

Húsz éve – Csernobil

Az elmúlt 20 évben az állandóan emlegetett események közé tartozott a csernobili katasztrófa. Sok mindent írtak a rovására – a természet pusztulásától a megváltozott meteorológiai hatásokon keresztül talán leginkább a megbetegedéseket, elsősorban a tumoros megbetegedéseket kapcsolták hozzá. Saját tapasztalatom, hogy kialakult egy úgynevezett „Csernobil-sugár” fóbia. Az okot kutatva a magyarázatot csak komplex elemzések után lehet megérteni.

A XX. század végére az emberiség (tévesen) az „atomot” is szolgálatába állította. Az átlagember – de sajnos néha a kellő iskolázottsággal rendelkező ember – is a természettudományokat feledve misztikus és tudománytalan érveléseket hangoztat az „atom” ellen. A közvélemény-kutatások egyik megdöbbentő eredménye, hogy az emberek milyen tudatlanok a természettudományokban (sajnos ez a tendencia egyre erősödik), noha már az általános iskolákban is tanítják az alapokat.

A téma ismeretéhez szükséges néhány alapfogalmat tisztázni. Tudományos ismereteink alapján a természetben 118 elem, izotóp, tehát atomi forma létezik. Ezeknek az elemeknek sajátos kilencféle kristályszerkezetük van, és tudjuk, hogy ezek az elemek, atomok képesek kölcsönhatásba lépni, amit vegyületeknek nevezünk. Szégyellem leírni, mert ezek a tények a minimum intelligencia részét kellene hogy képezzék. Viszont fontos, hogy a további értelmezések ne légvárra épüljenek. Tudjuk: az izotópoknak két formája létezik – a stabil izotópok és a radioaktív, azaz radioizotópok. Ez utóbbiakat nevezhetjük természetes radioizotópoknak, ami a természet része, mindenhol jelen van, az élet és a biológiai lét alapja. Emellett vannak mesterséges radioizotópok, amelyeket reaktorokban lehet előállítani, de ezek nem „új” elemek, hanem az ismert bomlási folyamatok elemekre vonatkozó állapota.

A radioizotópok bomlásuk alatt sajátos és az elemre jellemző sugárzást bocsátanak ki magukból, miközben egy átalakuláson mennek keresztül. Az egyszerűség érdekében célszerű csak három sugárzási formát említeni, amit mindenkinek illene ismerni. Ezek az alfa= α , a béta= β és a gamma= γ sugárzás. Az alfa és a béta-sugárzásnak meghatározott tömege van, ezért ezt korpuszkuláris sugárzásnak nevezik, míg a gamma sugárzás az elektromágneses sugárzás egy meghatározott tartománya. Ezekről az egyszerű alapokból lehet kiindulni annak érdekében, hogy a Föld úgynevezett „atomszennyezésének” kérdését egyáltalán elemezni tudjuk. A három sugárzásnak terjedési távolsága ismert, tudott, számítható. Átlagokat számítva az alfasugárzás (ami hélium atom = ^2He) kb. 10 000 km/sec sebességgel lép ki a radioaktív izotópból, de viszonylagos nagy tömege miatt levegőben kb. 4 mm után elveszti sebességét és ezáltal energiáját. Ez pl. az emberi testben mindösszesen maximum 14 mikron távolságot tud megtenni. A béta-sugárzásnál az elektronok vagy pozitronok kilépése a magból β^- illetve β^+ , a terjedési távolság levegőben méteres távot, az emberi testben kb. 4 mm-t jelent. A gammasugárzások okozhatják a legnagyobb félreértéseket, ugyanis mint elektromágneses sugárzás, közel 300 000 km/sec sebességgel egyenes vonalon halad, ami viszont a távolságtól függően veszít energiájából.

Minden nukleáris sugárzásra jellemző, hogy különféle anyagokban más és más módon fékeződnek, nyelődnek el.

