

Wissenschafts-Blog

Den globale sundhedsmæssige virkninger af atomkrig

Link: <https://www.uow.edu.au/~bmartin/pubs/82cab/>



The global health effects of nuclear war

Brian Martin

Dr Martin is a physicist whose research interests include stratospheric modelling. He is currently a research assistant in the Department of Mathematics, Faculty of Science, Australian National University, and an active member of Canberra Peacemakers

Røg fra skovbrande som denne relativt lille en på forstæder fringe af Sydney, kan i væsentlig grad reducere mængden af sollys nå jorden i korte perioder. i tilfælde af en fuld-skala atomkrig røg fra de deraf følgende brande kunne måske føre til en reduktion af sollys i den midt-nordlige halvkugle med 90 pct. eller mere for en periode på et par måneder

Vi vil alle gå sammen, når vi gå
Hver Hottentot og hver Eskimo
Når luften bliver uraneous
Vi vil alle gå samtidige
Oh, vi vil alle gå sammen, når vi går.
(Tom Lehrer)

I den følgende artikel Dr. Brian Martin, uden at forklejne de forfærdelige konsekvenser af en atomkrig, forsvinder lidt af mørket omkring emnet – fra Australien 's synspunkt mindst – ved at argumentere for, at der i modsætning til Tom Lehrer's påstande, vi kan ikke 'alle gå sammen, når vi går'. Mens en fuld-skala nuklear krig ville ødelægge nogle dele af jorden, især i den nordlige halvkugle, nuværende beviser peger på, at nuklear krig, udgør ikke nogen trussel mod overlevelsen af den menneskelige art'.

lige siden den første atombombe blev sprængt ved Alamogordo i New Mexico den 16. juli 1945, truslen om atomkrig har eksisteret. Indtil videre er den eneste atombomber, der anvendes i krigen, var de to faldt med Usa om Hiroshima og Nagasaki og på den sjette og niende i August 1945. I dag er Usa i besiddelse af 30.000 atomvåben, Sovjetunionen omkring 20.000, – og Kina, Frankrig og Storbritannien flere hundrede til et par tusinde.[1] Et par andre lande som Israel har eller kan snart har små nukleare arsenaler.

Hiroshima-og Nagasaki-bomberne dræbte i alt måske 300.000 mennesker – forskellige estimater er blevet tilbudt. [2], Hvad der ville være resultatet af en atomkrig ved hjælp af nutidens våben-arsenaler? Dette spørgsmål er blevet mere og mere vigtigt i mange folks bevidsthed i 1980'erne, da verdens opmærksomhed har igen fokuseret på truslen om atomkrig.

I umiddelbar nærhed af en nuklear eksplosion, de fleste ulykker skyldes blast, varme og nedfald i løbet af de første par dage.[3]blast eller varme fra en megatonne bombe – omkring 75 gange strøm af Hiroshima-bomben, og en størrelse, der ofte findes i atomarsenaler – ville dræbe næsten alle mennesker, selv dem i beskyttelsesrum, ud til en afstand på to kilometer. Ud over ti kilometer chancen for død, selv for folk uden særlig beskyttelse ville være meget lille. Hvis bombe er eksploderet i en højde der er højere end den radius af ildkuglen fra eksplosionen, som skete i Hiroshima og Nagasaki, lokale nedfald er minimal. Hvis eksploderede på eller nær jordens overflade, fallout dødbringende til ubeskyttede personer vil blive deponeret i vindretningen – oftest mod øst, mod hvilket, der er fremherskende øvre atmosfæriske vinde slag – for en afstand af op til flere hundrede kilometer. Efter to uger strålingsniveauer, vil være faldet til omkring en tusindedel af, hvad de var en time efter eksplosionen.

