

Atomtörténet 1945-1955

I. rész

Király Márton

MTA Energiatudományi Kutatóközpont

1525 Budapest 114, Pf. 49, tel.: +36 1 392 2222

A második világháború utolsó heteiben a csendes-óceáni hadszínterén több meghatározó esemény történt, amelyek együttesen vezettek a háború lezárásához. Ezeket történeti, kronológiai sorrendbe állítva láthatóvá és némiképp érthetővé válnak azok a dilemmák és bizonytalanságok, amelyekkel a háborúban részt vevő országok vezetői néztek szembe azokban a zűrzavaros időkben. Az ekkor megalkotott atombombák sűrűn lakott városokra való ledobásának morális és erkölcsi problémái, katonai és diplomáciai szempontjai egyaránt rávilágítanak a mai napig rendezetlen kérdés egy-egy oldalára.

Kétrészes írásomban a Japánra ledobott atombombák körülményeiről, következményeiről, a második világháborút követően kibontakozó szovjet és angol atombomba programról, a hidrogénbomba kifejlesztéséről, a hidegháború korai időszakáról és az atomenergia békés célú felhasználásnak kezdeteiről lesz szó.

Hirosima és Nagaszaki, avagy a második világháború végének története

Amerikában 1945 közepére a Manhattan projekt elérte tetőpontját. 1945. július 16-án, egy nappal a szövetséges vezetők potsdami konferenciája előtt Új-Mexikó sivatagában felrobbant a világ első atombombája. A Trinity fedőnevű kísérleti robbantással sikerült bizonyítani a plutónium koncentrált berobbanásával (implózióval) működő bomba megvalósíthatóságát és elhárult az utolsó akadály a maghasadás energiáját felhasználó, tömegtermelésre alkalmas fissziós fegyverek bevetése előtt. Pontosabban elhárult az utolsó fizikai akadály. A Manhattan-projekt ugyanis eredetileg Hitler és a faszizmus európai térhódításának megakadályozására, tömegpusztító atomfegyverek kifejlesztésére való törekvéseinek ellensúlyozására jött létre, valamint az 1938-ban felfedezett maghasadás által elviekben létrehozható szabályozatlan maghasadásos láncreakció kísérleti igazolására. Az 1945. május 8-án aláírt német fegyverletétel és a sikeres kísérlet után a tudósok nagy része befejezettnek tekintette feladatát. Azonban Amerika ekkor még mindig hadban állt a tengelyhatalmak utolsó megmaradt tagjával, a Japán Birodalommal.

1945 közepére Japán veresége elkerülhetetlennek látszott még legfelsőbb katonai vezetése szerint is. A háború irányát meghatározó Legfelsőbb Haditanács (Big Six) a japán kormány hat legfontosabb miniszteréből és vezérkari főnökéből állt. Tagjai két pártra szakadtak, a béke és a háború pártjára, amelyek különböző stratégiát próbáltak megvalósítani. Céljuk ekkor már nem a totális győzelem elérése, csupán a feltétel nélküli fegyverletétel elkerülése volt.

Ez ugyanis az uralkodó felelősségre vonhatóságát és a birodalmi berendezkedés elvesztését jelentette volna, amely számukra elképzelhetetlen volt. A Big Six háborút támogató fele annyi veszteséget akart okozni az amerikaiaknak a totális háborúban alkalmazott kamikáze támadások által, hogy azok engedni kényszerüljenek követeléseikből. A békepártiak ezzel szemben mielőbb véget akartak vetni a háborúnak és a szovjetek közreműködésével szerették volna módosítani a kapituláció feltételeit.

Ralph Austin Bard államtitkár Henry L. Stimson hadügyminiszternek 1945 júliusában írt memorandumában azt sürgette, hogy hivatalosan figyelmeztetessék Japánt, mielőtt az atombombát bevetnék a japán városok ellen. Bard úgy érezte, hogy „talán a japán kormány a fegyverletétel közvetítésére keres valamilyen lehetőséget”. A memorandum azt is javasolta, hogy Japánt tájékoztatni kellene „az oroszok álláspontjáról”, azaz a Szovjetunió várható belépéséről a háborúba, és hogy „biztosítékokat” kéne adniuk „a japán császárra és a japán nemzettel való bánásmódról való tekintettel a feltétel nélküli megadást követően” [1].

Szilárd Leó még az első sikeres atomkísérlet végrehajtása előtt előre látta a hidegháború, a tömegpusztító fegyverkezési verseny és a kölcsönös teljes megsemmisítés lehetőségének eljövételét és minden erejével igyekezett ennek megfékezésére. 1945. július 3-án egy petíciót szerkesztett és olvasott fel a Chicagói Metallurgiai Laboratórium munkatársainak. Ebben morális alapon kérte az Egyesült Államok elnökét, hogy a háború jelen körülményei között ne vesse be az atombombát a japán lakosság ellen. A petíció egy részlete így szól: „Az elmúlt néhány évben markáns tendencia látható a növekvő kegyetlenség irányába. Jelenleg légierőnk, a japán városokra csapást mérve, a hadviselés ugyanazon eszközeit használja, amelyeket az amerikai közvélemény alig néhány évvel ezelőtt elítélt, amikor a németek alkalmazták

Anglia városai ellen. Az atombomba bevetése ebben a háborúban tovább vezetné a világot a kegyetlenség útján” [2].

Az Oak Ridge-be és Los Alamos-ba is továbbított petíció kísérőlevelében ez áll: „Bármilyen kicsi az esély arra, hogy a petíciónk befolyásolhatja a kibontakozó eseményeket, én személy szerint úgy érzem, hogy fontos lenne, ha nagyszámú tudós, akik ezen a területen dolgoztak, tisztán és összetevethetetlenül jegyzőkönyvbe vennék, hogy erkölcsi alapon ellenezték a bombák használatát a háború jelenlegi fázisában” [3]. A július 17-én részben átfogalmazott petíció, amelyet több Manhattan projektben részt vett tudós, többek között Wigner Jenő is aláírt, így fogalmaz: „Így a nemzetnek, amely példát állít fel a természet ezen újonnan felszabadított erőinek rombolás céljára való felhasználására, viselnie kell a felelősséget, hogy megnyitotta az utat az elképzelhetetlen méretű pusztítás korszakába” [4]. A petíció Truman elnökhöz sosem jutott el, mert a hivatalos úton benyújtott tiltakozás elakadt a bürokrácia útvesztőiben. Ezeket a dokumentumokat a háború végén titkosították, 1961-ig nem voltak elérhetőek a nagyközönség számára, és csak 1963-ban, egy évvel Szilárd halála előtt publikálták. Azonban megmutatják a tudományos közösség megosztottságát a közös munkájuk révén létrejött atombomba bevetettségének morális, erkölcsi kérdéseivel kapcsolatban.

Az amerikai kormány az atombomba bevetésével megpróbálta mielőbb befejezni a háborút a feltétel nélküli fegyverletétel kikényszerítésével. Ellenkező esetben a háború befejezését az akkoriban kidolgozott Downfall (Bukás) hadművelettől várták, amely a Japán főszigetek megszállásának terveit tartalmazta. Eszerint 1945 novemberétől megkezdődtek volna a nagyszabású partraszállások és ezek végrehajtása előre láthatólag egy év alatt több százezer szövetséges áldozattal járt volna [5]. Ezek a tervek azonban nem vették figyelembe a szovjetek Jaltában megígért, azonban előre nem tervezhető hadba lépését Mandzsúriában.