És itt kezdődnek az igazi félreértések a nukleáris folyamatokról. Néhány tényt meg kell említeni. Pl. a biológiai élet nukleáris folyamatok nélkül nem létezhet, az emberben kb. 1 másodperc alatt kb. 6000–8000 nukleáris folyamat zajlik, minden földi energiatermelés (egy kivételével) nukleáris folyamat eredménye, állandó ún. háttérsugárzásban élünk (most csak nukleárisról van szó) – ismeretes a föld, a kozmosz és az egyéb sugárzási formák. Pontosan meghatározható annak az értéke, hogy mi számít háttérsugárzási minimumnak, illetve felső küszöbnek. Nem hagyhatjuk szó nélkül, hogy ha 100%-nak tekintjük háttérsugárzásokat, akkor a legnagyobb hatást a föld-sugárzás teszi ki, amit a kozmikus sugárzások követnek. Mindent összevetve a kísérleti atomrobbantások, atombomba támadások, a nukleáris baleseteket (ide tartozik

Csernobil) a háttérsugárzások szintjét a földön mindösszesen 1,1%-kal növelték, a reaktor-balesetek, katasztrófák ebből csak 0,1%-ot tesznek ki. Érdekes megjegyezni, hogy a megengedett háttérsugárzások emberre gyakorolt hatása közül az orvosdiagnosztika a háttérsugárzásnak kb. 20%-át teszi ki. Ez persze statisztikus átlag, mert van, akit életében nem, vagy csak ritkán röntgeneznek, de akad olyan embertársunk, aki évente több RTG, CT, szcintigráfiai vizsgálaton is átesik. Természetesen a félreértések kiküszöbölése érdekében meg kell jegyezni, hogy ezek a sugárzások az egészségre nem károsak, és az úgynevezett „évi normál” háttérsugárzásokhoz tartoznak.

A természettudományos érveléseket sokszor (talán manipulatív módon) félreértelmezik. Nézzünk néhány példát, hogy a sugárzások esetében milyen tényezővel kell még számolni. Az, hogy egy időegység alatt mennyi sugárzási energia éri az embert (eV= elektrovolt, KeV=kilo-eV vagy MeV=mega-eV) függ attól még, hogy mekkora a sugárzó radioizotóp-aktivitás, azaz egy sec. alatt hány bomlási folyamat történik. Az elemzést nem bonyolítva vegyünk egy egyszerű esetet.

A röntgensugárzás a nukleáris sugárzások kategóriájába tartozik. Ha egy ember mondjuk 10 év alatt x számú RTG, CT vizsgálaton vesz részt, akkor rövid időszakok alatt károsítást nem okozó diagnosztikai képalkotó orvosi vizsgálaton vesz részt. Ha ezt a pontosan számítható dózist pl. egy óra alatt kapja meg az ember, akkor a sugárterhelés hatására biológiai károsodások is kialakulnak (amelyeket nevezhetünk sztochasztikus, illetve determinisztikus hatásoknak is). Még egyszerűbben, ha valakit a működő röntgen alatt felejtenek meglehetősen hosszú ideig, akár meg is halhat.

A nukleáris kérdések minimumát igyekeztem leírni, aminek hiányában a Csernobilt sem lehet értelmezni, megérteni. Annak, aki részletesebb információt szeretne a kérdésről, javaslom Dr. Aszódi Attila és Prof. Dr. Szatmáry Zoltán Csernobil című könyvének olvasását.

A fentiek alapján oszlassunk el néhány tévhitet. Csernobilban nem történt „atomrobbanás”. A sérült reaktorból közvetlenül sugárzás (alfa, béta, gamma) országunkat nem érte el. Ez azt jelenti, hogy a radioaktív izotópokból kilépő sugárzások a gamma esetében is – a számítások szerint – maximum 500 m(!) távolságban voltak érzékelhetők (azt is figyelembe kell venni, hogy a gammasugárzás egyenes vonalú és a Föld gömbölyű). Sugárfertőzés nem létezik, a fertőzés vírusokra-baktériumokra vonatkoztatható, egy sugárzással érintett ember nem tud „megfertőzni” egy másik embert. A csernobili katasztrófa része a Földet érintő háttérsugárzás emelkedésnek (1,1%) – a balesetek 0,1%-ot tesznek ki, a katonai alkalmazások és kísérleti robbantások 1%-ot.

