

Az atombomba robbantások által kiváltott globális éghajlatváltozásról

Global Climate Change Caused by Nuclear Bomb Explosions

Modificarea globală a climei datorită exploziilor cu bombe atomice

MUZSNAY Csaba

Ny. egyetemi előadótanár Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Analitikai Kémia Tanszék,
Arany J. 11/113, Tel:004-0264-484-970, cmuzsnay@chem.ubbcluj.ro

ABSTRACT

Fierce debates are going on around the global climate change. *In the deniers could provide strong support*, despite of the continual increase of the atmospheric CO₂-level, the decrease of the average temperature observed between 1945-1980. Strictly onto this period four types of a very large number of nuclear test explosions carried out in the northern hemisphere, details of which can be matched also with the changes in temperature of shorter periods.

ÖSSZEFOGLALÓ

A globális klímaváltozás körül ádáz viták folynak. Az ezt tagadóknak erős támaszt nyújtott, a légköri CO₂-szint állandó növekedése dacára, az 1945-1980 között észlelt átlaghőmérséklet csökkenés. Szigorúan erre az időszakra tevődik az Északi Féltekén nagyon nagy számban elvégzett, 4 féle kísérleti atomrobbantás, melynek részletei is egyeztethetők a kisebb hőmérsékletváltozásokkal.

Kulcsszavak: kísérleti atomrobbantás, klímaváltozás, radioaktivitás, felhősödés, aeroszol, nukleáris tél.

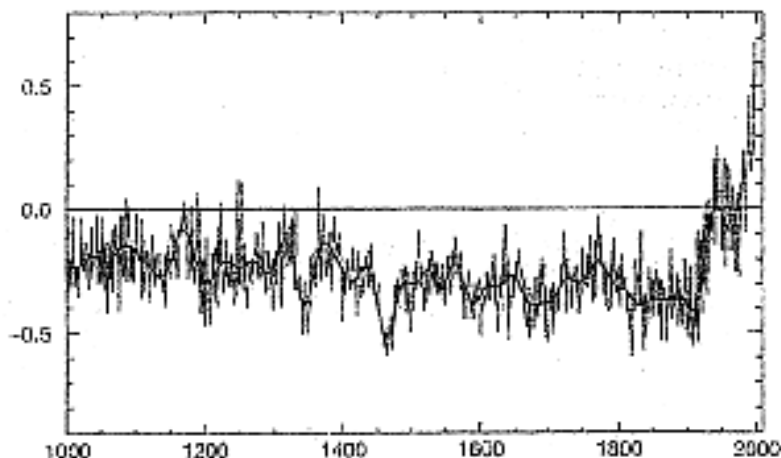
1. BEVEZETŐ

A meteorológia egy rendkívül összetett tudomány, a természettudományok szinte minden tudományágára támaszkodik. A fizika régebben nagyon közel állt a meteorológiához. Az időjárás-kutatás ma már műszaki tudománnyá vált és az egyszerűsített feltevések mind nehezebben igazolhatók [1]. Korábban a tudományos kutatás folyamán addig egyszerűsítették a problémát – fizikus módra – amíg érthetővé vált a folyamat lényege. A mérnöki-műszaki közelítés azt jelenti, hogy a felvetődő kérdéseket teljes összetettségükben kell vizsgálni és megoldani. Megkülönböztethetünk az egész Föld éghajlatát globálisan vizsgáló kutatásokat és kisebb területre kiterjedő vizsgálatokat. A globális szempont mindinkább előretör és bizonyos eredményei a szűkebb érvényességű vizsgálatoknál is figyelembeveendőek.

A kísérleti atomrobbantások (KAR-ok) szinte az egész földgolyóra kiterjedtek, de főleg az északi féltekére korlátozódtak. A KAR-ról az a vélemény alakult ki (már 1965-ben), hogy a légköri áramlatokra és a klímára nincsen hatása, jöllehet a robbantások után több esetben különleges, viharos időjárási jelenségeket észleltek.

A jelenkori meteorológia ádáz viták korszaka is. Sokan, (esetleg a szakmától kissé távolabb állók) azt hajtogatják, hogy az éghajlat mindig változékony volt és régen is gyakoriak voltak a felmelegedések, pld. a középkor korábbi szakaszában, de paleoklíma-adatok régebbi időkről is tudósítanak s ezekből az éghajlat 800.000 éves története is összeállítható. Egyesek olyan régi időkben észlelt felmelegedésre várnak magyarázatot, amikor a légkör szén-dioxid tartalma nem növekedett olyan nagymértékben, mint mostanság [2]. Valójában a hozzáférhető adatok nem elégségesek, sőt nagyon szegényesek ahhoz, hogy elfogadható válaszokat lehessen adni. Még a Földfelszín, légkör, óceán és krioszféra jelenlegi állapotáról sem tudunk teljes bizonyossággal mindent elmondani, annak ellenére, hogy a Világ Meteorológia Szervezetének (WMO) 17.000 mérőállomásán elhelyezett műszereiről és a tíz meteorológiai mérőholdról származó adatok állnak rendelkezésre [3, 4]. Óriási és mind növekvő számban ontják a mérési adatokat az oceanográfiai műholdak, az óceán mélyén működő autonóm szondák, hajók, bóják és műszeres repülőgépek is [1] – ez ma már kb. 39000 adatszolgáltató

