

va 30 éve – és azóta csak a fák lettek nagyobbak. Akkor régen egy hozzáértő is elkísért, most viszont csak egy gyenge terepvázlatot kaptam, azzal a szóbeli kísérszöveggel, hogy talán eltalálók rajta, ha a választott utat be nem nőtte az erdő. A megjegyzést viccnek véltem, és mégis úgy volt. Hja, a szegénység! Nem szívesen példázom más hazai arborétum-gazdákkal, mert harag, sértődés lenne belőle. Hiszen mások is szegények. De arra még telik nekik, hogy a legfontosabb sétautakra és elágazásokra tájékoztató táblát tegyenek. (És ne bokatoró méretű köveket a sétaútra, hiszen sok család a kisgyermekével jön ide felüdülést találni... Amivel szemben ugyancsak szemet szúr az arborétum területén lévő vadászház fölöttébb igényesen kialakított környezete...) A félreérthetetlen tájékoztatás hiányában addig bolyonghat az ember, amíg csak el nem fárad. Persze elfárad, de sehol egy pad, ámyas pihenőhely, ahová félrehúzódhatna, szemlélődhetne. Igaz, a célt tévesztett bolyongásnak is született hozadéka. Így láttam meg egy Vörös Könyvben védelemre ajánlott lepkét, a *Neptis sappho*-t (kis fehér-sávos lepke), mint a hely (és az ország) ritka lakóját. Végezetül: az arborétum rejtőzködő bejárata sem olyan, ahol az emberre felemelő érzések tömnek rá, hogy most aztán „van valahol”. Az a szegénység, ami ezt a páratlan élőfa-gyűjteményt körülveszi, bizony már nem csak anyagi természetű...



**Védett, ritka faj a kis fehér-sávos lepke (*Neptis sappho*) – a Budafai Arborétum területéről**

Aztán ott van Szécsisziget és a bivalyok. Róluk (az állatokról) már írtam, ezért is várokozással kerestem fel a Kerka-menti falut, hogy láthassam őket. Láttam is – az országút mellől. Mert – minden tájékoztatás híján – csak onnan voltak láthatók. Hát ez a pozíció nyomába sem érhet a kápolnapusztai bemutatónak! Ez bizony osztályon aluli bemutatóhely. Pedig mindegyiknek egy a gazdája: a Balaton-felvidéki Nemzeti Park. Jobb is lenne, ha ez a hely mindaddig rejtve, titokban maradna, amíg nem válik vállalhatóvá. Mert ha egy kényesebb, igényesebb látogató idetéved, már veszi is a kalapját... De ezzel nincs vége: az országút túloldalán, a bivalyokkal szemben régi vízimalom áll a kiszáradt csapóárok mentén. Ha víz lenne az árokban, az építmény életszerűvé válna. Mint ahogy Európa, sőt hazánk számos helyén így is van. (A Murán Szlovéniában még egy úszó vízimalom is látogatható, bár azt nem sikerült látnom.) A malom egyúttal múzeum is – volna, ha éppen nem foglalta volna el egy ropant zajos, mosdatlan beszédű, valahonnan szalajtott népes autós csapat (kismamákkal és kisgyerekekkel!), akik a malomajtó mellé kihelyezett hangszórók bőbűlései és füstfelhőbe burkolózás mellett élvezték a megnyugtató természeti környezetet. Még szerencse, hogy másfélkkel, méhészekkel is találkoztam, akik éppen a jó méztermést ünnepelték a szabadban, diszkréten, kellemes szakmai és baráti közösségben.

Nem hagyhatom szó nélkül a lecsupaszított erdők látványát sem. A prospektusok Budafán kívül a vétyemi „ösbükköst” – egy emberi beavatkozástól mentesített erdőrészt – ajánlják meglátogatásra. Bizony szembetűnő az ellentét a két törekvés között: a megóvás és a már oly sokszor elítélt és gyakori tarvágasok ellentmondása nem tesz jót az ösbükkös hitelének, hírnevének. Arról nem is beszélve, hogy sokfelé az üdőbb erdők helyén (csakis a méhészek öröme) akácok diszlenek. Lehet persze, hogy még az egykori intenzív olaj- és gázkitermelés pusztította el az eredeti erdőket, és ezek helyét foglalták el a másodlagos telepítvények. Minden este a hepehupás zalai utakon közlekedőnek elég gyakran kell félrehúzódnia, hogy a rönkfát szállító széles terpesztésű kamion mellett valahogy elférjen.