En stor global atomkrig kunne dræbe op til 400-500 millioner mennesker fra disse effekter, primært i Usa, Sovjetunionen og Europa, og i mindre grad Kina og Japan.[4] dødstallet vil afhænge af en række faktorer, såsom de områder, der rent faktisk er ramt af våben og omfanget af evakuering og nedfald beskyttelse. Dette dødstallet ville være består

primært af personer i umiddelbar nærhed af eller i vindretningen af nukleare eksplosioner, og ville alt omkring ti procent af verdens befolkning. Dette tal ville være meget større, hvis de fleste af de største befolkningscentre i lande over hele verden blev bombet,[5], men der er ingen kendte planer for systematisk bombing de største befolkningscentre i områder, såsom Indien, Sydøstasien og Kina.[6] På den anden side, hvis en atomkrig var begrænset i enhver forstand – for eksempel, begrænset til Europa eller til militære mål – den umiddelbare dødstallet ville være mindre.

Hvis landbrugs-eller økonomisk opdeling eller epidemier opstod i kølvandet af atomkrig, mange flere mennesker kunne dø, måske så mange som for et par hundrede millioner i værste tilfælde.[7] Disse vil primært være i de hårdest ramte områder, nemlig Usa, Sovjetunionen og Europa.

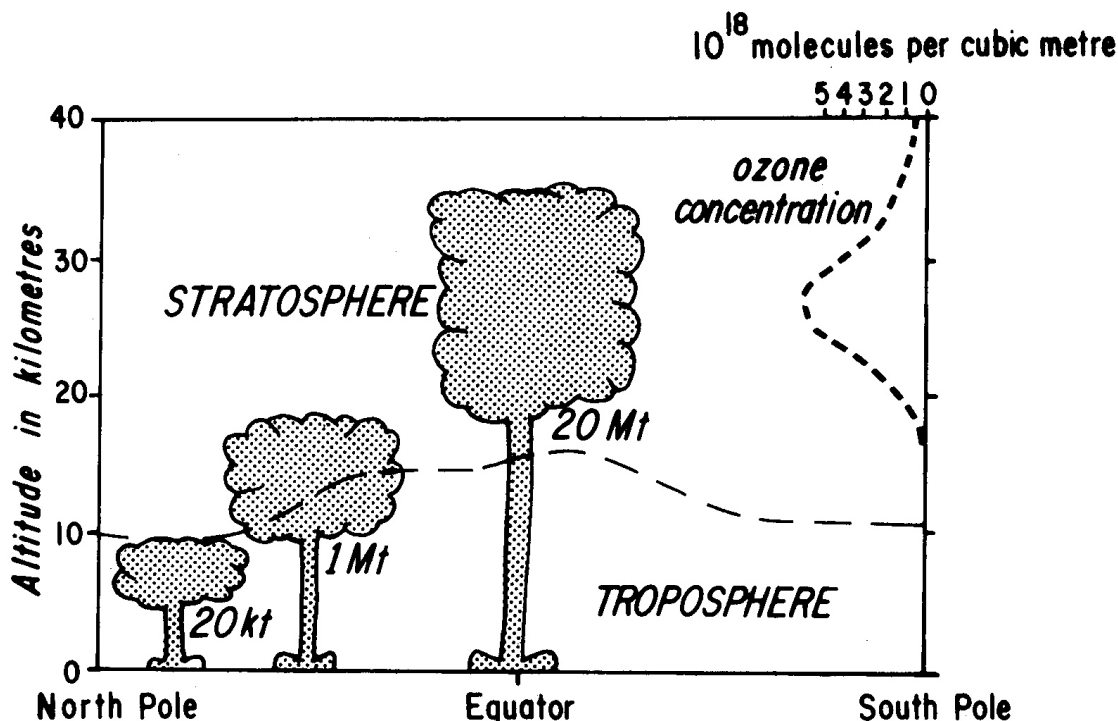
Nuklear krig ville også resultere i forskellige langtrækkende virkninger, ud over den række af blast, varme og lokale nedfald. Disse effekter – effekter til hundredvis eller tusindvis af kilometer fra nukleare eksplosioner – der er kendt som 'global' – effekter. Den mest kendte er den globale radioaktive nedfald. Mange mennesker tror, at dette nedfald, eller nogle andre virkninger, vil forårsage død af de fleste eller alle mennesker på jorden i tilfælde af større atomkrig. Det er tanken, portrætteret i den populære roman På Stranden.