A bomba a Tokiói-öbölben vagy egy kiürített város fölött való vértelen demonstrációjának lehetőségét a vezetők augusztusra kizárták, egy esetlegesen rosszul sikerült teszt politikai következményeire hivatkozva. A háború végére már nem volt szempont az ártatlan civil áldozatok számának minimalizálása, a japán városok hónapok óta szőnyegbombázás alatt álltak, ártatlan emberek százezreinek halálát okozva. A katonai vezetőkben már nem merült fel a kérdés, hogy szabad-e egyáltalán bevetni egy ilyen bombát? Truman úgy érezte, hogy meg kell előznie a szovjetek hadba lépését Japán ellen és el kell kerülnie a tervezett partraszállások emberveszteségeit. Megragadta az alkalmat, hogy bemutassa a világnak az Egyesült Államok felsőbb rendű harcászati technológiáját és kipróbálja a világ egyik legdrágább beruházásának eredményét. Mivel a légiertől sértetlen városokon akarta kipróbálni az atombomba pusztító hatásait, így Kiotó, Kokura, Hirosima, Nagaszaki és Niigata városokat megkímélték a gyújtóbombázásoktól [6].

Az Enola Gay névre keresztelt B-29 Superfortress repülőgép 1945. augusztus 6-án 8 óra 15 perckor kioldotta Hirosima városa fölött rakományát. A 16 ezer tonna TNT-vel egyenértékű Little Boy robbanása a város fölött azonnal megölt 70 ezer embert (ebből 20 ezer katona), és további 60 ezer ember halt meg a kórházi ellátás hiánya és az elszenvedett sugárzás miatt még abban az évben. Az atombomba által okozott pusztítás példátlan mértékű volt. A bombák által érintett területen, az epicentrumtól két

kilométeren belül az épületek (főleg alacsony, fagerendás lakóházak) 70%-a megsemmisült, további 7%-a erősen megrongálódott, részben a tűzgömb és a lökeshullám, részben az azt követő mesterséges tűzvihar miatt [7]. Csak a megerősített vasbeton épületek menekültek meg az atombomba hatásaitól, a legismertebb példa erre a Genbaku-kupola, amely mintegy 620 méterre volt a robbanás helyétől. Az atombomba pusztító hatásai a következőképpen kategorizálhatók:

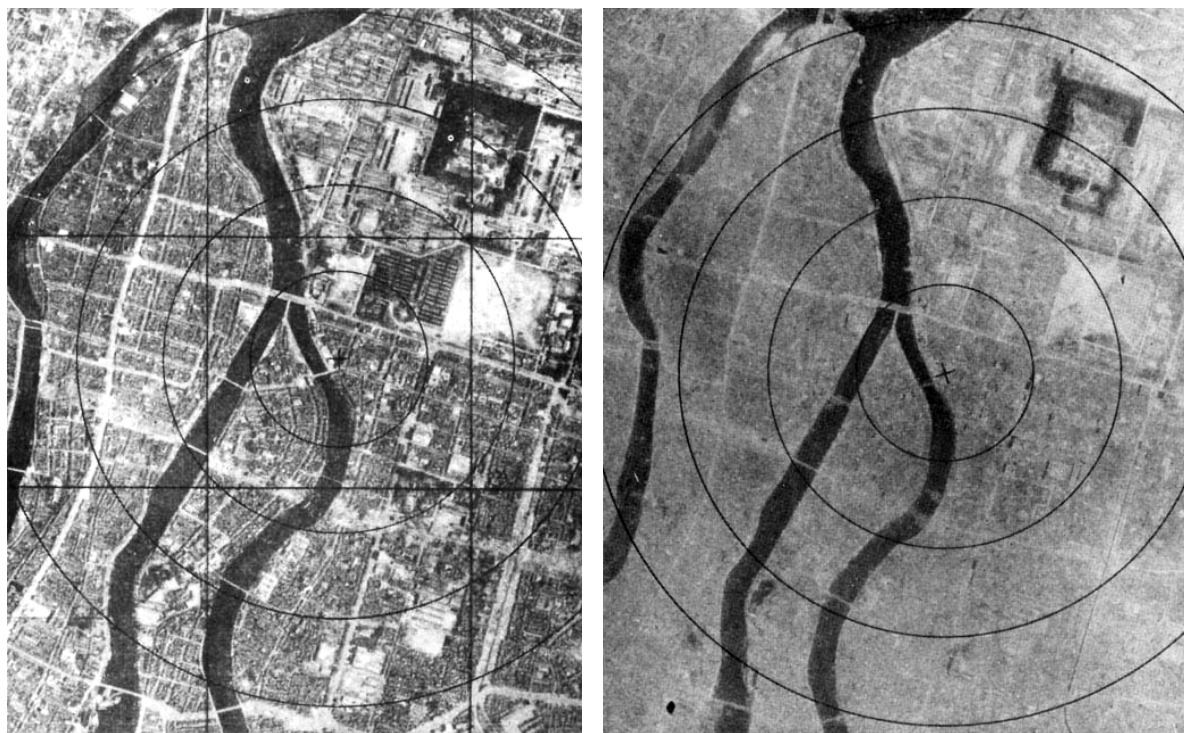
- **Elektromágneses sugárzás és tűzgömb:** a bomba robbanásából származó sugárzó hő és az ionizált levegő az útjába eső felületeken azonnali égést, szenesedést, párologást okoz, a bombából felszabaduló energia 40-50%-a ilyen formában nyilvánul meg. A robbanás kezdeti hőmérséklete több tízmillió fok, hőmérsékleti sugárzása folytonos, a villanás fényének erőssége rövid ideig eléri a Nap fényerejének tízszeresét.
- **Lökeshullám:** hangsebességnél gyorsabban terjedő nyomásfront, amelyet a hirtelen felmelegedett levegő kiterjedése okoz. A hullám terjedésére merőleges falfelületekre nehezedő nagy nyomás az épületek összeomlásáért és a tűzvész könnyű terjedéséért felelős, a bomba robbanásakor felszabaduló energia 30-40 %-a nyilvánul meg ebben a formában.
- **Ionizáló sugárzások:** a láncreakció során keletkező gamma-sugárzás mélységi, kiterjedt sejtpusztulást idéz elő nagy áthatoló képessége miatt, a radioaktív kihullásból származó alfa- és béta-sugárzás felületi égést okoz az érintkező testfelületen, belélegezés esetén a tüdőben. Az atombomba pusztító hatásának mintegy 10 %-a idézi elő a fenti sérüléseket, és annak hosszú távú következményeit (sugárbetegség, daganatos megbetegedések).

Az 1. ábrán látható a város látképe a levegőből a bomba ledobása előtt és közvetlenül utána.

A Hirosimában keletkezett tűzvihar az egyszerre égő tüzek összekapcsolódásából jött létre. A tűzben felfelé áramló levegő kéményként működve minden irányból óriási mennyiségű friss levegőt szívott magába, tornádó erősségű saját szélrendszert alkotva táplálta a kiterjedt tüzet. Számítások szerint ugyanez a hatás előidézhető lett volna 1000 tonna hagyományos gyújtóbombával is [9]. 1943-ban Hamburg bombázása során, 3000 repülőgép 9000 tonna bombát dobott le a városra a Gomora hadművelet keretében. 42 ezer ember meghalt, 37 ezer megsebesült, 39 km²-nyi terület dőlt romba. 1945-ben Tokió bombázása során legalább 100 ezer ember halt meg, a város területének nagy része, mintegy 41 km² megsemmisült. Ezek a bombázások az atombombával ellentétben óriási légit flottát és rengeteg muníciót igényeltek, közvetlen hatásai azonban nem terjedtek tovább a háború utáni generációkra.

Truman nem látott sok különbséget Drezda vagy Tokió gyújtóbombázása és az atombomba használata között. Az atom-tudósok nem ismerték a sugárbetegség várható mértékét és pontos hatásait, mivel embereken nem végeztek hasonló kísérleteket.

A gyújtóbombák és tömegpusztító fegyverek civil lakosság ellen irányuló, válogatás nélküli használata lehet részben az ellenség háborús propaganda általi dehumanizációjának, emberiségétől való megfosztásának eredménye.



1. ábra: Hirosima városa a bombázás előtt és után (A koncentrikus körök sugara 300, 600, 900 és 1200 méter, középpontjuk a bomba felrobbanásának helye.)^[8]

Erre jó példa Truman elnök 1945. augusztus 11-én tett kijelentése: „Úgy látszik az egyetlen nyelv, amelyet [a japánok] megértenek az, ha bombázzuk őket. Ha egy vadállattal küzdesz, úgy kell kezelned, mint egy vadállatot. Rendkívül sajnálatos, de mégis igaz”^[10].