Dél-Zalától mégis az egykor erdészeti szolgálatban álló, vidám hangulatú erdei kisvasút látványával búcsúzom: ez is a múltból jön, de ez tart is valahová. A kis mozdony vidám piros színe talán már egy valódi kibontakozás örömet sugallja.



## Detonátorok, nanogyémántok, és nukleáris robbanófejek

BRAUN TIBOR

Írásunk – tárgya miatt – nem hagyhatja említés nélkül az aktuálpolitikai vonatkozásokat. De ezúttal – elsősorban egy alapkutatási célokat követő kutató történetén keresztül – egy jelentősnek mondható felfedezést kívánunk ismertetni, amelynek sorsa a kutatótól nagyrészt független patológias körülmények között formálódott.

Szakszótári értelmezésben [1] patológiának nevezik a betegségek okaival és az általuk okozott jelenségekkel foglalkozó tudományágat. A tudományos kutatás szakirodalmában „patológias tudomány”-nak nevezi azt a folyamatot, amiben „kutatók belekeverednek hamis eredmények kinyilatkozásába szubjektív effektusok, vágyálmok, illetve ábrándozások hatására” [2]. Úgy tűnik, hogy a kifejezést *Irving Langmuir* Nobel-díjas fizikus használta először a Knolls Research Laboratóriumban 1953-ban tartott előadásában. Ő ott azt hangsúlyozta, hogy a patológias tudomány az „a tudomány, amelyben egyszerűen a tények nem olyanok, mint amilyenek” („the science of things that aren't so”) [3].

A témával behatóbban foglalkozik Robert L. Park fizikus nemrégien megjelent könyve, amelyben ő „patológiának nevezi azt a tudományt, amiben valódi kutatók önmagukat ámtíják” (pathological science, wherein genuine scientists deceive themselves) [4].

Az írásban a fentiekől eltérően használjuk a patológiát. Patológiának nem a kutató gondolkodását, viselkedését, illetve megnyilvánulásait tekintjük, hanem azokat a körülményeket, amelyek közepette a kutató kutatási tevékenységét végezni kényszerül. Gondolunk itt elsősorban a kutatás helyszínének elzártságára, nehezen való megközelíthetőségére, témájának paranoiás titkosítására, publikálási tilalmára és terjesztésére, illetve bármilyen olyan más körülményre, ami a helyes úton haladó kutatót tőle független korlátok közé szorítja.

\*\*\*

Az utóbbi években többször is vezető hírként szerepeltek a sajtóban az iráni nukleáris fejlesztések. Mint közismert, az iráni hatóságok kizárólag a nukleáris kutatások békés alkalmazását hangsúlyozták. Ennek ellenére egyes híradások továbbra is a katonai célú törekvésekről szóltak. Nemzetközi felkérésre az ENSZ által létrehozott szakosított intézmény, a bécsi székhelyű Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) több esetben is vizsgálta a kérdést, de a közelmúltig egyértelmű állásfoglalást nem tudott kialakítani.

2011. november elején azonban érdekes adatok kerültek napvilágra, amelyek arra utalhatnak, hogy az iráni nukleáris fejlesztések nem csak békés irányban haladtak, illetve haladnak jelenleg is.