[8] Men den tilgængelige videnskabelige dokumentation giver ingen støtte til sådan et dommedags scenario. Mit mål her er at beskrive en generel beskrivelse af de vigtigste globale konsekvenser af en atomkrig med direkte konsekvenser for menneskers sundhed. Fire hovedkategorier, der vil blive behandlet: globale nedfald,[9] ozon, klima og brande.

Globale nedfald

Når en nuklear bombe er eksploderet, energi frigives ved spaltning (spaltning) af enten uran-235 eller plutonium. Der er et sortiment af produkter af denne spaltning, hvoraf mange er radioaktivt – det er, de er ustabile og forfald før eller senere ved emission af energirige stråling eller partikler. Den mest kendte fission produkt, er strontium-90, der henfalder ved udsendelse af en beta-partikel. Omkring halvdelen af strontium-90 kerner forfald på denne måde i en periode på omkring 28 år, kaldes halveringstiden. Forskellige radioaktive atomer har forskellige halveringstider, der spænder fra en brøkdel af et sekund til mange millioner af år. Andre biologisk vigtige radioaktive arter, som er produceret af nukleare eksplosioner er cæsium-137 (half-life: 27 år), jod-131 (half-life: otte dage) og kulstof-14 (half-life: 5600 år).[10]

En nuklear bombe, som der eksploderede over Hiroshima producerer i alt omkring 800 gram af fissionsprodukter, der måles en time efter eksplosionen. Den enorme varme, der genereres af den eksplosion, der skaber en kæmpe bølge opad i luften, hvilket resulterer i den velkendte mushroom cloud. Højden af skyen afhænger af størrelsen af eksplosionen[11] (se Figur 1). De fleste af fissions-produkter er udført i den atmosfære af denne første opdrift. De bliver farlige for mennesker, når de vender tilbage til jorden.



Figur 1. En typisk konfiguration af troposfæren og stratosfæren (divideret med den stiplede linje) i juli. Den omtrentlige højder af skyer fra nukleare eksplosioner af 20kt, 1Mt og 20Mt er skitseret (bredderne er ikke i skala). Den stiplede linje er en typisk fordeling af stratosfærisk ozon.

Hvis bomben er eksploderet på eller nær overfladen af jorden, en stor mængde støv, snavs og andre flade materialer vil også blive løftet med updraft. Nogle af fissions-produkter vil overholde disse partikler, eller på materiale, der anvendes til at konstruere en bombe. De største partikler – sten og småsten – vil falde tilbage til jorden i løbet af få minutter eller timer. Lettere materiale – aske eller støv – vil falde til jorden inden for et par dage, eller måske indgå i regndråber. Det radioaktive materiale, som vender tilbage til jorden inden for 24 timer, kaldes tidlig eller lokale nedfald. Det er den mest farlige.

Som tidligere nævnt, fissions-produkter indeholder en blanding af forskellige typer af radioaktive atomer, hvoraf nogle forfalder hurtigt og andre meget langsomt. En grov tommelfingerregel er, at som tiden stiger med en faktor syv, den gennemsnitlige forfald sats, der falder med en faktor ti. Således, i forhold til henfaldshastigheden en time efter eksplosionen, vil renten være omkring ti procent på 7 timer, omtrent en procent på to dage (7×7 timer), og 0,1 pct. på to uger (7×2 dage). (Efter ca seks måneder faldet i henfaldshastigheden bliver hurtigere end dette.) Af denne grund, eksponering for tidligt nedfald er den største fare på grund af radioaktivitet, der genereres af nukleare eksplosioner.

Radioaktivt materiale, som tager længere tid end 24 timer til at vende tilbage til jorden, kaldes forsinket eller globale radioaktive nedfald.[12] Nogle af de forsinkede nedfald forbliver i troposfæren (se Figur 1). for dage, uger eller måneder. Dette troposfærisk nedfald normalt vender tilbage til jorden inden for ti eller 15 grader af bredde af den oprindelige eksplosion, for det meste ved at være indarbejdet i regndråber, som de er dannet. Skyer af nukleare eksplosioner, der er større end omkring en megatonne trænge delvist eller helt ud i stratosfæren, og depositum fission-produkter, der bliver stratosfæriske nedfald. Da stratosphere har ingen regn, dannelse og mindre turbulent end tro-

posfæren, radioaktive partikler i stratosfæren kan tage måneder eller år at vende tilbage til jorden. I løbet af denne tid partikler kan bevæge sig i nogen del af verden.