Sztálinnak a Jaltai konferencián tett ígérete szerint az európai hadszíntéren kivívott győzelem után három hónappal a Szovjetunió csatlakozott a szövetségesek Japán ellen vívott háborújához. Ezzel megnyílt az út a szovjet befolyás távolkeleti kiterjesztése előtt. A szovjetek hadba lépése a keleti hadszíntéren 1945. augusztus 9. éjjel után 2 perccel, vagyis pontosan három hónappal a német fegyverletétel után történt meg. Egyszerre három fronton másfél millió katona indult meg Mandzsúria és Japán ázsiai területei, háborús hódításai irányába. A Japán Birodalmi Hadsereg elit osztagait a háború végére a főszigetek védelmére rendelték az amerikaiak várható inváziójának feltartóztatására, a csapatok az újonnan kialakított védelmi vonalakba történő átcsoportosítása a támadás idején folyamatban volt. A japánok hírszerzése rosszul mérte föl az ázsiai határ mentén zajló szovjet mozgósításokat, jelentősen alábecsülve a felsorakozott sereg létszámát. Az elfoglalt ázsiai területek így ki voltak szolgáltatva egy több irányból egyszerre érkező, nagyszabású támadásnak, amely jelentősen meggyorsította és megkönnyítette a háború befejezését. A szovjet csapatok a japán fegyverletételig, tehát alig egy hét alatt több száz kilométert nyomultak előre, és ez idő alatt közel 80 ezer ellenséges katonával végeztek^[11].

Aznap hajnalban három B-29-es indult el Kokura felé. Az első, felderítő gép jó látási viszonyokat jelentett, azonban mire a Bockscar nevű második B-29 a célpont fölé ért, már sűrű felhőréteg takarta a várost. Mivel a parancs szerint vizuális bombázást kellett végrehajtaniuk, vagyis látniuk kellett a célt, kénytelenek voltak a másodlagos kijelölt célpont felé irányítani a repülőt. Így 11 órával a szovjet hadműveletek megindulása után Nagaszaki városa szenvedte el a második

és a mai napig utolsó atomtámadást. A 4900 kg-os, 22 ezer tonna TNT-vel egyenértékű Fat Man hatóereje 40%-kal nagyobb volt a Little Boy-hoz képest, azonban egy mély völgyben elhelyezkedő, részben kiürített várost ért, emiatt kevesebben estek áldozatul. 40 ezer ember halt meg a robbanás, az összeomló épületek és a tűzvész miatt, ezt követően további 40 ezren az év végéig.

Az atombombák áldozatainak pontos számát lehetetlen megállapítani, mivel a városok lakosságát nyilvántartó írásos feljegyzések megsemmisültek. A háború során Koreából az összes elérhető élelmiszert Japánba szállították, a túlélés érdekében pedig sok ezer koreai menekültnek kellett Japánban kényszermunkát végeznie, főleg a hadianyag gyárakban. Ennek tudható be, hogy becslések szerint az áldozatok mintegy hetede koreai volt^[12]. 1950-ig összesen 350 ezer ember hunyt el a bombázás, az elégtelen orvosi ellátás, a közvetlen elszennvedett sugárterhelés, valamint a radioaktív kihullás következményei miatt. Az atombombák túlélőit japánul hibakushá-nak (robbanás-érintett emberek) nevezik. Ezek az emberek az atombomba robbanásának néhány kilométeres körzetében voltak a ledobás pillanatában vagy az azt követő néhány hétben. Voltak kétszeres túlélők is, akik mindkét robbanás által érintettek voltak. A mintegy 165 ember közül az első elismert kétszeres túlélő Tsutomu Yamaguchi (1916–2010) volt. A japán kormány 2012. március 31-én 210830 hibakushát tartott nyilván, közülük több mint kétezeren szenvedtek valamilyen sugárzással kapcsolatos betegségben^[13]. Ők állami segélyre és egészségügyi kezelésük során különleges juttatások igénybe vételére jogosultak.

A Hirosimában és Nagaszakiban felállított emlékműveken megtalálható az összes hibakusha neve, aki a bombázások óta meghalt. 2013 augusztusáig 448901 név állt ezeken a táblákon. A hibakushák a háború után a japán kormány felelősségvállalásáért, az áldozatoknak nyújtott segély kiterjesztéséért és az atomfegyverek felszámolásáért

harcoltak. A hibakushákat és gyermekeiket negatív megkülönböztetés érte és éri a mai napig Japánban. Sokáig azt gondolták, hogy a sugárzás fertőző, az elszennvedett deformitás pedig öröklődő lehet, másrészt létük Japán háborús vereségére emlékeztet. A túlélők nehezen kapnak munkát, emiatt mai napig titkolni kényszerülnek múltjukat.

Miután a Japán Birodalom vezetése tudomást szerzett Hirosima pusztulásáról, megpróbálta eltusolni az ügyet, mondván természeti katasztrófa történt, vagy ha mégis az amerikai légierő dobott bombát a városra, akkor ez volt az egyetlen ilyen bombájuk. A háború kimenetéről folytatott tárgyalásokat a civilek és katonák ezreinek halála, a fontos katonai létesítmények megsemmisülése semmilyen irányban nem befolyásolta. 1945-re a Japán Birodalmi Hadsereg szinte teljes légi- és hadihajó flottájának elvesztése, katonák és civilek millióinak halála sem teríthette el a katonai vezetőket a háború folytatásától. A Szovjetunió hadba lépésével Japán kiugrási kísérlete, a fegyverletétel feltételeinek a szovjetek segítségével való módosítása ellehetetlenült, a két fronton kibontakozó háborút pedig már nem lehetett megnyerni. A Big Six háborút pártoló tagjai csak ekkor szembesültek először a megadás lehetőségével.

Augusztus 10-én Hirohito császár, Japán teljhatalmú uralkodója személyesen akart véget vetni a háborúnak, azzal a feltétellel, hogy uralkodói előjogait tiszteletben tartják: „Arra jutottam, hogy a háború folytatása a nemzet pusztulásához és további vérontáshoz és kegyetlenséghez vezetne a világon. Nem tudom tovább nézni ártatlan népem szenvedéseit”. A császár saját népének szenvedésével való együttérzése mögött azonban önös érdekek is húzódtak. Hirohito tudta, hogy a gyors szovjet előrenyomulás megállíthatatlan. Ha a háború végén az amerikaiak helyett a szovjeteknek kell majd megadnia magát, az biztosan a birodalmi berendezkedés és ezzel Japán végét jelentené.

1945. augusztus 11-én a Japán kormány hivatalos tiltakozást nyújtott be a svájci követségen keresztül az amerikai külügyminisztérium felé az atombombázással kapcsolatban: „A japánok tiltakoznak Amerika ellen, mivel meggyalázta a háborút szabályozó nemzetközi alapelveket az atombomba használatával és a korábbi gyújtóbombázással, amelyekkel időseket, nőket és gyermekeket mészárolt le, megsemmisített és leégetett sintoista és buddhista templomokat, iskolákat, kórházakat, lakóépületeket. ... Ez az új bomba, amelynek ellenőrizhetetlen és kegyetlen hatása sokkal nagyobb, mint bármely más fegyveré vagy lövedéké eddig valaha, egy új bűncselekmény az emberiség és a civilizáció ellen” [14]. 1960-ban egy interjú során Szilárd Leó így nyilatkozott: „Hadd mondjak csak ennyit az érintett erkölcsi kérdésekről: Tegyük fel, hogy Németország még előttünk kifejlesztett volna két bombát. És tegyük fel, Németország ledobott volna egy bombát, mondjuk, Rochesterre és egy másikat Buffalora, majd miután kifogytak a bombáikból, elvesztették volna a háborút. Kétkedek bárki is abban, hogy mi ezek után háborús bűnként értelmeztük volna az atombombák városokra való ledobását, hogy halálra ítéltük volna azokat a németeket, akik részt vettek ebben a bűncselekményben és Nürnbergben felakasztottuk volna őket?” [15].