tó. Soha nem állt a kutatás és az emberiség rendelkezésére ennyi megbízható mérési adat, és ez lehetővé teszi az egész Földre vonatkozó értékelések elvégzését. A múltból, de különösen a XX. századot megelőző időkből fennmaradt adatok pontossága és száma mind kisebb és mind kevésbé lehet kivetíteni átlagértékként, csupán helyi, vagy regionális jellemzőkként vehetők figyelembe.



1. ábra

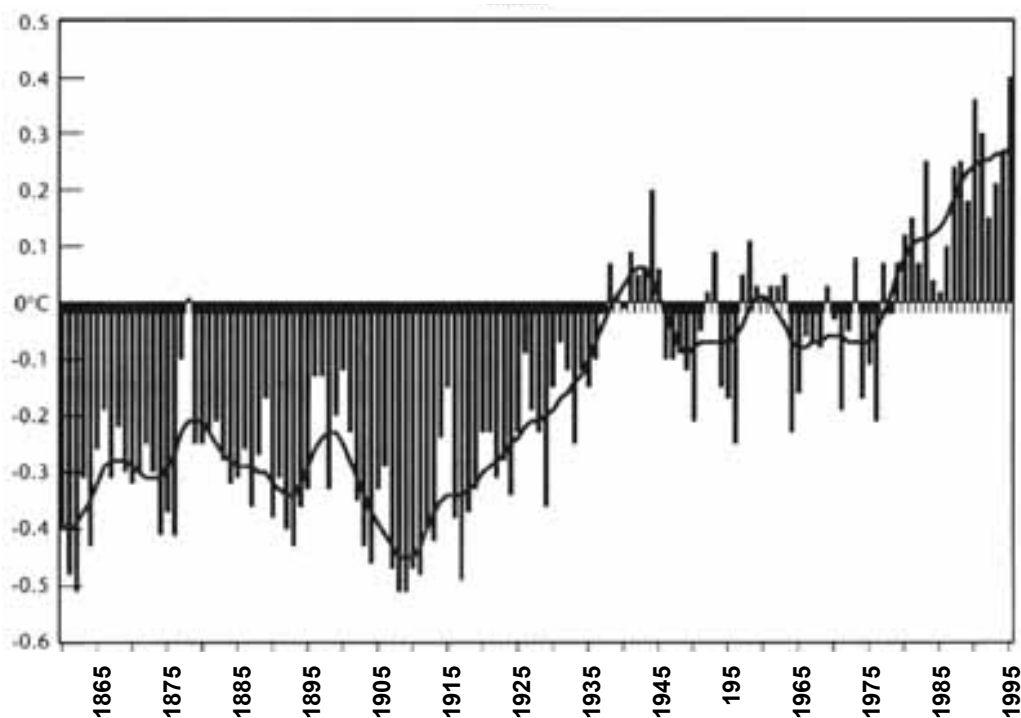
A felszíni átlaghőmérséklet változása az utóbbi 1000 évben az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) feldolgozása alapján

A globális felmelegedésről a legfrissebb adatok figyelembevételével elmondhatóak a következők: 1) A sarki, de különösen az északi sarki jégsapkák és a gleccserek gyorsabban olvadnak, mint a modellezésekből várható lenne. 2) A tenger szintje kétszer gyorsabban emelkedik a vártnál. 3) Az időjárás szélsőségesebbé vált, mint azelőtt, 4) az óceánok több hőt „süllyesztenek el”, mint a modellezésből következne, 5) nő a légkör vízgőztartalma és ez nagymértékben áttevődik most már az óceánok feletti légtérre is. Ez a vízgőztartalom elsődleges szerepet játszik, mivel legalább 5 szinten kapcsolódik a globális felmelegedési folyamatba [6], 6) a globális klímaváltozást tényként kell kezelni [1,5], 7) nagy valószínűséggel a változások zömét emberi tevékenységek okozzák.

Jelen dolgozat is bizonyos emberi tevékenységek, nevezetesen atomrobbantások globális hőmérséklet módosító hatását fogják bizonyítani. A szerző előző dolgozataiban felsorolt más érvek is a globális időjárás-változást igazolják. Továbbra is érvényes az emberi tevékenységből eredő és mind nagyobb mennyiségű vízgőznek elsődleges hatása a légkör felmelegedésére [6]. Minden eddigi nemzetközi összefogás a széndioxid kibocsátás csökkentésére és a globális felmelegedés megállítására eredménytelen lesz, ha nem tesznek hasonló összehangolt lépéseket az emberi tevékenységekből eredő vízgőzkibocsátás nagy mértékű csökkentésére.