Ved den tid, stratosfæriske nedfald når jorden, radioaktivitet er stærkt reduceret. For eksempel, efter et år, den tid typisk, der kræves for et betydeligt beløb af fissionsprodukter til at flytte fra den nordlige til den sydlige del af stratosfæren, henfaldet vil være mindre end hundrede tusindedel af, hvad det var for en time efter eksplosionen. Det er grunden til, at den stratosfæriske fallout ikke har potentiale til at medføre omfattende og øjeblikkelig sygdom eller død.

En dosis af ioniserende stråling på fire til fem sieverts[13], at liget af en person, der på en gang er nok til at forårsage død i omkring halvdelen af de mennesker, der udsættes for det. Doser af et til to sieverts forårsage sygdom, mens en dosis af et halvt sievert ofte forårsager ingen åbenlyse symptomer, selv om det kan have langsigtede virkninger. Til sammenligning har den gennemsnitlige årlige ioniserende stråling dosis til personer fra "naturlige" årsager – fra kosmiske stråler, radioaktivitet i sten og andre kilder – er omkring en tusindedel af en sievert (en millisievert). Et gennemsnit af en anden millisievert er bidraget til, for dem, med den Vestlige livsstil, fra kilder af menneskelig oprindelse, primært medicinsk x-stråler. Hvad ioniserende stråling ville følge af en stor atomkrig?

I 1950'erne og begyndelsen af 1960'erne et stort antal af atomvåben var eksploderet i atmosfæren – i alt 430 megatons (Mt). Dette har ført og fører til en gennemsnitlig ioniserende stråling, både interne og eksterne, på omkring to millisievert over 30 år for folk på den nordlige halvkugle, og omkring en tredjedel dette niveau i den sydlige halvkugle. En stor nuklear krig resulterede i en eksplosion af 4000Mt (se "[Eksplodiv kraft i en nuklear krig](#)") ville, ifølge simpel skalering, føre til en gennemsnitlig eksponering ti gange så stor, som det skete fra tidligere undersøgelser.

Mange af 1950'erne-1960'erne eksplosioner var meget højt udbytte op til 60Mt, men de fleste nukleare våben er nu 2Mt eller mindre. Derfor, stratosfæren nedfald fra en 4000Mt krig ville sandsynligvis være mindre end ti gange så stor som fra de tidligere atmosfæriske test. Endvidere, fordi materiale indsprøjtes i den nederste del af stratosfæren, er mindre tilbøjelige til at bevæge sig over store afstande, før han vendte tilbage til troposfæren, i forhold nedfald niveauer i den sydlige halvkugle på grund af den nordlige halvkugle eksplosioner er tilbøjelige til at være mindre end den forrige-tredje-forhold.

Den lavere injektion af radioaktivt materiale i stratosfæren betyder tilsvarende højere niveauer af troposfærisk nedfald, især i nærheden af de breddegrader af eksplosioner. Da troposfærisk nedfald vender tilbage til jorden hurtigere end nedbrydningen nedfald, det er mere radioaktivt og farligt. Dermed skift til lavere udbytte nukleare våben har reduceret den sundhedsmæssige risiko for atomkrig fra radioaktivitet, at folk, der er langt fra de vigtigste regioner for nuklear konflikt, men steg det til dem nær breddegrader for mange nukleare eksplosioner. Disse konklusioner er tentative, da det er muligt, at den hurtige eksplosion af 4000Mt af kernevåben i høj grad kunne ændre de atmosfæriske cirkulation, med ukendte konsekvenser for fordelingen af nedfald.

Der er to vigtigste farer ved eksponering for lave niveauer af ioniserende stråling: kræft og genetiske defekter. I det væsentlige, den energirige stråling og partikler fra radioaktivt henfald kan forstyrre opbygningen af celler i kroppen eller i det genetiske materiale, der forårsager eller bidrager til kræft eller genetiske defekter. I flere årtier, videnskabelige kontroverser har raset over effekten af eksponering for lave niveauer af ioniserende stråling. Da kræft og genetiske defekter, der er forårsaget af denne stråling er som regel umulige at skelne fra cancer og genetiske defekter,

der skyldes andre årsager, tilgængelige dokumentation er ikke tilstrækkelig til at måle effekten ved lave doser. Striden drejer hvilken teori, der er mest hensigtsmæssige at bruge til at ekstrapolere ud fra beviser ved højere eksponering (over en halv til en sievert).