Curtis LeMay tábornok így gondolkodott az elnök által aláírt atombombázási parancs kézhez vételekor: „Amit teszünk, erkölcstelennek tartanak, ha a vesztesek oldalán állnánk. De vajon mi teszi erkölcstelenné, ha vesztesz, és nem erkölcstelenné, ha nyersz?” [16]. A mai napig érvényes

Napoleon azon állítása, miszerint „a történelmet mindig a győztesek írják”.

Ugyanakkor a japánok által elkövetett kegyetlenkedések néhol elképesztő méreteket öltöttek. Becslések szerint a háború 1945-ös évében havonta 100-250 ezer ember halt meg a japánok keze által, főleg azon több millió ázsiai közül, akiket a háború során kényszermunkára hurcoltak el. Lee Kuan Yew, Szingapúr egykori miniszterelnöke, aki tanúja volt szülővárosa lerohanásának és a japánok kis híján őt is kivégezték a Sook Ching mészárlás során, így vélekedett: „Hasonló aljasságot és gonoszságot mutattak ellenségeik felé, mint a hunok. Dzsingisz kán és hordái sem lehettek volna kegyetlenebbek. Nincs kétségem, hogy szükség volt a két atombomba Hirosimára és Nagaszakira való ledobására. Nélkülük több százezer civil pusztult volna el Malajziában és Szingapúrban, és több millió Japánban” [16].

Augusztus közepére Japán tárgyalásokat kezdeményezett Amerikával a fegyverletétel feltételeiről, a császár és a Birodalom egységének és szuverenitásának megtartása érdekében, azonban ezek nem vezettek eredményre. A hivatalos béketárgyalások augusztus 14-ére látszólag megtorpantak, mire Truman elnök egy újabb átfogó bombázást rendelt el Japán városai ellen. A nap összesen 828 B-29-es hajtott végre támadást Iwakuni, Osaka, Tokoyama, Kumagaya és Isesaki városok ellen, további ezek halálát okozva [5]. Másnap, Augusztus 15-én a Japán császár először szólt személyesen alattvalóihoz egy, az előző nap során rögzített rádióadáson keresztül, amelyben bejelentette a feltétel nélküli fegyverletétel elfogadását. Szeptember 2-án a USS Missouri hadihajó fedélzetén a japán kormány és a hadsereg képviselői aláírták a megadási okiratot és ezzel a Japán Birodalom hivatalosan is kapitulált. A második világháború ezzel befejeződött.

Groves tábornok, a Manhattan projekt katonai vezetője, augusztus 19-ére várt egy újabb elkészülő atombombát, majd az elkövetkező két hónapban még hatot. Már ekkor felmerült, hogy mit kezdjenek a további bombákkal: „A probléma most [augusztus 13-án] az, feltéve hogy a japánok nem kapitulálnak, hogy továbbra is dobjuk-e le a bombákat, amint elkészülnek, vagy tartalékoljuk őket, hogy azután egyszerre dobjuk le őket mind, egy ésszerűen rövid időn belül? Nem mindet egy nap alatt, de egy rövid időszak alatt. És az szintén kérdéses, hogy mi legyen a célpont? Más szóval ne azokra a célpontokra koncentráljunk, amelyek a legnagyobb segítséget nyújtanak egy esetleges invázió számára, hanem az ipari, kulturális, pszichológiai, és ehhez hasonló taktikai célpontokra?” [17]. Ez a fajta hozzáállás elgondolkodtató. A városok bombázásának nem volt elsődleges katonai jelentősége. A kiválasztott célpontok a lakosság nagy központjai, Kyoto vagy Hirosima voltak a megfelelő „lélektani hatás” kiváltására, vagyis a pszichológiai hatások árán akarták térdre kényszeríteni Japánt. Ez a taktika nem vált be annak idején Németország ellen, mivel Hitler és a német nép nem adta meg magát és az európai fronton az utolsó töltényig harcolt. Azonban japán esetében az atombombázások nagy hatást gyakoroltak az uralkodóra. Egyes tudósok és történészek emiatt az atombombázásokat egyfajta „állami terrorizmusként” jellemzik. Az értelmezés alapján a terrorizmus fogalmának meghatározásában rejlik: „ártatlanok célba vétele politikai célok elérésének érdekében”. Ezen meghatározás szerint egy kategóriába tartozhat a német és japán városok gyújtóbombázása, az

atombomba bevetése és a holokauszt is. A célpontok kiválasztásánál felmerült továbbá, hogy „az első bevetés látványosan demonstrálja a fegyver fontosságát és nemzetközi elismerést vívjon ki”^[6]. Az atombomba bevetése tehát részben Sztálinnak is szólt és a Szovjetunióval folytatott hidegháború kezdetének is tekinthető.

A radioaktív sugárzás élettani hatásai

Az atomfegyverek előállításának és az atomreaktorok üzemeltetésének veszélyei is vannak. A nukleáris technika korai időszakában azonban még nem ismerték ezeket a veszélyeket, így nem gondoskodhattak megfelelő biztonsági előírásokról és betartásokról, emiatt több baleset is bekövetkezett. Ezek közül két kritikussági balesetet érdemes kiemelni, amelyek során a láncreakció nem tervezett beindulása játszotta a főszerepet, hasonló körülmények között.

1945. augusztus 21-én Harry Daghlán fiatal fizikus neutron reflektor volfrám-karbid téglákat rakott egy 6,2 kg-os szubkritikus plutónium félgömb mag köré, hogy a közel kritikus viselkedést vizsgálja. Az utolsó téglá felhelyezése előtt a neutrondetektorok jelezték, hogy a mag a kritikusság határán van, ekkor azonban a kezében tartott téglá megcsúszott és az elrendezés közepére esett. Bár azonnal szétszedte a prompt kritikussá vált máglyát, az addigra a kiszabaduló neutron- és gammasugárzás súlyosan károsította a sejtjeit. Daghlán megközelítőleg 5 Sievert (főleg neutron) sugárdózist szenvedett el, és 28 nappal rá belehalt az akut sugármérgezésbe^[18].

Ugyanez a plutónium mag (avagy akkori nevén „Démon-mag”) 1946. május 21-én részt vett egy újabb balesetben. Louis Slotin a kritikus tömeg pontos meghatározása végett végzett kísérletet. Ezt „a sárkány farkának megcsiklandása” néven emlegették Los Alamosban a felmerülő életveszély miatt. A mag alsó felét neutronreflektor téglákkal vették körül, majd fölé lassan egy félgömb alakú berillium reflektort emeltek. Amint a spontán hasadásból származó neutronok közül egyre többet vert vissza a mag közepe felé a berillium, egyre több hasadás történt, ezzel megnőtt a termelődő neutronok száma. Amíg a félgömb nincs lezárva, addig ezen neutronok egy része ki tud szökni, és ez szubkritikusan tarja a reakciót. A kísérlet során csak néhány milliméternyi rést hagytak, hogy minél pontosabb becslést adhassanak a kritikus tömegre vonatkozóan. Ezt a távolságot egy csavarhúzó fejével és két kítámasztó fémlappal érték el. Slotin azonban ez alkalommal csak a csavarhúzó fejét használta, amely véletlenül kicsúszott a félgömb alól, teljesen bezárva a neutronokat, és a mag kritikussá vált. Slotin azonnal levette a félgömböt a bal kezével, amitől megszűnt a veszély, azonban a kemény gamma és neutron sugárzás ekkorra már megtette hatását. Később kék Cserenkov-sugárzásról, hőhullámról, savanyú szájjáról és a bal kezében érzett égető érzésről számolt be. Az esemény alatt mintegy $3 \cdot 10^{16}$ hasadás történhetett.