Az egyik hír a *The Washington Post*-ban jelent meg [5]. A másik egy nagyon részletes NAÜ-vizsgálatról számol be [6]. Ez ismerteti David Albright volt ENSZ fegyverkezési szakértő és jelenleg a washingtoni Tudományos és Nemzetközi Biztonsági Intézet (Institute for Science and International Security) elnökének nyilatkozatát egy „R265 generátor”-ról, egy eddig eltitkolt iráni fejlesztésről. Ez a szerkezet egy henger vagy félgömb alakú alumíniumtartályból (detonátorból) áll, amelyben bonyolult összetételű robbanóanyagkeverék van: a robbantás a másodperc töredékének pontosságával időzíthető. A detonációnak az a szerepe, hogy komprimáljon két, dúsított uránból vagy plutóniumból álló kis félgömböt, aminek hatására nukleáris láncreakció indul el. Egy ilyen szerkezet létrehozása, megtervezése és teljesítményének tesztelése különleges műszaki ismereteket igényel, amire Irán külföldi segítség nélkül nem lett volna képes. A *The Washington Post* szerint Irán a feladatra Vjacseszlav Danyilenkó volt szovjetunióbeli szakember (1. ábra) segítségét vette igénybe, akit az iráni fizikai kutatóintézet szerződöttetett több évre az 1990-es évek közepén, a detonációs nanogyémánt-kutatásban való részvételre.

Az ENSZ hivatalos személyeinek átadott dokumentumok azt mutatták, hogy Danyilenkó öt-hat évet töltött Iránban, előadásokat tartott és az irániakkal közös tanulmányokat írt detonátorok és olyan robbanóanyagok fejlesztéséről és teszteléséről, amelyek megfelelőek lehetnek detonációs nanogyémántok előállítására, de detonáción alapuló nukleáris robbanófejek építésére is. Ez az információ két olyan hivatalos személytől származott, akiknek hozzáférése volt a NAÜ bizalmas jelentéseihez. Danyilenkó szerepe annyira fontosnak látszott, hogy a NAÜ elemzői jelentős erőfeszítéseket tettek, hogy beszélgethessenek vele – említette a két ENSZ-hivatalnok. Danyilenkó hangsúlyozta, hogy úgy tudta, feladata civil mérnöki projektekre, illetve kizárólag nanogyémántok előállításához való detonátorokkal kapcsolatos szakértői munkára szorítkozott. Nincs adat arról, hogy az orosz hatóságoknak ismertük lett volna Danyilenkó iráni tevékenységéről. Az orosz hivatalos szervek nem válaszoltak az emailben feltett kérdésekre.

A fentiekből kitűnik, hogy Danyilenkó személye különlegesen érdekesnek látszik az utóbbi időben napfényre került iráni nukleáris törekvések szempontjából.

Jelen írás szerzője hosszú ideje folytat kutatómunkát a kristályos szénallotrópok – elsősorban a fullerének, a szénnanocsövek és a grafén – kémiája területén. Újabban az említett vegyületekhez rokonított detonációs nanogyémántok is felkeltették érdeklődését. Ez utóbbiak vizsgálata közben találkozott Danyilenkó nevével és kutatási eredményeivel [7–9]. Amikor a szerző kutatásai folytak, Danyilenkó iráni kapcsolatai és a hozzájuk kapcsolódó felfedezések még fel sem merültek. Ezért érdemes talán röviden összefoglalni, hogy akkor mit tudhatott meg Vjacseszlav Danyilenkóról.

Az 1934-ben született Danyilenkó a Cseljabinszkban működő, sznyezsinszki Műszaki Fizikai Össz-szövetségi Kutatóintézetben, Jevgenyij Ivanovics Zababahin akadémikus vezetésével, gázdinamikai kutatásokat folytatott 1960 és 1965 között. Az ma már köztudott, hogy az említett kutatóintézetnek álcázott intézet szupertitkos nukleáris kutatásokkal is foglalkozott.

### Detonátorok és nanogyémántok

A kutatás során Danyilenkó detonátorokat (detonációs kamrákat) (2. ábra) is épített, robbanóanyagokkal (főleg trinitrotoluollal és hexogénnel) kísérletezett, és a torlóküllamok komprimálási célokra való alkalmazását tanulmányozta. Ekkor fedezte fel, hogy a zárt detonátorban való robbantás során a képződött korom mellett 2–5 nm méretű gyémántnanokristályok is képződnek [3]. A detonációs