Hatvan éve történt az első valóban emberi felelőtlenség és átgondolatlan politikai döntés következtében végrehajtott hirosimai és nagaszaki atomrobbantás. Az emberiség szerencséjére más nemzet nem vetett be ezt követően atomtámadást egy másik nemzettel szemben, viszont a kísérleti atomrobbantások visszafordíthatatlan természetváltozást okoztak (amiről meg kell jegyezni, hogy az emberi életet nem veszélyezteti). Hazánkban a csernobili katasztrófát követően nem emelkedett a tumoros megbetegedések aránya.

Akkor milyen hatás érvényesült? A sérült reaktorból tonnányi mennyiségű mesterséges radioaktív izotóp került a levegőbe, elsősorban Cézium=Ce, valamint jód= I131. A levegőben lévő mikroszkopikus radioizotóp molekulákat az ember belélegezheti, lenyelheti. Ezek hatásának elemzésével a sugárbiológiai és a kvantumbiológiai tudományok foglalkoznak. Természetesen, ha tömegében is nagy mennyiség rakódik le valakinek a ruhájára (amit láthattunk a mentesítéstél), akkor a sugárzás hatásával számolni kell, már csak a rövid táv miatt is (ruha-bőr távolsága). A Csernobilról szóló filmekben láthattuk, hogy bő vízzel mosták a katasztrófaelhárítók vízhatlan ruháit, ekkor nem fertőtlenítettek, hanem egyszerűen a ruhára rakódott radioaktív izotópokat mosták le.

Összefoglalva: a Csernobilban bekövetkezett tragédia emberi hiba és felelőtlenség miatt történt. Az atomfegyverek esztelen fejlesztésével ellentétben a nukleáris energiatermelés és az egyéb nukleáris – embert szolgáló – kutatások, alkalmazások biztonságosak, és a környezetet minimálisan szennyezik, károsítják – ellentétben egyéb energiatermelési módokkal. (Megjegyzem, az úgynevezett megújuló energia-termelések komplex elemzései azt mutatják, hogy

a természetre és a környezetre nagyságrenddel nagyobb károsítást jelentenek, mint a nukleáris energia felhasználása). A néha már hisztérikus kirohanások, tudománytalan elemzések, téves információk továbbadása helyett inkább a természettudományok oktatására kellene hangsúlyt fektetni, valamint a nukleáris tudományos kutatásokat a politikától független tudósokra kellene bízni.

A Palatinus archívumban jelentős mennyiségű tanulmány, elemzés, tudományos mű található e témában.

Mellékletek, kivonatok, töredékek:

2006. április 26-án a Discovery Chanel Csernobilra emlékezett „A csernobili csata” műsorával. A műsort megelőzően a BME Nukleáris Technikai Intézetnek két munkatársa válaszolt a Csernobillal kapcsolatos kérdésekre egy web-chat keretén belül.

Eltúlozták a csernobili katasztrófa hatását?

Szakértői becslések szerint az 1986-os csernobili katasztrófa áldozatainak száma legfeljebb 4000 körül lehet. A jelenleg folyó Csernobil Fórumon ismertetett szám jóval alacsonyabb, mint a korábbi becslések.

Az osztrák fővárosban zajlott a Csernobil Fórum kétnapos konferenciája, amelyre az ENSZ 8 szakosított szerve – közöttük az Egészségügyi Világszervezet (WHO), valamint a Nemzetközi Atomenergia-ügynökség (NAÜ) – és Ukrajna, Oroszország, valamint Fehéroroszország közel száz szakértője készített jelentést az ukrajnai atomerőműben 1986. április 26-án történt katasztrófa következményeiről.

A jelentés szerint a csernobili atomerőmű négyes blokkjának katasztrófája nyomán 600 ezer ember – alkalmazottak, a mentési munkálatokban résztvevők, valamint a környéken lakók – volt nagy sugárterhelésnek kitéve. A sugárzás eddig 56 halálos áldozatot követelt: a szakértők szerint a csernobili tűzlokalizálási és mentési munkálatokba közvetlenül bevont mintegy ezer ember közül 47-en haltak meg a sugárzás következtében, valamint 9 gyermek, akik a sugárzás okozta rákbetegségben veszítették életüket.