Slotin 21 Sievert neutron és gamma sugárdózist szenvedett el, majd 9 nappal később akut sugárbetegségben halt meg^[19]. Az amerikai kormány hivatalosan hősként tisztelte, mivel gyors reagálása megmentette kollégái életét. Az elhíresült plutónium magot a Crossroads Able tesztrobbantásban használták fel 1946. július 1-jén, egy hónappal Slotin halála után. Wigner Jenő és Alvin Weinberg szerint Slotin volt az első, aki a prompt kritikus reaktivitás mértékét először

dollárnak nevezte. Az egy dollár, valamint ennek századrésze, az egy cent elnevezés a mai napig használatos.

Az atombomba romboló erején túl az élő szervezetre gyakorolt hatása sok kérdést vetett föl. 1946-ban Lewis Weed összehívta a tudósok egy csoportját „egy hosszú távú kutatásra az atombomba biológiai és élettani hatásainak tanulmányozására, amely rendkívüli fontossággal bír az Egyesült Államok és az egész emberiség számára”. Az Atombomba Áldozatok Bizottsága (ABCC) 1946. november 26-án alakult meg Truman elnök utasítására. A bizottság célja az atombombák élettani hatásainak felmérése volt, egy tisztán tudományos kutatás, amely nem a túlélők gyógyítását szolgálta. A japánok addigra már megszervezték a saját kutatócsoportjukat és tanulmányozták az atombombák közvetlen és későbbi hatásait. Tanulmányaik során kimutatták, hogy a sugárzás a vércépző szerveket és a nyirokrendszert érinti legsúlyosabban. Statisztikákat vezettek az áldozatok túlélési idejéről és a robbanástól mért távolságuk függvényében. Az amerikaiak átvették ezeket az eredményeket és folytatták a vizsgálatokat.

1951-re az ABCC ezernél is több munkatársat foglalkoztatott, ebből 143 szövetséges orvost. A genetikai kutatások nem találtak kiterjedt genetikai rendellenességeket. A terhes nőket és a még meg nem született gyermekeket vizsgálva neurológiai problémákat, fejlődési rendellenességeket találtak, de nem volt kimutatható örökletes károsodás. A kutatásban résztvevők kiterjedt és rendszeres egészségügyi felülvizsgálatokra járhattak, amely abban az időben nem volt bevett szokás. A program 1956-ban zárult egy mindenre kiterjedt tanulmánnyal, amely a mai napig alapvető fontossággal bír a radioaktív sugárzás élettani hatásaival kapcsolatban.

Az Egyesült Királyság saját fejlesztésű atombombája

Bár több brit tudós is részt vett a Manhattan projektben és az atombomba előkészítésében, nemzetbiztonsági okokból nem vehettek részt a gyártási folyamatban. Az amerikai kormány szigorú államtitokként kezelte, és a háború után nemzetközi kontroll alá akarta vonni az atomenergiát. Az Egyesült Királyság azonban nem akart lemaradni a kibontakozó fegyverkezési versenyben és nekilátott az atomfegyverek független kifejlesztésének. Attlee miniszterelnök 1945. augusztus 29-én felállított egy albizottságot GEN.75 néven a program megvalósíthatóságának vizsgálatára^[20]. 1946 februárjában elkezdődött a hatalmas amerikai kutatóintézetek (mint Hanford vagy Oak Ridge) angol megfelelőinek létrehozása.

1946 októberében az albizottság éppen egy gázdifúziós urándúsító létrehozása ellen készült szavazni, amikor feltűnt Ernest Bevin külügyminiszter és az amerikaiak tarthatatlan, lekezelő magatartására utalva követelte a támogatást. Végül a program folytatása mellett döntöttek az atomenergia előre látható ipari fontossága és Nagy-Britannia tekintélyének és befolyásának növelése érdekében. Valószínű, hogy ebben az időben a politikai elhatárolódás ellenére nem hivatalos információk is gazdát cseréltek a két ország katonai vezetői között.

Az angol atombomba program „Oppenheimere” William G. Penney volt. Szakterülete a hidrodinamikai hullámok vizsgálata volt, lökeshullámok és óceáni gravitációs hullámok

leírásával egyaránt foglalkozott. A háború során ő vezette a normandiai partraszállásnál használt hordozható hullámtörők kifejlesztését és gyártását. 1944-től Los Alamosban tevékenyen részt vett az amerikai Manhattan projekt implózióval kapcsolatos kutatásaiban, és egy megfigyelő gépen ülve szemtanúja volt Nagaszaki bombázásának. A háború befejezése után részt vett a bomba hatásainak elemzésében Japánban és az első kísérleti robbantások során a Bikini Atollon. 1946 végén a brit kormány felkérésére összeállította az első kezdeti jelentést, amely összefoglalta az atombombához szükséges anyagokat és eszközöket, valamint a szükséges további kutatásokat.

A bomba kifejlesztésére irányuló program, amelynek vezetésére kijelölték, 1947 elején indult el, és fedőneve Nagy Erejű Robbanóanyag Kutatás (High Explosive Research) lett. Az első kísérleti atommáglyát 1947 közepén építették fel Harwellben, majd megindult az első plutóniumot termelő reaktorok építése Sellafield mellett (akkori nevén Windscale). Ezek a reaktorok nagyban hasonlítottak az 1942-ben Chicagóban épített atommáglyához, csak vízszintes elrendezésben. Az üzemanyag természetes fém urán volt alumínium burkolatban, grafit moderátorral körülvéve és mesterségesen cirkuláltatott levegő vezette el a termelődött hőt. Az üzemanyag kiegészét alacsonyan tartva próbálták elkerülni a Pu-239-nél nehezebb plutónium izotópok keletkezését, amelyek a bomba idő előtti felrobbanásához vezethettek volna.

1949-re egyértelművé vált, hogy az atomenergiát és az atomfegyvereket nem lehet nemzetközi (amerikai) kontroll alá vonni, így az USA felújította az együttműködést a két ország között. A szovjet törekvésekkel szembeni összefogás elősegítésére összekapcsolták volna az urándúsítási és bombagyártási kapacitásokat, az Amerikában legyártott bombákból pedig Anglia is kapott volna. Azonban Klaus Fuchs, az egyik legjelentősebb szovjet atomkém lelepleződése keresztülhúzta ezeket a terveket, így a brit kutatók egyedül folytatták a fegyver kifejlesztésének programját. A kitűzött cél az Egyesült Királyság atombombához juttatása volt 1952 vége előtt. Az első nagy tisztaságú Pu-239 fémet 1952 márciusára sikerült előállítani, és augusztusra 18 kg plutónium állt rendelkezésre. A szűkös határidőre való tekintettel a kanadai Chalk River Laboratórium által előkészített plutóniumot is felhasználtak. A biztos siker érdekében ebből több különböző típusú hasadó magot gyártottak le [20].

1952. október 3-án Hurrikán hadművelet fedőnév alatt Nagy Britannia felrobbantotta első atomfegyverét az ausztrál partoktól északra fekvő Montebello-szigetek közelében. A bomba felépítése nagyban hasonlított a Hirosimára ledobott Fat Man-hez, nagy erejű robbanóanyag lencsékkel fókuszált implóziós típusú volt, felfüggesztett maggal, amely megnövelte a bomba hatóerejét. A mérések szerint 25 kilotonna TNT-vel egyenértékű robbantás biztosította az Egyesült Királyság helyét a világ vezető atomhatalmai között.

Az amerikai atomkísérletek a második világháborút követően

Az Amerikai Egyesült Államok a második világháború lezárását követően a világ egyedüli atomhatalma volt. A rivális Szovjetunió az akkori becslések szerint legalább 10 évre lett volna szüksége a felzárkózáshoz. Azonban a katonai vezetőség ekkoriban még semmiféle ismerettel nem

rendelkezett az atombomba romboló hatásainak pontos koreográfiájáról, különböző hadszíntereken várható hatásosságáról, valamint az élő és élettelen környezetre kifejtett azonnali és utólagos hatásairól. Mindezek mellett a Manhattan projekt során a tudósok több eltérő konstrukciót is felvetettek az atombomba megalkotására, azonban a háború alatt csak a legbiztosabbnak vélt megoldást építették meg. Ezen kérdések megválaszolására, hasznos tapasztalatok gyűjtésére, és az elképzelések gyakorlatban való kipróbálására indultak el az első amerikai atomkísérletek.