nanogyémántok felfedezését a szovjet hatóságok 1962-ben titkosították, és a nanogyémántokat gyártani kezdték katonai célokra. Azt remélték, hogy ha a yers nanogyémántokat üzemanyagokba (dizelolajba) keverik, javul a tankmotorok teljesítménye. Nem állt és jelenleg sem áll rendelkezésre adat arról, hogy Danyilenkó a detonátorokat detonációs nanogyémántokon kívül másra is használta volna a sznyezsinszki intézetben, vagy másutt a Szovjetunióban. Az 1962-beli titkosítás következtében a világ a detonációs nanogyémántok felfedezéséről és a felfedezés körülményeiről csak több mint 40 évvel később szerzett tudomást, amikor Danyilenkó 2004-ben angolul publikálta az eredményeit [10]. A cikk megjelenése után a tudományos világ messzemenően elismerte Danyilenkó

prioritását a detonációs nanogyémántok felfedezésében [11], és azóta a detonátorok és detonációs nanogyémántok egyik legjelesebb szakértőjének tekintik.

### Titkosítás és utóélet

A detonációs nanogyémántok felfedezésének, előállításának és alkalmazásainak szovjetunióbeli titkosítása miatt rendkívül nehezen hozzáférhető, illetve kiszivárgott adatokból úgy tűnik, Danyilenkót 1966-tól kezdődően eltiltották a nano-

gyémánt-kutatástól. Mint tudott, Danyilenkó 1989-ben elhagyta a sznyezsinszki intézetet és az „Ukrán Anyagtudományi Problémák” elnevezésű intézetben dolgozott tovább [12].

Mivel, illetve milyen kutatásokkal foglalkozott Danyilenkó 1966 és 1989 között egy olyan ultratitkos intézetben, ami katonai kutatásokkal, valószínűsíthetően nukleárisfegyver-kutatással is foglalkozott?

Hogyan maradhatott meg az intézetben a Cseljabinszk-70-nek is nevezett, a külvilág elől elzárt, titkosított területen olyan valaki, aki 1966-ig állítólag kizárólag civil témának tekinthető detonációs nanogyémánt-kutatással foglalkozott?

Az ukrainai intézetben 1989-től kezdődően Danyilenkó feladatai közé tartozott a detonációs nanogyémántok nagyüzemi méretű gyártásának technológiai kidolgozása. Ezt a technológiát az ukrainai Zsitomirban a Danyilenkó veje által létesített ALIT nevű üzemben hasznosították, ahol a Danyilenkó által tervezett, 100 köbméter űrtartalmú detonátort is működtették [13]. 1991-ben Danyilenkó az Egyesült Államokban szabadalmat is kapott egy detonátorra [14].