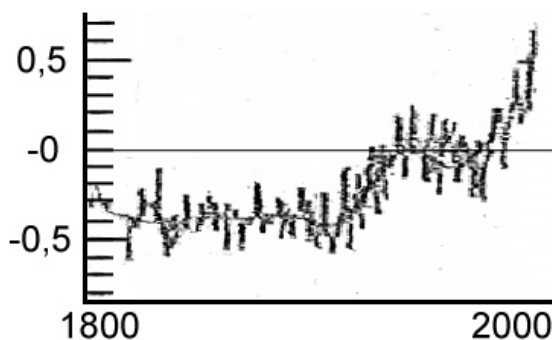
1.2. A föld felszíni hőmérsékletének időbeni változása, különös tekintettel a XX. századra

Ismeretes néhány grafikus ábrázolás, amely az utóbbi évtizedek, esetleg évszázadok légköri átlaghőmérsékletének változását mutatja be. Olyanok is vannak, amelyek átlaghőmérséklet számítása nélkül, bizonyos sűrűn lakott vidékek néhány jellemző értéke alapján próbálják visszaadni Földünk felszíni hőmérsékletének alakulását. Az 1. ábra a felszíni átlaghőmérséklet változását mutatja az utóbbi 1000 évben az IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) 2001-es jelentése és adat-feldolgozása alapján. Ez egy rendkívül sűrített grafikon, melyből az éves változások közötti különbség nehezen állapítható meg. A kilencszázas évekig a tendencia enyhén csökkenő, ezután gyorsabb növekedés észlelhető. A 900 év első 350 éve kifejezett stabilitásról s néha melegedésről árulkodik. Ezt a nagyon enyhe növekedést egy 550 évet felölelő határozottabb csökkenés követi, 2-3 lehűlési időszak nagyon jellemző minimumával (pl. 1370 és 1470 évek). Az átlagolt görbe adott pontjaihoz képest csak $\pm 0,25$ °C az oszcilláció, mely a rendelkezésre álló adatok kis száma és eléggé megbízhatatlan volta miatt nagyon meglepő. A 20. század első felében gyorsabb növekedést észleltek, viszonylag kisebb oszcillációval. A további, 20. sz. második felére vonatkozó változások részletesebb vizsgálatot igényelnének. Ebből a célból tanulmányozható a 2. ábra, mely 135 éves (1860-1995) átlaghőmérséklet változást mutat be a World Meteorological Organization feldolgozása alapján. Érdekes csökkenés és stagnálás figyelhető meg 1945-1980 között. 1980-tól újabb hőmérsékletemelkedés mutatkozik, melynek mértéke (iránytényező) nagyon hasonló az 1905-1945 közötti időszak átlagos emelkedéséhez.



2. ábra

Közel 135 éves (1860-1995) átlaghőmérséklet-változás a WMO feldolgozása alapján.



3. ábra

A 2. ábrával való összehasonlításként, az 1. ábra utolsó 200 éves időszakának kinagyított görbéje

Az 1945-1980 közötti hőmérséklet-csökkenés az 1. ábrán is kivehető. A 3. ábrán az 1. ábra utolsó 200 éves időszakának kinagyított görbéje látható. A 2. ábra görbéjének általános menete a 3. ábrán is felfedezhető az 1945-1980 közötti hőmérsékletcsökkenéssel.

1.3. Az 1945-1980 közötti hőmérsékletváltozás különlegessége

1905-1945 között a légkör átlaghőmérséklete $\sim 0,15 \text{ }^\circ\text{C}/10\text{év}$ -vel emelkedett (a 2. ábra alapján). 1945 - 1980 között a váratlanul ellentétben hőmérsékletcsökkenés következett be. Erre a hideg periódusra senki sem számított. A globális felmelegedést ellenzőknek – a szkeptikusoknak – látszólag kivédhetetlen támadásokra adódott lehetőség, de a szén-dioxid nagymértékű melegháztartását kifogásolóak is bizonyítottan vélték, hogy növekvő szén-dioxid tartalom mellett nem feltétlenül hőmérséklet-növekedés, hanem hőmérséklet-csökkenés is bekövetkezhet [2]. Kétségbe vonhatták a számítógépes modellezés megbízhatóságát és felvetették azt a gondolatot, hogy az üvegházhatású (ÜHG) gázoknak semmi közük nincs a globális felmelegedéshez [3].