En autoritativ rapport om effekten af ioniserende stråling, som kaldes Beir III,[14] konkluderer, at eksponeringen af hele kroppen til 100 millisievert vil resultere i en stigning i de naturligt forekommende cancer dødelighed på 0,5 pct. til 1,4 pct., og 50 til 750 yderligere alvorlige genetiske sygdomme per million levendefødte. En gennemsnitlig eksponering af 20 millisievert forsinket fra nedfald fra en atomkrig kunne, ifølge disse tal, forårsage 600.000 1,700,000 ekstra kræftdødsfald og 40.000 til 600.000 yderligere genetiske defekter, som er manifesteret over en periode på 50 år eller mere. Tal om risikoen for cancer og genetiske defekter som følge af eksponering for ioniserende stråling, der anvendes af International Commission on Radiological Protection[15] med henblik på strålingsbeskyttelse ligger inden for det interval af usikkerhed, der er angivet af Beir-rapporten. Hvis effekten af kulstof-14 gennem mange tusinder af år, er inkluderet, disse tal skal fordobles.

Der var to dissenterende udtalelser i Beir III, tyder på en skøn er for høj, og de andre, at de er for lave.[16] de Seneste beviser på ioniserende stråling og kræft synes at støtte denne opfattelse.[17] de Seneste beviser, der tyder også på, at de Beir III tal for genetiske defekter kan være for stor.[18] I alle tilfælde, tallene er meget usikre, og kan nemt være ti gange for lille eller ti gange for stort.

atomreaktorer

reaktorer indeholder en enorm mængde af radioaktivt materiale. Meget opmærksomhed har været fokuseret på muligheden for, at reaktoren indeslutning systemer kan fejle, som fører til udslip af radioaktivitet og den mulige død af op til titusinder af mennesker.[19] nedsmeltning og spredning af en del af kernen i en kernekraftreaktor kunne let resultere i angreb på et atomkraftværk, af konventionelle eller nukleare våben, som deaktiveret køling og andre kontrolsystemer. Endnu mere ødelæggende, selv om, der ville være resultatet af direkte ramt af et nukleart våben på en kernekraftreaktor, med reaktoren er det radioaktive opgørelse er direkte indarbejdet i flammerne af den nukleare eksplosion. Denne opgørelse vil derefter blive indarbejdet i fallout sky fra eksplosionen.[20]

Den kortvarige forfald produkter i reaktoren for det meste forfald væk i løbet af sin drift, forlader den længere levetid produkter som strontium-90 og cæsium-137. Derfor, mens radioaktivitet fra en megatonne nuklear eksplosion, er højere, end at der fra en stor (1000MW) atomkraft reaktor til et par dage, hvorefter reaktoren radioaktivitet udgør en større fare. Hvis mange reaktor kerner var vapourised på denne måde, store områder af landet kan være lavet af stærkt radioaktive i lange perioder af tid.

Det er muligt, at reaktorer ville være nukleare mål, på grund af deres høje økonomiske værdi, på grund af deres evne til at producere plutonium til fremstilling af nukleare våben, eller på grund af de ødelæggende radioaktivitet, der vil blive spredt omkring. Sidstnævnte effekt kan også opnås ved at angribe radioaktivt affald repositories eller oparbejdningsanlæg. De største koncentrationer af store nukleare reaktorer, der er fundet i usa, Europa og Usa, Sovjetunionen og Japan, det er de områder, der er mest tilbøjelige til at blive involveret i en atomkrig i alle tilfælde. Hvis nukleare anlæg blev angrebet, derfor er de fleste af de ekstra dødsfald og skader vil føre til, at disse regioner. Fordi reaktoren kerner er meget godt beskyttet, spredning af de centrale materialer er usandsynlig, medmindre de er specifikt målrettet af meget præcise våben.