Először az atombomba tengerészeti flottákra kifejtett hatásait szerették volna megvizsgálni. Ez volt az első tesztsorozat Crossroads (Útkereszteződés) néven. A kísérlet helyszínéül a Csendes-óceánt, a Marshall-szigetekhez tartozó Bikini-atollt jelölték ki. A megsemmisítendő flottát kiöregedett amerikai hadihajókból, valamint zsákmányolt német és japán hajókból állították össze. A 95 hajót nyomás- és sugárzásmérő műszerekkel szerelték fel, a legénységet pedig állatokkal helyettesítették. 200 disznót, 60 tengerimalacot, 204 kecskét, 5000 patkányt és 200 egeret, továbbá több rovarfajt helyeztek el a hajókon, hogy a robbantás élő szervezetre gyakorolt hatását is tanulmányozhassák [21]. Megszámlálhatatlan fényképezőgépet és kamerát helyeztek el a környező tornyokban, valamint távirányítású repülőgépekben és a hajókon.

A robbantásokhoz használt bombák a Nagaszakira ledobott implóziós bombák másolatai voltak. A hadművelet két részből állt, az Able és a Baker kísérletből. Az Able tesztet 1946. július 1-én hajtották végre, amelyben egy B-29-es repülőgépről ledobták az első bombát, ami 160 méterrel a flotta fölött robbant fel. Öt hajó elsüllyedt, 14 súlyosan megrongálódott, főleg a lökeshullám következtében. A romboló hatás elmaradt a várakozásoktól, mivel a bomba 650 méterrel eltévesztette a célt, így a fő hajócsoporttól távolabbi hajókban okozott kárt. A kísérleti állatok 35%-a pusztult el a robbanás és a sugárzás miatt.

A Crossroads Baker tesztet 1946. július 25-én került sor, ez volt az első víz alatti robbantás, 27 méterrel a felszín alatt. 13 hajó süllyedt el, vagy vált javíthatatlanná (2. ábra). A fő romboló erő a víz alatt terjedő lökeshullám volt, amely behorpasztotta a hajótesteket. A tűzgolyó elforralta a környezetében lévő vizet, amely óriási buborékként emelkedett ki az óceánból, majd a visszazuhanó víztömeg 270 méteres szökőárat keltett maga körül. A legnagyobb problémát a víz elszennyezése jelentette, mivel a visszazuhanó víztömeg minden környező hajót beszennyezett. A kísérlet helyszínét napokig nem lehetett megközelíteni. Az el nem hasadt 4,8 kg plutónium adta a szennyezés legnagyobb részét. A kísérleti állatok jó része elpusztult, főleg az elszennyezett radioaktív sugárzás miatt.

A 3. ábrán látható autoradiográfia egy doktorhalról készült 1946. augusztus 10-én (a halat egy éjszakára a fotólemezsre fektették és a belsejéből származó radioaktív sugárzás adta ki a képet). A világos terület a hal által elfogyasztott algában felgyülemlett hasadványokra, a hal jól látható körvonala pedig a pikkelyekben kalcium helyett felhalmozódott plutóniumra utal. Ez a felvétel meggyőzte Blandy admirálist, a tesztsorozatot vezető tisztet, hogy a radioaktív szennyezés eltakarítását azonnal abba kell hagyni [21]. A személyi doziméterek szerint eddigre 67 tengerész kapott a megengedettnél nagyobb dózist. A tesztsorozat harmadik részét, egy mélytengeri robbantást, elhalasztották és a kísérletre végül csak 1955-ben került sor.



2. ábra: A Crossroads Baker kísérleti robbantásról készült felvétel (színezett) [28].



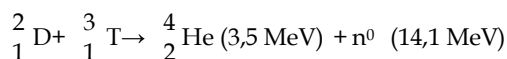
3. ábra: Egy doktorhalról készült autoradiográfia a Crossroads Baker kísérleti robbantás után két héttel [22].

Az 1948-as Sandstone (Homokkő) kísérletek célja az atomfegyverek sorozatgyárthatóságának megfelelő, nagy erejű, költséghatékony szerkezet előállítását volt. Ezek főleg a Manhattan projekt során felmerült ötletek kipróbálását jelentették, amiket a háborús korlátok és a teljesítmény-kényszer miatt annak idején a tudósoknak félre kellett tenniük. A kísérletek eredménye egy sorozatgyártásra alkalmas, 20 kilotonna hatóerejű atombomba kifejlesztése lett (Mark 4), amelyet az Amerikai Hadsereg 1949-től rendszeresített. Ez a tesztsorozat már a Marshall-szigetekhez tartozó Enewetak Atollon zajlott, az AEC irányításával és a hadsereg támogatásával.

Az 1951-es Greenhouse (Üvegház) hadművelet George robbantása volt a nagyszabású amerikai termonukleáris kísérletek előfutára, mivel itt próbálták ki először a magfúzió megvalósíthatóságát. A robbantás környezetében rengeteg távirányítású műszert szereltek fel, hogy kimérjék a szükséges fúziós reakcióparamétereket. Az eredmények az akkoriban fejlesztett "Szuper", vagyis hidrogénbomba konstrukció megvalósíthatóságát hivatottak eldönteni. A kapott adatok megerősítették a várakozásokat, és megelőlegezték a hidrogénbomba fejlesztésének sikerét. Az USA eddigre már jelentős atomarzenállal rendelkezett, az újonnan legyártott bombák egy részét azonban még ki sem

próbálták, így a tesztek sikerei kritikusak voltak. A robbanások hatásainak vizsgálatára több bunkert, házat és gyárépületet húztak fel a közeli Mujinkarikku-szigetecskén. Ekkor próbálták ki először az atombombák erősítését (boosting) is. Egy megnövelt hatóerejű hasadási fegyver olyan nukleáris bombára utal, amely egy kis mennyiségű fúziós üzemanyagot használ a hasadási reakció megnövelésére.

A fúzió trícium és a deutérium gáz a hasadási üzemanyag gömb üreges középpontjába való bevezetésével érhető el. Mire a bomba felrobbantása után a hasadóanyag körülbelül 1 %-a elhasad, amely több száz tonna TNT hatóerőnek felel meg, a hőmérséklet elég magasra emelkedik ahhoz, hogy termonukleáris fúzió jöjjön létre. Mivel implóziós fegyvereket lehet úgy tervezni, hogy ebben a tartományban, egy kilotonna alatt legyen a várható hozamuk, a fúziós erősítés lehetővé teszi olyan kis mennyiségű hasadóanyagot tartalmazó, hatékony atomfegyverek gyártását, amelyek immunisak egy közeli nukleáris robbanás okozta neutronsugárzásra, ami más típusoknál korai detonációhoz vezethet a magas hasadási arány elérése nélkül. A következő fúziós reakció sebessége tipikusan 20-30 millió Kelvin fölött válik jelentőssé:



A deutérium - trícium fúzióból származó neutronok energiája megközelítőleg hétszer nagyobb, mint egy átlagos hasadási neutronnak, ami sokkal nagyobb valószínűséggel, plutóniumban mintegy nyolcszor nagyobb eséllyel, vezet maghasadáshoz, mint egy átlagos hasadási neutron esetében. Nagy energiákon a maghasadás hatáskeresztmetszete abszolút értékben és arányban is nagyobb, a szórás és a befogási hatáskeresztmetszethez képest. Egy nagy energiájú neutron hatására bekövetkező hasadás során másfélszer annyi másodlagos hasadási neutron szabadul fel. Ezek a fúziós neutronok az átlagos hasadási neutronokkal ellentétben a szegényített uránból készült bombaköpenyben is maghasadást okoznak. Így ezek a fúziós neutronok az idő

múlásával nem elnyelődnek, hanem főleg újabb neutronokat termelnek, a viszonylag nagyszámú neutron pedig felgyorsítja a láncreakció késői szakaszát. A maghasadás aránya annyira megnövekszik, hogy sokkal több hasadóanyag képes maghasadást végezni, mielőtt a mag robbanásszerűen szétesik, így hozzávetőleg megkétszerezi annak hatékonyságát. A fúzió maga csak a felszabaduló energia kis részéért, 1%-ért felelős [23]. A kisebb súlyú bombával elérhető nagyobb hatóerő és a sugárzásállóság kombinációja biztosította, hogy a legtöbb modern hadsereg által rendszeresített nukleáris fegyver jelenleg fúzióval felerősített atombomba. A trícium rövid felezési ideje miatt (12,3 év) az erősítést szolgáló gázkeveréket időnként cserélni kellene. A hidrogén biztonságosan csak folyamatos hűtés mellett tárolható, emiatt csak bevetés előtt kellene a cseppfolyós gázkeverékkel feltölteni a fúzióval erősített bombákat.