A felmelegedés hívei nagy erőfeszítéseket tettek, hogy megtalálják azokat a lehülést okozó tényezőket, amelyeket eddig nem vizsgáltak. Így terelődött a figyelem az aeroszolokra, és ennek fő forrására, a (bar-na) széntüzelésű erőművek által kibocsátott kén-dioxidra, valamint a belőle származó kénsavra illetve szulfát-aeroszolra [3], amelyek nagymértékben visszaverik a Nap sugarait. A XX. század második felében nagyon sokat tettek a SO_2 és kénsav légkörbe kerülésének megakadályozására. A szénerő művekben gázmosók alkalmazásával jelentősen csökkentették a kén-dioxid kibocsátást, ezzel a savas esők károsító hatása is alábbhagyott. A fent elmondottak alapján a kén-dioxid alapú aeroszolok mennyiségének csökkentésével magyarázzák a kilencvenes évektől bekövetkezett hőmérsékletemelkedést.

1.4. A kísérleti atomrobbantások (KAR) rövid története/időrendje

Mivel a kísérleti atomrobbantásokra éppen ebben, az 1945-1980-as időszakban került sor, a lehülés elsősorban ezen nagyhatású hadászati tevékenységekkel is kapcsolatba hozható.

A kisebb atomrobbantások energiái csak emberi méretekben tekinthetők óriásinak, a légköri folyamatokhoz képest nem túl nagyok. Ezért már a hatvanas években az a vélemény terjedt el, hogy a robbantásoknak a helyi légköri áramlatokra nincsen hatásuk [7]. Azonban több esetben észlelték (pl. a hirosimai atombombázáskor, vagy a Bikini szigeteken közelében véghezvitt víz alatti robbantásoknál és másoknál is), hogy különlegesebb, viharos időjárási jelenségek követték a robbantásokat. Az atomsorompó egyezmény életbelépéséig, sőt 1980-ig rendkívül nagyszámú atomrobbantást végeztek [8]. Az ismeretek eléggé hiányos voltára hivatkozva, azt a véleményt hangoztatták, hogy az atomrobbantások nem befolyásolják a globális éghajlatot.

A helyi viszonyok változásának (pl. Genf évi csapadékmennyiségének 1945-1955 közötti értékeinek összehasonlítása az 1945 előtti fél évszázad átlagával) vizsgálata nem mutatott statisztikailag értékelhető eltérést, jóllehet észrevehető alacsonyabb átlagérték adódott az utóbbi időszakra [7]. Az ez esetben megfogalmazott válasz is negatív volt.

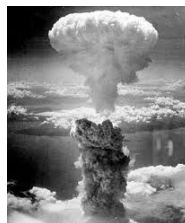
Az első kísérleti atomrobbantásokat az USA kezdte el 1945. július 16-án, s ez az atomkorszak kezdetét jelentette [9] (New Mexico, Alamogordo, 15 kT-ás ún. „Trinity” bomba, mely 300 m átmérőjű krátert hozott létre – 5. ábra). Ezt követte a hirosimai (1945. augusztus 6.), majd három nap múlva a nagaszaki háborús atomrobbantás (6. és 7. ábra). Akkoriban általános volt az a nézet, hogy a Szovjetunióknak tíz évnél is tovább tart majd az atombomba elkészítése. De a Szovjetunió négy évvel az amerikai kísérlet után felrobbantotta saját atombombáját (1949. augusztus 29., Semipalatinsk, Kazahsztán – 8. ábra).



5. ábra
Az első „Trinity” KAR



6. ábra
Atomrobbantás
Hirosimában



7. ábra
Atomrobbantás
Nagaszakiban



8. ábra
Első szovjet atomkísérlet

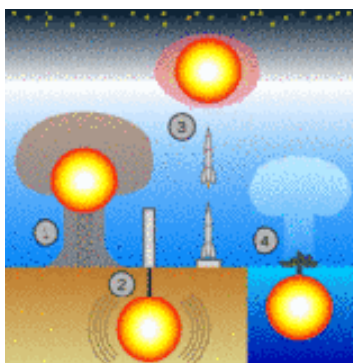
Az első szovjet atomkísérlet 1949-ben történt. A szovjet felzárkózás után, 1952-ben az Egyesült Királyság, 1960-ban Franciaország, majd 1964-ben Kína következett. A kilencvenes években robbantott India és Pakisztán is. 1951-ben az USA sikeres hidrogénbomba kísérletet végzett a Bikini-korallzátonyoknál. Két évvel később, 1953-ban a Szovjetunió ugyanilyen kísérleteket végzett.