Plutonium

Et særligt produkt af nukleare eksplosioner er plutonium. Plutonium-239 er en fissile stof og bruges til at konstruere nukleare våben. Det er også et meget farligt radioaktivt materiale. Det henfalder ved at udsende en alfa-partikel, som ikke kan trænge ind i et stykke papir eller huden. Men en gang inde i kroppen, plutonium-239 er en potent kræft-fremkaldende agent. Eksperimenter har vist, at mindre end én milligramme af uopløselige plutonium oxid er helt sikkert nok til at forårsage lungekræft i beagle-hunde.[21] Det vides ikke, hvor meget plutonium er forpligtet til at fremkalde lungekræft i mennesker, men skøn så lavt som et par milliontedele af et gram er blevet gjort.

Tidligere nukleare eksplosioner har sprøjtet omkring 5 tons plutonium i atmosfæren.[22] Ingen ved, hvilken effekt det har på menneskers sundhed. En af de højeste estimer af konsekvenserne af John Gofman, der mener, at 950,000 mennesker verden over kan dø af lungekræft som følge af dette plutonium, over en periode på flere årtier.[23] En 4000Mt atomkrig kunne forårsage frigivelse af ti gange så meget plutonium, omkring 50 tons, med ti gange konsekvenserne. Store reaktorer indeholder en gennemsnitlige beholdning af måske 300 kg plutonium. Hvis det antages, at alle plutonium fra 20 store reaktorer – mere end en tiendedel af verden i alt – var spredt i en 4000Mt nuklear krig, ville dette tilføje endnu seks tons plutonium, at den samlede frigivet til atmosfæren. Dette vil være omkring en tiendedel af det beløb, der direkte udgivet af nukleare eksplosioner sig selv.

kræft og genetiske defekter, der er forårsaget af globale nedfald fra en nuklear krig ville kun vises over en periode på i mange årtier, og ville kun give en lille stigning i den aktuelle forekomst af kræft og genetiske defekter. De videnskabelige beviser, der klart viser, at den globale nedfald fra selv de største atomkrig udgør ingen trussel mod overlevelsen af den menneskelige art. Ikke desto mindre, den kendsgerning, at hundreder af tusinder eller millioner af mennesker, der ville lide og dø, fra det globale nedfald, som ikke kan ignoreres. Desuden er der mange flere mennesker end dette ville dø fra eksponering til udfald i umiddelbar nærhed af nukleare eksplosioner.

Betydningen af ozonlaget

solen udsender lys eller stråling på et stort udvalg af energier eller frekvenser. Meget af denne stråling, der absorberes af jordens atmosfære, og ikke kan nå frem til overfladen. De menneskelige øjne har udviklet sig til at være yderst modtagelige for stråling i den såkaldte visuelle spektrum, som ikke absorberes meget lidt af stemningen. På violet, høj-energi slutningen af dette band af transmitteret lys ligger det, der kaldes ultraviolet lys eller uv -.

Ultraviolet lys med høj energi er stærkt optaget af molekylær oxygen – ilt, vi indånder – i den øvre atmosfære. Denne absorption kan forårsage molekylær ilt til at bryde ind i to ilt-atomer hver af, som igen kan reagere med andre molekylær ilt til at danne ozon, som er et stof, der består af tre iltatomer. Igen, ozon kraftigt absorberer ultraviolet lys i sig selv, herunder uv-med energi lavere end den, der absorberes af molekylær ilt. Små mængder af uv-kan være gavnlige, især i dannelsen af D-vitamin i huden. Men store mængder kan være skadelige, især for de mere energiske, uv-stråler, der forårsager solskoldning og hudkræft hos mennesker og påvirke væksten af mange planter. Mange forskere mener, at meget af den biologiske evolution fandt sted under den beskyttende uv-skjold af øvre atmosfæriske ozon.