1951 elején a Ranger (Erdész) kísérletek voltak az első Nevadai sivatagban végrehajtott robbantások. Ezeket repülőgépről dobták le, és különböző magasságokban robbantva meghatározták a lökéshullám terjedését és az ideális detonációs magasságot a maximális romboló hatás elérése érdekében. A minél kisebb mennyiségű értékes hasadóanyag felhasználása volt a kitűzött cél. Az ezt követő Buster-Jangle kísérletekben a kis hatóerejű bombák krátereit, majd a Tumbler-Snapper kísérletek során a lökéshullám által okozott károkat vizsgálták, ezzel a robbantás ideális magasságát próbálták meghatározni a maximális pusztítás érdekében.

1951-től kezdődően a Nevadai sivatagban végrehajtott atomkísérletek keretében került sor a Desert Rock (Sivatagi Szikla) gyakorlatokra is, amelyek során az atombomba valós harci körülmények között való bevezethetőségét és annak gyalogságra gyakorolt pszichológiai és egészségügyi hatásait vizsgálták. Megfigyelték azon csapatok reakcióit és harci morálját, akik tanúi voltak egy nukleáris robbantásnak (4. ábra).



4. ábra: A Buster-Jangle Dog kísérleti robbantásról készült felvétel, amelyre az első Desert Rock gyakorlat keretében került sor, 1951. november 1-én [29].

Különböző katonai manővereket és hadműveleteket hajtottak végre a „nukleáris csatatéren”, szimulálva a taktikai nukleáris hadviselést offenzív vagy defenzív céllal.

A katonák több robbantást is megfigyelhettek, kiképezték őket a bomba hatásaira és veszélyeire, a teszt előtt árkokat

ástak, harctéri létesítményeket és lövészokat hoztak létre, majd a robbanás után megvizsgálták az okozott kárt az erődítményekben és a felszerelésekben egyaránt. A kísérleti területre a radioaktív kihullás miatt csak rövid időre, szigorú felügyelet mellett, előzetes mérések után léphettek be, filmdoziméterekkel és mérőműszerekkel felszerelve. Ezek a hadműveletek több tízezer katonát érintettek [24].

1953. május 25-én, a Desert Rock ötödik gyakorlata keretében került sor az első tüzérségi atombomba kipróbálására is. Az Upshot-Knothole Grable lövést és a 21 ezer katonát mozgósító hadgyakorlatot több magas rangú katonai vezető személyesen is figyelemmel kísérte (5. ábra). A bomba egy 280 mm átmérőjű, 1380 mm hosszú, 364 kg-os tüzérségi lövedék volt, amelyet egy azonos kaliberű „Atomágyú”-ból lőttek ki [25]. Ez volt az első és egyetlen amerikai atombomba, amelyet egy ágyúból lőttek ki, és a második olyan, amely fegyver-típusú (tehát nem implóziós) konfigurációt használt. A hatóereje 15 kilotonna volt, vagyis nagyjából megegyezett a kilenc évvel korábban Hirosimára ledobott 4400 kg-os Little Boy hatóerejével. Az eddigi kísérletek során felrobbantott összesen 29 atombomba együttes hatóereje 785 kilotonna körüli volt.



5. ábra: Upshot-Knothole Grable kísérleti robbantásról készült felvétel [30].

Az ezt követő Ivy (Borostyán) hadművelet során azonban jóval e fölé mentek. Két kísérleti robbantást terveztek, a Mike és a King tesztet. Az Ivy King volt az amerikaiak által felrobbantott legnagyobb, tisztán maghasadásos láncreakción alapuló orallóy (nagy dúsítású urán-235) bomba, amelyet a hidrogénbomba sikertelenségének esetére terveztek. Az 1952. november 16-án elvégzett, 500 kilotonna hatóerejű teszt során 25-ször annyi energia szabadult fel, mint hét évvel azelőtt Nagaszaki városa fölött [25]. A Mike robbantás azonban jóval felülmúlta az összes addigi kísérlet és a tudósok várakozásait, eljuttatva az emberiséget a termonukleáris fegyverek korszakába.

A 10,4 megatonnás Ivy Mike (10,4 millió tonna TNT-vel egyenértékű) hidrogénbomba felrobbanás volt az emberiség első sikeres kísérlete a maghasadás segítségével beindított termonukleáris fúzió energiájának kiaknázására. A keletkezett tűzgyólyó 5 kilométer átmérőjű volt, elsöpörve minden vegetációt a környező szigetektől. Az Eugelab-sziget helyén csupán egy 2 km széles és 50 méter mély öböl maradt, a sziget és a korallzátony egyes, erősen radioaktív darabjai a 48 kilométerre horgonyzó megfigyelő hajókat is elérték.

A robbanás energiájának mintegy 80%-a a szegényített urán reflektor gyors neutronokkal való hasításából származott és

csak 20%-a D-T magfúzióból, így jelentős mennyiségű hasadvány keletkezett.

Az ezután következő Castle (Kastély) kísérletsorozat célja egy repülőgép által szállítható és katonailag bevethető, hidrogénbomba kipróbálása volt, amely „száraz” fúziós üzemanyagot, vagyis a folyékony deutérium helyett lítium-deuteridot használ. A LiD szobahőmérsékleten szilárd, vagyis könnyebben kezelhető, a lítium pedig gyors neutronok hatására tríciumot termel, és így a hidrogénbomba helyben termeli meg a saját fúziós üzemanyagát. A kísérletsorozat első tagja a legnagyobb amerikai kísérleti atomrobbantás, a Castle Bravo volt, amely 15 megatonnás hatóerejével jelentősen (250 %-kal) meghaladta az előzetes várakozásokat, és a hasadványokból származó kihullás súlyosan elszennyezte a környező szigeteket, beleértve azok lakosságát és az ott állomásozó amerikai katonákat, valamint egy japán halászhajó, a Daigo Fukuryū Maru (Szerencsés Sárkány No. 5) legénységét és a Csendes Óceán egy részének halállományát. Az elszennvedett akut sugármérgezés a legénység egyik tagja, Aikichi Kuboyama rádiós esetében halálos kimenetelű volt, amely a későbbiekben hozzájárult az atomfegyverek felhalmozását és az atomenergia használatát ellenző nemzetközi mozgalom kialakulásához és az 1963-as Részleges Atomcsend Egyezményhez [26].

Azonban nem csak tervezett atomkísérletek alkalmával robbantak fel atombombák. Az interkontinentális ballisztikus rakéták kifejlesztése és elterjedése előtt az Amerikai Légierő B-29-es, B-36-os és B-50-es repülőgépei voltak hivatottak az atomfegyverek szállítására. Ezek közül több is lezuhant vagy kényszerült műszaki hiba miatt megválni terhétől, azonban a biztonsági előírásoknak köszönhetően egyik esetben sem következhetett be nukleáris robbanás.