### Zárszó

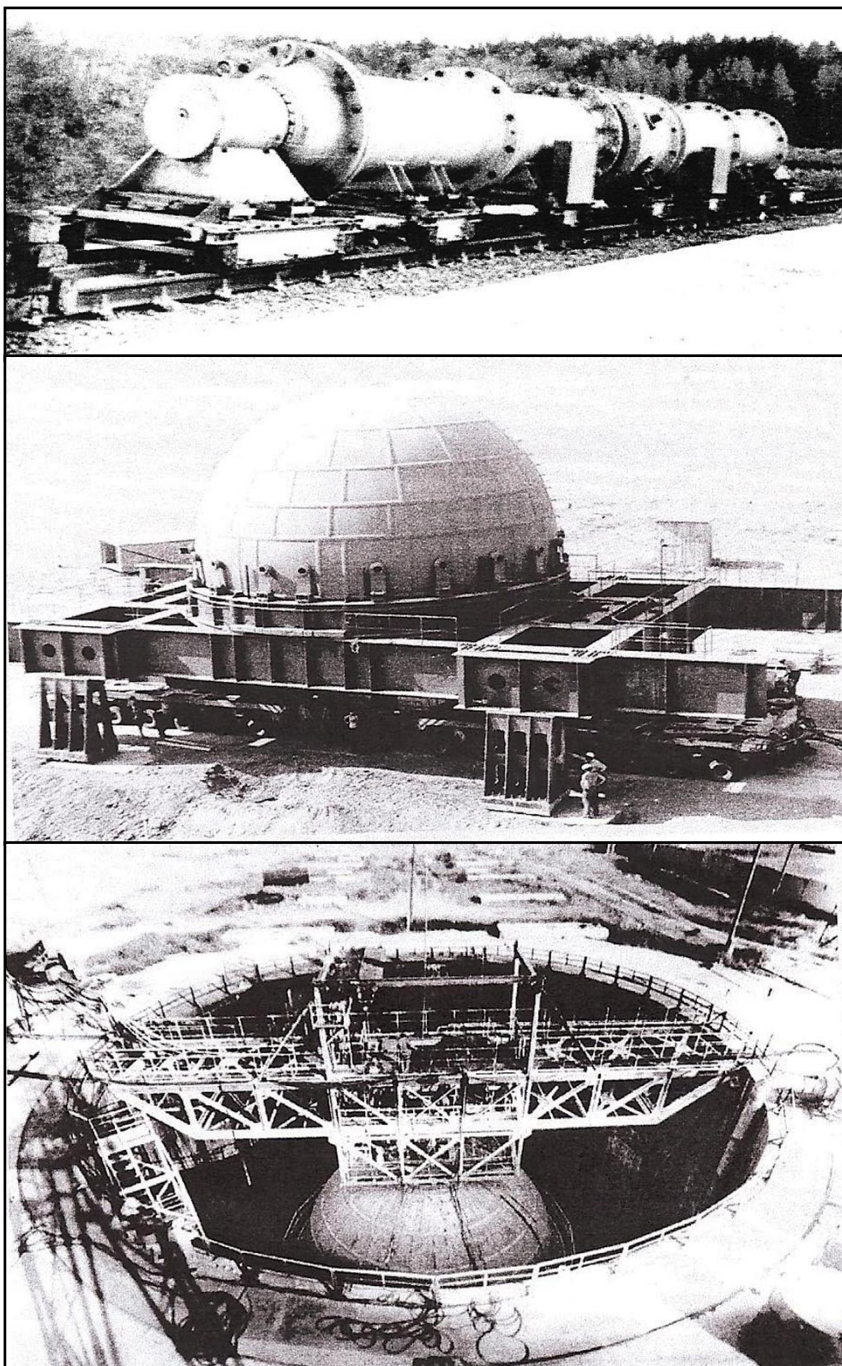
Jelen szerző meglehetősen nagy tapasztalatot szerzett a tudományos kutatás mint társadalmi tevékenység működési mechanizmusáról. Ez irányú tevékenysége során számos alkalommal tapasztalta, hogy ez a mechanizmus a néhai Szovjetunióban – és részben a Szovjetunót követő országokban – a világ fejlett országaihoz viszonyítva kimondottan patológiás jelleget öltött embertelen, az egyént semmibe vevő diktatórikus hierarchiájával és a nyilvános publikálás eszement titkosításaival. Mindez persze nem jelenti azt, hogy a néhai Szovjetunióban nem születhettek kiváló tudományos eredmények, felfedezések és nem munkálkodhattak egészen kiváló kutatók és szakemberek. Ennek ellenére az egész kutatási tevékenységre rátelepedett, és nyomorította, gátolta az ottani működési mechanizmus torz jellege.

Vjacseszlav Danyilenkó szovjetunióbeli helyzetét, munkáját jellemző példaként foghatjuk fel. Danyilenkó alig harmincéves korára bekerült egy mély titkosítása miatt teljesen zárt városba (Cseljabinszk), amely az akkori térképeken nem volt feltüntetve, és ott egy kimondottan hadi kutatásokat végző intézetben kapott érdekes alap-



1. ábra. Vjacseszlav Danyilenkó





2. ábra. A Szovjetunióban épített detonátorok [16]. Henger (a) és kúp (b) alakú detonátor, kupola alakú detonátor rakétakilövősi silóban

kutatási feladatot. Ennek megoldása közben katonai eszközök alkalmazásával (detonátorok) tett egy világra szóló civil felfedezést (detonációs nanogyémántok). A felfedezést titkosították, a szerzőt eltiltották a publikálástól, konferenciákon való részvételtől, majd felfedezése további kidolgozástól is. Az előbb feltett kérdésekre a válasz csak az lehet, hogy *Danyilenkó* a civil felfedezéséhez használt eszközöket a következő évtizedekben katonai kutatásra használhatta, mondhatnánk, hogy akaratától, eredeti szándékaitól függetlenül.