A KAR-ok négy féle típusát különböztetik meg (9. ábra). Ezek a következők:

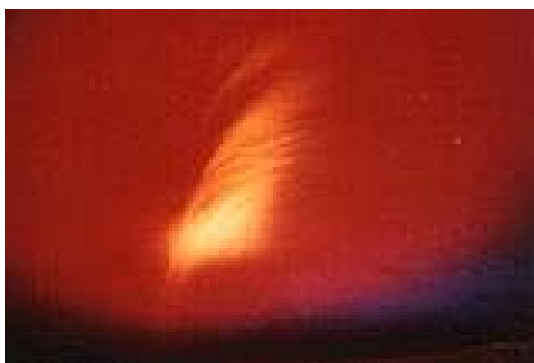
1) légköri KAR-okat, a Föld felszínétől ~200 m magasságban végzik,
2) a földalatti KAR-ok talán a legnehezebben ellenőrizhetőek, s melyek a különböző egyezmények aláírása után is sokáig folytatódtak ~ 200 m mélyen.

3) Földön kívüli, magas légköri KAR-okra ~ 400 km magasan kerül sor (10. ábra), kis jóindulattal kozmikus teszteknek is nevezik. A „Csillaghal kormányfő” ('Starfish Prime') atomrobbantást, melynek töltete száz hirosimaival volt egyenértékű, 1962-ben végezte az Egyesült Államok, 400 kilométer feletti magasságban a Johnston korallzátonynál. A Föld felszínére és az alsó légkörre gyakorolt hatása elhúzódó, a radioaktív szennyeződés nagy területre szóródik szét.

4) A tengerszint alatti KAR-okat ~ 600 m mélyen végzik. Az elsőre már 1946 július 26-án sor kerül. A 11. ábra a „Fregatt Madár” elnevezésű, 1962-ben a Közép-Csendes-óceáni Johnston korallzátonynál, az USS Carbonero (SS-337) tengeralattjáróról távcsóval megfigyelt atomkísérletet mutatja be.



9. ábra



10. ábra



11. ábra

1958 novemberétől 1961 szeptemberéig az USA, az Egyesült Királyság és a Szovjetunió önkéntesen felfüggesztették az atomrobbantásokat. 1961 szeptemberétől a Szovjetunió folytatta atomfegyver kísérleteit. 1963-ban az USA, a Szovjetunió és az Egyesült Királyság aláírta a Részleges Atomsorompó Egyezményt, mellyel a légtörési atomkísérletek befejeződtek. Franciaország nem írta alá az egyezményt, ő a légtörési atomkísérleteket 1974-ig folytatta. Kína első sikeres atomrobbantását 1964 októberében végezte és atomkísérleti programja 1980-ig folytatódott.

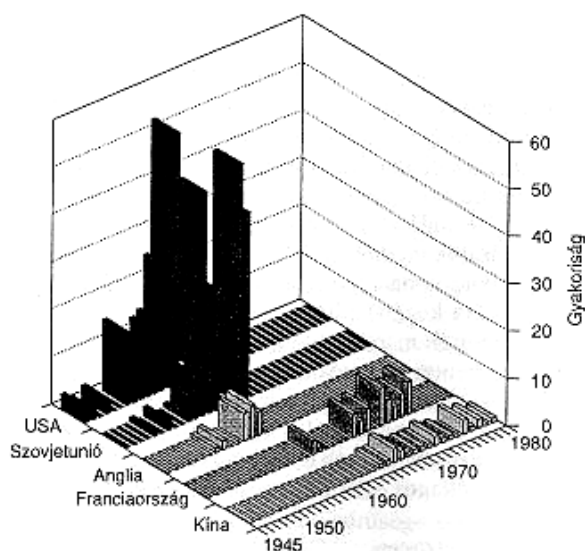
1968-ban Nagy-Britannia, az USA, Kína, Franciaország és a Szovjetunió aláírták az atomsorompó egyezményt (Non Proliferation Treaty). E szerint az aláírók támogatják egymást az atomenergia békés hasznosításában, és nem segítik a nukleáris fegyverrel nem rendelkező államokat e harci eszköz megszerzésében. Ezenkívül az aláírók engedélyezik a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnek, hogy a nukleáris berendezéseiket ellenőrizze. 1970-ig 187 ország írta alá az egyezményt, viszont Kuba, India, Izrael és Pakisztán elutasította. India és Pakisztán időközben nukleáris fegyverre tett szert. A teljes körű atomcsend-egyezményt 1996 óta 166 állam, köztük az 5 atomnagyhatalom írta alá, amely megtilt mindennemű kísérleti robbantást.