1950. február 13-án az Amerikai Légierő részt vett az első nagyszabású, Szovjetunióval folytatott nukleáris háborút szimuláló hadgyakorlatban vett rész, amelyben a szovjet hadműveleteket, vagyis amerikai városok bombázását is szimulálták. Ennek keretében egy Convair B-36B repülőgépnek Alaszkából felszállva egy San Francisco városa ellen irányuló szimulált szovjet nukleáris támadást kellett volna végrehajtania. Ennek érdekében egy Mark 4 atombombát is szállított a fedélzetén, amely jelentős mennyiségű természetes uránt és több tonna hagyományos robbanóanyagot tartalmazott, azonban nem tartalmazta a nukleáris robbanáshoz szükséges plutónium magot. A gyakorlat célja egyúttal annak megállapítása volt, hogy a kor repülőgépeivel meg lehet-e támadni a Szovjetuniót a

sarki tél beállta után, amikor a hőmérséklet olyan alacsony, hogy ha a repülőgépek utántöltés közben kikapcsolnák a motorokat, azokat nem lehetne újraindítani és a gép nem tudna újra felszállni.

Hét órával felszállás után a rossz időjárási viszonyok, a szárnyak és a motor eljegesedése következtében a repülőgép hat motorjából három kigyulladt. A legénység úgy döntött, hogy elhagyja a repülőgépet, mivel az nem tudott levegőben maradni a maradék három motorral és nehéz rakományával. Az atombombát kidobták és a Csendes-óceán fölé a levegőben felrobbantották. Ez volt az első alkalom, hogy a hadsereg elvesztett egy atombombát [27]. A légi jármű parancsnoka a gépet a Princess Royal sziget felé kormányozta és a legénység 17 tagja ejtőernyő segítségével elhagyta a gépet, amely a kanadai Brit Columbiában, az alaskai határtól 80 km-re lezuhant. Bár a rossz időjárás hátráltatta a Kanadai Királyi Légierő keresési erőfeszítéseit, végül 12 férfit életben találtak. A pilóta úgy vélte, hogy azok, akik korábban ugrottak ki a repülőgépből, mint a legénység életben maradt tagjai, feltételezhetően az óceánba érkeztek és megfulladtak.

1950. április 11-én az Új-mexikói Albuquerque-ben lévő Kirtland bázisról való felszállás után három perccel lezuhant egy B-29-es repülőgép, amelynek fedélzetén egy atombomba is volt. A gép kigyulladt, a bomba szerkezete erősen megrongálódott és a robbanóanyagok a becsapódáskor kiömlő égő üzemanyaggal való találkozás hatására felrobbantak. A lángokat több mint 20 kilométerről is látni lehetett. A nukleáris robbanás nem következhetett be, mert biztonsági okokból a plutóniumot a bombától külön tárolták. A személyzet mind a 13 tagja meghalt. A katonai jelentés szerint az összes hasadóanyagot sikerült visszaszerezni.

Az amerikaiak nemzetbiztonsági okokból titokban több atombombát telepítettek Kanadába is a második világháború után. 1950. november 10-én egy Kanadából hazafelé tartó B-50-es repülőgép motorhibát érzékelt és megsemmisített egy atombombát a Szent Lőrinc folyó fölé. A bombát 3200 m-en dobták ki és 750 m-en robbantották fel, a plutónium mag behelyezése nélkül. A robbanás, amely a bomba köpenyében használt 45 kg szegényített uránt szétszórta a környék felett, felkészületlenül érte a környék lakosait, akik ezt szovjet támadásnak vélték. A területen szétszórta urán enyhe radioaktív szennyezése a mai napig kimutatható.

A cikksorozat következő részében a második világháború befejezését követő hidegháborúról, a szovjet atombomba programról, a hidrogénbomba kifejlesztéséről és az atomenergia villamosenergia termelésére való felhasználásáról lesz szó.

Irodalomjegyzék

- [1] <http://www2.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB162/23.pdf> Bard Memorandum. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [2] <http://www.dannen.com/decision/45-07-03.html> Szilárd Leó petíció 1945. július 3. U.S. National Archives. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [3] <http://www.dannen.com/decision/45-07-04.html> Szilárd Leó petíció kísérőlevelével 1945. július 4. U.S. National Archives. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [4] <http://www.dannen.com/decision/45-07-17.html> Szilárd Leó petíció 1945. július 17. U.S. National Archives. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [5] Frank, Richard B.: „Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire”, Penguin Books, London, 1999.
- [6] <http://www.dannen.com/decision/targets.html> Jegyzet a célpontokat kiválasztó bizottság második üléséről. U.S. National Archives. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [7] Richard Rhodes: „Az atombomba története” Park Könyvkiadó, Budapest, 2013. Fordította: Makovecz Benjamin
- [8] <http://www.ibiblio.org/hyperwar/AAF/USSBS/AtomicEffects/img/AtomicEffects-p7a.jpg>
<http://www.ibiblio.org/hyperwar/AAF/USSBS/AtomicEffects/img/AtomicEffects-p7b.jpg> (Letöltve: 2013. augusztus 26.)

- [9] S. Glasstone, Philip J. Dolan (szerk.): "Chapter VII – Thermal Radiation and Its Effects", *The Effects of Nuclear Weapons* (3. kiadás), United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration, 1977, pp.300, § "Mass Fires" 7.61
- [10] James J. Weingartner: "Trophies of War: U.S. Troops and the Mutilation of Japanese War Dead, 1941–1945". *Pacific Historical Review* 1992 61 (1): 53–67.
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Soviet_invasion_of_Manchuria (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [12] Palmer, David: "Korean Hibakusha, Japan's Supreme Court and the International Community: Can the U.S. and Japan Confront Forced Labor and Atomic Bombing?". *Asia-Pacific Journal*, 20 February 2008.
- [13] http://www.rerf.or.jp/general/qa_e/qa2.html Radiation Effects Research Foundation (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [14] Kyoko Iriye Selden, Mark Selden (szerk.): *The Atomic Bomb: Voices from Hiroshima and Nagasaki*. M. E. Sharpe Inc., Armonk, NY (USA), 1989
- [15] <http://www.peak.org/~danneng/decision/usnews.html> Szilárd Leó interjú 1960. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [16] http://en.wikipedia.org/wiki/Debate_over_the_atomic_bombings_of_Hiroshima_and_Nagasaki (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [17] "The Atomic Bomb and the End of World War II, A Collection of Primary Sources". *National Security Archive Electronic Briefing Book No. 162*. George Washington University. 13 August 1945.
- [18] McLaughlin, Thomas P.; Monahan, Shean P.; Pruvost, Norman L.; Frolov, Vladimir V.; Ryazanov, Boris G.; Sviridov, Victor I. (2000 május), *A Review of Criticality Accidents*, Los Alamos, New Mexico: Los Alamos National Laboratory, pp.74–75, LA-13638.
- [19] "LA-13638 A Review of Criticality Accidents" (PDF). Los Alamos National Laboratory, 2000. május, pp. 74–76.
- [20] <http://nuclearweaponarchive.org/Uk/UKOrigin.html> Az angol atombomba program. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Operation_Crossroads (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [22] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Crossroads_Radioactive_Puffy_Surgeon_Fish.jpg Joint Task Force One, Operation Crossroads: the Official Pictorial Record, 1946, p 216. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [23] http://en.wikipedia.org/wiki/Boosted_fission_weapon (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [24] http://en.wikipedia.org/wiki/Desert_Rock_exercises (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [25] http://en.wikipedia.org/wiki/Upshot-Knothole_Grable (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [26] Gerard J. DeGroot: *The Bomb: A Life*. Harvard University Press, London, 2004 pp. 196
- [27] http://en.wikipedia.org/wiki/1950_British_Columbia_B-36_crash (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [28] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Operation_Crossroads_Baker_in_color.jpg (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [29] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Buster-Jangle_shot_with_personnel.jpg No.: XX-47, Photo courtesy of National Nuclear Security Administration / Nevada Field Office. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)
- [30] http://farm8.staticflickr.com/7114/7597525640_cf3aae4305_o.jpg Photo courtesy of Los Alamos National Laboratory. (Letöltve: 2013. augusztus 26.)