, hogy a magyar urán ismét szerepet kap, és ismét bányászni fogják, hiszen gazdaságossá válhat. Így gondolja ezt egy ausztrál tulajdonosú energetikai cég is, amely már el is kezdte a Mecsek környéki területeken a kutatást.

Ma a világon az atomerőművek – egy kivétellel – termikus reaktorra, tehát alapvetően az urán 235-ös izotóp hasadására alapozzák az energiatermelést. Azaz az üzemanyag, az urán legalább 97%-a kihasználatlanul marad vissza, ráadásul nagy aktivitású radioaktív hulladék formájában. Ez nagy pazarlás az emberiség részéről, főleg ha figyelembe vesszük a Föld 235-ös urán készletének véges mennyiségét. Nyilvánvaló, hogy itt tenni kell valamit, ami a tudo-

mányos-műszaki kutatóknak óriási kihívást jelent. Azaz adott a helyzet, ami 1950-ben is adott volt. Meg kell találni a megoldást arra, hogyan lehet az emberiség energiaellátását a nukleáris energetikára alapozva úgy biztosítani, hogy az energiahordozók ne merüljenek ki. Ennek a problémának és az atomerőművek működése közben keletkező nagy aktivitású nukleáris hulladékok hosszú távú kezelésének elméleti megalapozása részben már megvan. Ez a gyakorlatban akkor és csak akkor alkalmazható, ha nemzetközi összefogásban, Szalay Sándor professzor úrhoz hasonló alkotó emberek együttműködésével történik a kutatás. Biztos vagyok abban, hogy a már beindult kutatások eredményeképpen, a negyedik generációs atomerőművek kifejlesztésével a problémák meg fognak oldódni, és az atomerőművek az urán 238-ra alapozott üzemanyaggal az emberiséget néhány ezer évig képesek lesznek villamos energiával kiszolgálni. Ez alatt az idő alatt a fúziós energiatermelés is megoldódhat.

SZOLGÁLTATUNK? VAGY SZOLGÁLUNK?

Svingor Éva

MTA ATOMKI Hertelendi Ede
Környezetanalitikai Laboratórium

1971-ben végeztem fizikusként a Kossuth Lajos Tudományegyetemen. A miénk volt az utolsó évfolyam, amelyiknek *Szalay Sándor* előadást tartott. Igazi stréber voltam, minden előadáson az első sorban ültem, jegyzeteltem, és bízást mondhatom, hogy jegyzeteim igen jók voltak. Kivéve Szalay prof előadásait. Az első előadása első percében kiesett a toll a kezemből, tátott szájjal hallgattam és ittam magamba minden szavát. Nem előadás volt, hanem egy igaz ember és nagy tudós hitvallása az életről, a tudományról, a természetéről, az emberről. Nem megtanulni, hanem megérteni és átérezni való. Útmutató, ami egy életre szólt.

Negyedéves fizikushallgató voltam, amikor *Csongor Éva* szeminárium keretében mesélt a radiokarbonról, a fantasztikus lehetőségekről, amiket ez az izotóp kínál, majd átvitte évfolyamunkat az ATOMKI-ba, megmutatta az épülő számlálót, beszélt azokról a nehézségekről, amelyeket a kis energiájú béta-sugárzás és a természetes háttérsugárzásnál jóval kisebb aktivitás méréséhez le kell győzni. Úgy éreztem, erre vágytam: fizika, ami a régészetet szolgálja [1]. Amikor felvételt nyertem az ATOMKI-ba, reménykedtem, hogy teljesül az álmom, de a Prof geokronológiára szemelt ki. Látva csalódottságom azt mondta: „Fiam, a természet csodálatos. Meglátja, bármelyik darabkáját nézi, hihetetlenül izgalmas. Csak jól nyissa ki a szemét!”

Természetesen igaza volt.

A Könnyűelem-analitikai Laboratórium

A Prof egy sokat idézett mondása: „Ha valamit el akarok érni Debrecenben, akkor az a legfontosabb, hogy tehetséges fiatalokat gyűjtsék magam köré.” *Hertelendi Ede*, aki 1974-ben jelent meg az intézetben, egyike volt e tehetséges fiataloknak. Feladatul azt kapta, hogy építsen egy tömegspektrométert, amivel a szén stabil izotópjainak arányát a radiokarbon kormeghatározás kívánalmainak megfelelő pontossággal lehet mérni. A Csongor Éva által épített ^{14}C mérőberendezés ekkor már működött, de a minták ^{14}C aktivitásának pontos mérése nem elég a kor meghatározásához. Egy földbe/vízbe eltemetett szerves anyag (a „lelet”) különböző környezeti hatásoknak van kitéve. Ezek következtében az anyagban lévő szén izotóp-összetétele megváltozhat (frakcionálódás vagy izotópcseré). Ilyen esetben a mért fajlagos ^{14}C aktivitás és az ebből számított kor nem reális, ezért a frakcionálódásra korrigálni kell. A vizek korát a vízben oldott szén (bikarbonát) fajlagos aktivitásából számítjuk. Ennek egy része a talajból beoldott inaktív karbonátból, másik része a szivárgás során beoldott talajgázból származik. Arányukat ismereni kell a kor megadásához. A megoldás: mérni kell a $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ izotóparányt is, ebből mind a frakcionálódás, mind a beoldódási arány becsülhető.

A stabilizotóp-arányt mérő tömegspektrométer 1986-ban készült el, és a $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ mérésén kívül alkalmas a $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ és $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ arányok mérésé-