Korábban olyan félelmek kaptak hangot világszerte, hogy a csernobili katasztrófa következtében fellépő betegségek áldozatainak a száma eléri majd a 15 ezret is. A Bécsben ismertetett jelentés szerint azonban ez a szám maximum mintegy négyezer lehet, tekintettel arra, hogy ennyi a megnövekedett sugárzás miatti rákos megbetegedések száma. Azonban e betegek körében mintegy 99 százalékos a túlélési arány.

Hatvanegy éve dobták le az első atombombát

1945. augusztus 6-án reggel fél nyolckor három amerikai repülőgép tűnt fel a japán nagyváros, Hiroshima fölött. A légiriadókbba belefáradt, a menekültekkel 400 ezresre duzzadt lakosság ügyet sem vetett a gépekre, amelyek közül a B-29 típusú Enola Gay bombázó alacsonyabbra ereszkedett, és „valamilyen tárgyat” dobott le.

8 óra után 15 perccel és 17 másodperccel a város fölött vakító kékesfehér fény lobbant, majd mennydörgés következett, és az azóta elhíresült gombafelhő szökött az ég felé: 600 méter magasságban felrobbant a Little Boy-nak elnevezett, 17 ezer tonna TNT-vel egyenlő hatású első atombomba.

A csernobili atomerőmű-baleset egészségügyi hatásai. A radioaktív sugárzások biológiai hatásai

A radioaktív sugárzások külső és belső sugárterhelést okozhatnak. Külső sugárterhelés esetén a sugárforrás a szervezeten kívül helyezkedik el, és innen károsítja a szervezetet. Az első megfigyelt, sugárzás hatására bekövetkező károsodást is külső terhelés okozta: maga Becquerel 1901-ben tapasztalt bőrpírt saját kezén. Belső sugárterhelés akkor alakul ki, ha a sugárzó anyag valamiképp bejut a szervezetbe, és belülről károsítja azt. A bejutás történhet belélegzéssel, lenyeléssel, bőrön át való felszívódással, illetve sérülések esetén a véráramba kerülve. Ilyen eseteket is megfigyeltek már a XX. század első évtizedeiben. A szervezetet ért radioaktív sugárzás a *testszövetben* azonnal fizikai és kémiai folyamatokat indít el. Ezek a folyamatok pillanatok alatt lejátszódnak, és hatásukra a szövet atomjai, molekulái gerjesztődnek, ionizálódnak. Ennek következtében a sejtekben biológiai változások következnek be: károsodik a sejt anyagcseréje és a DNS-molekula, illetve a sejt el is pusztulhat. A biológiai folyamatok esetleg csak évekkel a besugárzás után mutatkoznak meg. A sugárzás biológiai károsítása alapján ún. determinisztikus (meghatározott) és sztochasztikus (véletlenszerű) hatásokat különböztetünk meg.

A csernobili atomerőmű-baleset hatása hazánkban

Magyarországot a radioaktív felhő 1986. április 29-én érte el, északkeleti irányból. A felhő elvonulását néhol csapadék is kísérte, emiatt az országon belül is jelentős eltérések voltak tapasztalhatók a szennyezettségben. Hazánkban a legszennyezettebb terület az Észak-Dunántúl és a főváros környéke volt. Ezekben a területeken a cézium-137 aktivitáskoncentrációját a talajon a 2-5 kBq/m² körüli értéknek mérték.

A vadállatok (pontos megfogalmazás szerint vadon élő állatok) jól boldogulnak Csernobil tiltott zónájában

Csupán a terepjárók és az emléktárgyárusok hiányoznak. A katasztrófa óta eltelt utóbbi 20 évben a Csernobil körüli radioaktív tiltott zóna gazdag természeti rezervátummá vált hiúzokkal, farkasokkal, sasokkal és vadlovakkal.

Az 1986. április 26-án bekövetkezett katasztrófa után a veszélyes sugárzás miatt az erőmű mintegy 4000 négyzetkilométeres körzetéből kitelepítették az embereket és lezárták a területet.