1.5. Az atomrobbantások száma és erőssége

1945 és 1980 között összesen 423 légtörési atomkísérletet végeztek. Közülük 193-at az USA (46 %), 142-t a Szovjetunió (33 %), 42-t Franciaország (11 %), 22-t Kína (5 %) és 21-et Anglia (5 %) hajtott végre [8]. A kísérletek száma alapján a két akkori szuperhatalom 79%-ot robbantott. A három kisebb atomhatalom 21%-al részesedik a kísérletek számából (12. ábra),

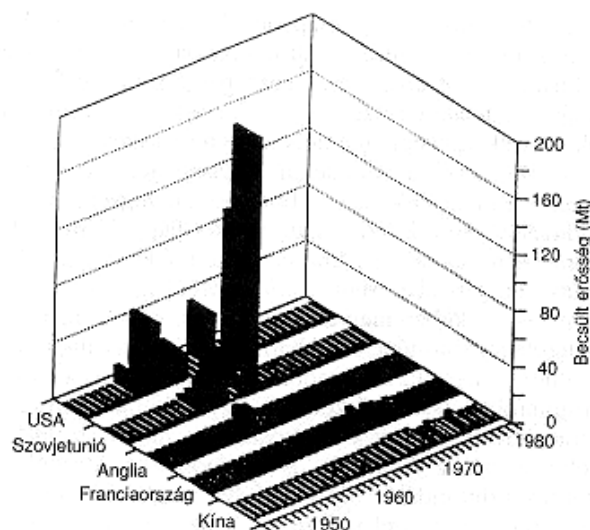
Az KAR-ok mind a négy fajtáját figyelembe véve, összesen több mint kétezer robbantásra került sor, melyek emberek millióinak egészségét károsították, és a környezet tönkretételéért is felelősek [10/2].

A nagy erősségű kísérleteket 1954. és 1958. valamint 1961. és 1962. között végezték. A legerősebb robbantás az 1961 októberében végrehajtott szovjet hidrogénbomba-kísérlet volt. Ennek erőssége 60 Mt (60 millió tonna trinitro-toluol robbanási energiája), és 4000-szer volt nagyobb, mint a hirosimai atombomba. Becslések szerint a légtörési atomrobbantások összes energiája 545,5 Mt volt (13. ábra), ami kb. 36000 hirosimai atombombával egyenértékű. Ebből az összegből 357,5 Mt (66 %) esik a Szovjetunióra és 138,6 Mt (25 %) az Egyesült Államokra. Így tehát a kísérleti robbantások pusztító hatásának közel 91 %-áért együttesen felelt a Szovjetunió és az USA (13. ábra). Az 1980-as években olyan atomfegyverkezési verseny alakult ki és annyi bevetésre kész atomfegyver gyűlt össze, amellyel többszörösen el lehetett volna pusztítani az egész emberiséget.



12. ábra

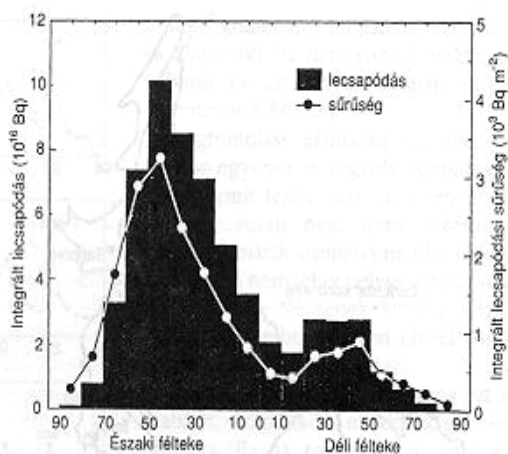
A légekőri atomrobbantások időrendje és száma, [8] alapján



13. ábra

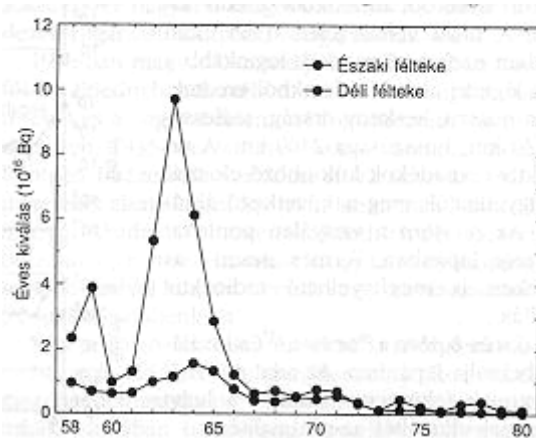
A légekőri KAR-ok időrendje és becsült erőssége, [8] alapján

A légekőri atomrobbantások következményeként megjelenő radioaktív csapadék és aeroszol, a kísérlet típusától, a helytől és az erősségtől függően, a talaj- és vízfelszínen, valamint a troposzférában vagy sztratoszférában válik ki [7, 8]. Az embert ért sugárzás szempontjából a csapadékkiválás a néhány naptól a két hónapig terjedő felezési idejű nuklidok, mint a ^{131}I , ^{140}Ba vagy a ^{89}Sr szempontjából veszélyes. A sztratoszférából történő kihullás nagy tömegben radioaktív termékeket tartalmazott.



14. ábra

A ^{90}Sr lecsapódása az É és a D féltekén [8].