A Szovjetunió felbomlása után *Danyilenkó* kiszabadult a zárt, titkos városból és érthető módon próbálta civil kutatásait (nanogyémántok előállítása robbantás útján) iparilag, illetve kereskedelmi gyümölcsozéttni, de közben valószínűleg nem tudta feledni

életének addigi évtizedeiben felgyülemlett frusztráltságát. Eredményeit publikálta [6], illetve mások is hivatkoztak rá [11, 12], így nanogyémántjaival, detonátorépítési jártasságával világhírű lett. Erről valószínűleg olyanok is értesültek, akiknek a detonátorotoktól, a detonációs robbantásoktól és a detonációs nanogyémántok előállításától eltérő törekvéseik voltak. Az iráni nukleáris reaktorok építésében a szovjetunióbeli kutatók is részt vettek, akiktől az iráni szakemberek tudomást szerezhettek *Danyilenkó* eredményeiről a Szovjetunió felbomlása után. *Danyilenkó* ezután felkereshették, valószínűleg a cseljabinszki körülményekhez mérten mesés ajánlatokat tehettek, aminek addigi életében tapasztalt frusztráltsága miatt sem tudott ellenállni. Így jöhetett létre az iráni kapcsolat. Hogy akkor és ott mire használta a Szovjetunióban szerzett tudását, ismereteit, annak felderítése nem ennek az írásnak a feladata, hanem esetleg a titkosszolgálatoké, vagy végső soron a történelemé.

Az vesse *Danyilenkó*ra az első követ, aki a helyében és helyzetében másként cselekedett volna.

#### IRODALOM

- [1] Bakos Ferenc, Idegen szavak és kifejezések szótára, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2005.
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Pathological\\_science](http://en.wikipedia.org/wiki/Pathological_science)
- [3] <http://www.cs.princeton.edu/~ken/Langmuir/langmuir.htm>
- [4] R. L. Park, Voodoo Science: The Road from Foolishness to Fraud, Oxford University Press, Oxford, 2010
- [5] <http://www.washingtonpost.com/world/national-security/iaea-says-foreign-expertize-has-brought-iran-to-threshold-of-nuclear-capability/2011/11/05/gIQA6hgtMprint.html>
- [6] <http://isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/IAEA?Iran8nov/2011.pdf>
- [7] Braun Tibor, Detonációs nanogyémántok titkosított felfedezése, Magyar Tudomány, 172 (2011) 1247.
- [8] Braun Tibor, A szénnanokémia ékszeirei, Detonációs nanogyémántok, Magyar Kémikusok Lapja, 67 (2011) 7.
- [9] Braun Tibor, Briliáns felfedezés: nanogyémántok és orvosi biológiai alkalmazásai, Természet Világa, megjelenés alatt
- [10] V. V. Danilenko, On the History of the Discovery of Nanodiamond Synthesis, Physics of the Solid State, 46 (2004) 581.
- [11] D. Ho (Ed.) Nanodiamonds. Applications in Biology and Nanoscale Medicine, Springer, New York, 2011.
- [12] O. A. Shenderova, M. Gruen (Eds.) Ultramicrocrystalline Diamond: Synthesis, Properties, and Applications, Springer, New York, 2007.
- [13] <http://original.antiwar.com/porter/2011/11/09/iaea-soviet-nuclear-scientist-never-worked-on-weapons/>
- [14] V. V. Danilenko, US Patent, 181 3293A3, 1991.
- [15] <http://www.aporrea.org/imprime/n192773.html>
- [16] Ch. S. Picardi, Emerging USA Nanodiamond Applications. NANO, 9th International Conference on Nanostructured Materials, 1-6 June, 2008, Rio de Janeiro, Brazil