Az azóta eltelt két évtizedben az anyatermészet szinte zavartalanul birtokolhatta ezt az Ukrajna és Fehéroroszország határán terpeszkedő földdarabot. Az eredmény meghökkentő. Vegyük például a híres Przewalski-lovat, amelyről úgy vélik, hogy a vadlovak egyetlen mai leszármazottja. 1998-ban 17-et telepítettek a területre. Ma a látogatókat a zónába kísérő tisztviselők szerint számuk 80–90 között mozog, és a Csernobil körüli térség egyike azon kevés helyeknek a világon, ahol szabadon barangolhatnak.

Csernobil magyar szemmel

Pripjaty kiürítése után néhány hónappal az erőműtől 50 kilométernyire keletre megkezdődött egy új város, Szlavutics építése. Házait, középületeit, infrastruktúráját az akkor még létező Szovjetunió tagköztársaságai ajándékozták a visszaköltözőknek, és az újonnan odatelepülőeknek. Ma a városnak húszezernél több lakosa van, többségükben fiatalok. Lakóinak számottevő része ifjú koránál fogva csak hallomásból ismeri a nem is olyan régi múlt tragédiáját.

A Magyar Nukleáris Társaság és annak fiatal szakcsoportja elhatározta, hogy két évtizeddel a csernobili katasztrófa után megvizsgálja az erőmű és környéke valós helyzetét, és rögzíti az ott

látható és mérhető tényeket – elsősorban a mai sugárzási viszonyokat. Huszonnyolc nagynevű tudós és fiatal szakember, valamint egy kéttagú tévés stáb 2005. május végén indult útnak.

Családtagjaikat természetesen nagyon érdekelte, hogy mekkora veszélynek van kitéve, aki manapság Csernobilba utazik. Az expedíció vezetője, Aszódi Attila, a Budapesti Műszaki Egyetem Nukleáris Technikai Intézetének igazgatója mindenkit megnyugtatóan: „Az út során gondosan ellenőrizzük a résztvevők külső és belső dózisterhelését.” Ezért minden résztvevő egy film- és termolumineszcens dozimétert tartalmazó vászontokot hordott a nyakában.

Kőbe vájt atomhulladék

Míg Svédország megújuló forrásokból kívánja csillapítani rövid időn belül energiaéhségét, addig a szomszédos Finnország más utat választott: 2009-ben üzemelik be az ötödik atomerőművet, de már tervezik a hatodikat is. Mindeközben egy hatalmas projekt keretében hozzálátnak egy szuperbiztonságosnak vélt atomtemető építéséhez is.

Biztonságosak lesznek a magfúziós erőművek?

Bár a vita egyelőre még tart, egy német tudósok által vezetett kutatócsoport bejelentette: a magfúziós reaktorok teljes mértékben biztonságosak, így egyértelműen a jövő energiaforrásául szolgálhatnak.

Franciaországban épülhet a kísérleti fúziós erőmű

Óriási nukleáris beruházás helyszíne lesz hamarosan a dél-franciaországi Cadarache városa. A Nemzetközi Úrállomás után a második legdrágább tudományos projekt azután került Európába, hogy Japán alulmaradt a versenyben.

A fúziós erőmű helyszínéről szóló döntést Moszkvában hozták meg a tanácskozó hivatalnokok, akik a hat résztvevő felet képviselték. A most megvalósítandó erőmű az utolsó fázist jelenti majd a megépítendő, kereskedelmi célokra is felhasználható reaktor prototípusa előtt. A fúziós program neve angolul International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER, Nemzetközi Termonukleáris Kísérleti Reaktor).

A fenti válogatások csak szemelvényeknek tekinthetők. A teljes dokumentációk a Palatinus archívumában megtalálhatók. Minden kiegészítés vagy önálló tanulmány bővíti a Palatinus archívumot, ami lehetőséget teremt arra, hogy a kutatók szerteágazó hasznos információhoz jussanak.

Köszönetet mondok munkatársaimnak, a Budapesti Műszaki Egyetem Természettudományi Kar Nukleáris Technikai Intézet és Tanszékének, valamint a National Geographic Magyarországi Főszerkesztőségének.

Készítette: Szacsy Mihály - 2006. június