15. ábra

A kiválás földrajzi szélesség szerint és [8] alapján

Mivel a részecskék feljutnak a sztratoszférába és vándorolnak a Föld körül, a sztratoszférából történő kihullás az egész Földre kiterjedő szennyezést jelentett. Ez inkább hosszú életű bomlástermékeket tartalmazott. Az emberre nézve veszélyes radionuklidok ez esetben a ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr és ^3H .

A KAR befejeződése (1980) óta a radioaktív csapadék mennyisége folyamatosan csökkent, de már 1995-ben állandó értéket ért el. A fel nem számolt egykori kísérleti helyszínek környékén a sugárzási szint magasabb. A 14. ábra ^{90}Sr éves kihullását mutatja az északi (É) és a déli (D) féltekén. Az összes kihullás 15 %-a már 1958-ig megtörtént. Az Északi félteke (ÉF) fertőzöttsége jóval nagyobb a délinél, de a robbantások zöme is az ÉF-n történt. Az ÉF és a DF végbement kihullás aránya 3/1. A 15. ábra a ^{90}Sr éves kihullásának eloszlását mutatja földrajzi szélesség szerint. A legjelentősebb kihullások az ÉF 40-50°-os tartományába esnek, jóllehet a legnagyobb KAR-ok egész más szélességi fokokon voltak (É 1°, É 11°, É 17°, É 52°, É 75°). Franciaország, Németország, Olaszország, a Kárpát-medence és ennek déli, valamint keleti környezete erős radioaktív sugárzásnak volt kitéve [10]. Az Európát ért sugárzás mértékének változása, a hidegháború évei-

ben:1958-ig növekedik az európai légkör radioaktivitása, 1961-ig csökken a sugárzás erőssége, majd hirtelen növekedik, 1964-ben maximumot ér el, és egy hirtelen csökkenés után, 1969-től lassabban csökken 1984-ig. Az 1986-ban jelentkező, a csernobili robbanással kapcsolatos éles maximum mértéke eltölpül az előző kettőhöz képest.

1.6. A KAR éghajlatra gyakorolt hatása

Mai napig vizsgálják, mérlegelik, modellezik az esetleges atomháború következményeit. A kezdeti helyi magas hőmérsékletet és tűzvész kialakulását a nukleáris tél követné (esetleg évekig), mely az emberiségre nézve katasztrófális hatással lenne, majd újból felmelegedés mutatkozna. Ebből is lehet arra következtetni, hogy hosszú ideig és elég nagy energia felszabadulásokkal járó atombomba kísérletek lehűlést okozhatnak.

Az előzőekben már történt rá utalás, hogy a KAR sokrétű változásokat váltanak ki a légkörben. A helyi hőmérsékletemelkedés sokszor tűz kialakulásával jár és az ionizáció fokozódásával erőteljes felhő-, por(szénpor)-, permet- és aeroszol képződés megy végbe. Az apró anyagrészcsekék a légkör magasabb rétegeibe kerülve szétterülnek, és képesek visszaverni a bolygónkra érkező napsugárzás jelentős részét. Ezzel egyrészt csökkentik a légkör átlátszóságát, másrészt a földfelszínre érkező napsugárzás mennyiségét, mely feltétlenül hőmérséklet csökkenést eredményez. Megjegyzendő, hogy a vulkántevékenységek által kiváltott hőmérsékletcsökkenés nagy mértékű hasonlatosságot mutat a KAR hatásaival.

Szükséges azt is kiemelni, hogy a KAR elmaradása hőmérsékletemelkedéssel jár. A hidegháború éveiben ilyen helyzet is előállt, mivel 1958-ban az akkori három atomhatalom 3 évre (1958 novemberétől 1961 szeptemberéig) önkéntesen felfüggesztette az atomrobbantásokat. Ebben a rövid időszakban emelkedni kezdett a légkör hőmérséklete (2. ábra), mely ragyogó bizonyíték újból arra, hogy az atomkísérletek a légkör átlaghőmérsékletének csökkenését eredményezik, a robbantások elmaradása pedig annak növekedéséhez járul hozzá. A három éves robbantás – felfüggesztést betartotta a három atomhatalom. Ezt bizonyítja a radioaktív sugárzás gyors csökkenése, majd a hirtelen emelkedése (16. ábra). A sugárzás ilyen hirtelen növekedése azt is bizonyítja, hogy a felfüggesztés csak a robbantásokra vonatkozott, ezalatt még gyorsabban készítették elő a felrobbantandó atombombákat, melyekkel 1961-1966 között sokkal gyakrabban kísérleteztek, mint azelőtt.

Az 1980 után bekövetkező kisebb hőmérséklet csökkenések is értelmezhetők. Így 1984-1987 között jelentkező minimum részben a csernobili atomerőmű meghibásodásával, míg az 1991 és 1992-es minimum a Fülöp-szigeteken lévő Pinatubo vulkán kitörésével hozható kapcsolatba (2. ábra).

A KAR hőmérséklet-csökkentő hatása a légkörben csak rövidtávon érezhető, ugyanakkor a világoceánban olyan hosszú távú folyamatokat indít el, amelyek esetleg évtizedeken keresztül képesek lassítani a felmelegedést.

1.7. Néhány következtetés

1. Sikerült megmagyarázni a 20. században jelentkező globális éghajlatváltozás vitatott szakaszát (1945-1980-1992). Bizonyítást nyert az, hogy a légkör és földfelszín 1945-1980 közötti hőmérsékletcsökkenése elsősorban a kísérleti atomrobbantásoknak tulajdonítható, de alapjában a fokozott aeroszol- és felhőképződéssel, a légkör átlátszatlanságának növekedésével is össze kapcsolható. Ezzel a szkeptikusok kifogásai értelmüket veszítették.

2. Az 1970-es években kiderült, hogy nem globális felmelegedésről, hanem globális lehűlésről, esetleg globális hőmérséklet stagnálásról van szó. Az ENSZ vizsgáló bizottságot kért fel a helyzet tanulmányozására [2]. Az elkészített jelentés szerint legkésőbb 2010-ben Európában a lehűlés jégkorszakot hoz létre. Ez a jósolat/extrapolálás nem vált be, mivel hamarosan lezárult a KAR-ok korszaka. Ez a „közjáték” is az előző pontnál kifejtett megállapítás helyességére utal, jóllehet eddig a szkeptikusok egyik támadási felületét képezte.

3. Sikerült globális éghajlatváltozást, hőmérséklet csökkenést jelentős emberi tevékenységekhez (KAR-hoz) kapcsolni. Jóllehet ez a tevékenység nem követendő, de megerősít annak lehetőségében, hogy ma már az éghajlat emberi beavatkozással módosítható. Bizonyítást nyert, hogy a légkör állapotát jól átgondolt emberi tevékenység érzékelhetően befolyásolhatja.

4. A globális felmelegedés mint valós tény, emberi tevékenységek következménye. Megfelelő emberi beavatkozással csökkenthető, csak váljon mielőbb elfogadottá és kötelezővé az, hogy milyen általunk termelt üvegházhatású anyagok/gázok kivonását kell a légkörből sikeresen megvalósítani. Elsősorban az emberi tevékenységből eredő vízgőz légkörbe kerülését kell megszüntetni, valamint a szén-dioxid mennyiségét nagy mértékben csökkenteni.

5. Jelenleg még nem áll rendelkezésre elegendő adat annak eldöntésére, hogy melyik KAR típus csökkenti jobban a hőmérsékletet. Egyelőre az sem tisztázható, hogy a kísérleti robbantás erőssége hogyan befolyásolja a globális hőmérséklet-változást. A légköri KAR hatása az időjárásra a legközvetlenebb, míg a földalatti KAR hatása a legkisebb. E kétféle KAR között foglal helyet a víz alatti és a magas légköri robbantás.

IRODALMI UTALÁSOK

- [1] Czelnai Rudolf (2011): „Meddig játszunk még, hogy mindenki másról beszél?”, Természet Világa, április, 148-152 old.,
- [2] Berényi Dénes (2011): „Hogyan állunk a klímaváltozással”, Természet Világa, március, p. 101-104.
- [3] IPCC Report, Forth Assessment Report, 2007.
- [4] T. Flannery (2003/2006): „The Weather Makers, The History and Future Impact of Climate Change” Text Publishing, Melbourne, Magyar változat, Akkord Kiadó.
- [5] R. Müller and coworkers (2011):” Different method, same result: global warming is real”, Published online 20 October 2011 | Nature | doi:10.1038/news.2011.607.
- [6] Muzsnay Csaba (2011): „A földi felmelegedésnek és nem várt éghajlatváltozásainak egyik fő oka lehet az emberi tevékenységből származó légköri vízgőz” I. és II. rész, Magy.Kém.Lapja V.66(9) p. 265-271, (10) p. 301-306.
- [7] Az atomkor enciklopédiája (1967) Ed.: André Chavanne; Herman Gregoire; Kister Pierre.; Abraham A Moles; E Maurice Nahmias, Gondolat Kiadó, Budapest (Eredeti franciául: L'ère atomique: encyclopédie des sciences modernes (1964) Ed.:André Chavanne; et al., Verl. R. Kister, Genève).
- [8] Hironobu Hayakawa (1995): „A légköri nukleáris kísérletek következményei” Fiz. Szem. 95(6), p.186-189.
- [9] "<http://en.wikipedia.org/wiki/> 1, 2 vagy 3 ", ahol 1: Nuclear_weapon, 2: Nuclear_winter, vagy 3: Nuclear_summer, magyar/ román változatban is.
- [10] Radioactivity in the atmosphere over Europe during the Cold War (source:1) WDR-Quarks & Co, vagy 2) theaustralianresistance.webs.com/apps/blog/)