I begyndelsen af 1970'erne forskere først blev klar over,[24], at nitrogenoxider spille en stor rolle i at reducere ozon niveauer gennem katalytisk ødelæggelse: en enkelt nitrogenoxid molekyle, der kan hjælpe med at ødelægge mange molekyler af ozon uden at blive ødelagt sig selv.[25] Denne viden, der snart førte til bekymring om virkningerne af kvælstofoxider fra supersonic transport fly (sst-fly) på ozon og førte til, at undersøgelser på dette problem,[26] og senere til studier af andre trusler mod ozon, såsom fra fluorcarboner fra spraydåser og kølemidler.[27]

en Anden stor trussel mod ozon kommer fra nukleare eksplosioner. Nitrogenoxid er produceret hovedsageligt af den "brændende" af kvælstof i atmosfæren, og denne forekommer, når luft temperaturer er tilstrækkeligt varmt: i bilmotorer, i fly, motorer og i nukleare eksplosioner. Undersøgelser af oprettelsen af kvælstofoxider af nukleare eksplosioner blev først iværksat som en del af SST debat for at afgøre, om det nukleare våben test, der i 1950'erne og 1960'erne havde reduceret observeret ozon niveauer.[28] Det var først i 1974, at John Hampson lavet et punkt, som var blevet overset, nemlig, at store atomkrig kunne medføre en større og katastrofale nedgang i ozon niveauer.[29]

Beregninger, der er foretaget i midten af 1970'erne under forudsætning store nukleare arsenaler med mange high-yield eksplosioner konkluderede, at reduktioner af ozon kan nå op på 50% eller mere i den nordlige halvkugle, med mindre reduktioner i de sydlige halvkugle.[30], Men da antallet af high-yield våben i det nuværende nukleare arsenaler er nu mindre, meget mindre kvælstofoxider ville være deponeret i stratosfæren af atomkrig end antaget i tidligere beregninger, og så betydelig ozon reduktioner er usandsynligt.[31]

Denne konklusion er fortsat tentativ. Den faktiske adfærd af stratosfærisk ozon er ganske kompliceret og involverer mange kemiske forbindelser, og mange kemiske reaktioner, de skiftende effekter af temperatur, vinkel og intensitet af sollys, og virkningen af luft bevægelser. Computer modeller af følgerne af en atomkrig på ozon er i stand til at tage højde for kun en del af denne kompleksitet, og nye oplysninger om kemiske reaktion priser i særdeleshed har ført i de seneste periodiske ændringer i de beregnede effekter af tilsat nitrogenoxider.

Hvis ozon betydelig reduktion fandt sted, er den vigtigste direkte virkning på mennesker ville være en stigning i hudkræft. Dette er dog sjældent dødelig, og kan undgås ved at reducere eksponering for sollys. Potentielt mere alvorlige ville være effekter på afgrøder.[32] Nogle af de vigtige kerner, for eksempel, er følsomme over for uv. Om net effekter på udbyttet ville være betydelige, er svært at vurdere. Men uanset reduktion i ozon ozon niveauer vil vende tilbage temmelig meget til normal efter et par år.[9] Det forekommer usandsynligt, at der i forbindelse med en større atomkrig ændringer i uv-alene ville være til alvorlig bekymring. Især truslen om menneskelig udslettelse rejst af Jonathan Schell i Skæbne på Jorden,,[33], hovedsageligt baseret på effekter af øget uv-fra ozon reduktion, synes meget lille, faktisk.

Det hævdes undertiden, at en atomkrig kunne ødelægge ozon i en sådan grad, at mennesker og dyr kan blive blændet af overskydende uv. Selv om et stort antal af high-yield våben blev eksploderede, denne mulighed forekommer meget usandsynligt, bortset fra et bidrag til sne-blindhed i langt mod nord. Stratosfærisk ozon, som aldrig kan fjernes helt, men i de fleste reduceret meget. Selv om en 50 pct. eller mere nedgang i ozon sket – og som nævnt synes dette usandsynligt med de nuværende nukleare arsenaler – beskyttelse mod uv-for mennesker kunne fås fra solbriller eller bare almindelige briller, som absorberer uv. For dyr, så de følgende overvejelser er relevante. Ozon niveauet varierer betydeligt fra sted til sted og fra tid til anden, både sæsonkorrigeret og dagligt (nogle gange med op til 50 pct.). Sollys ved ækvator typisk passerer gennem kun halvt så meget ozon, som i midten af breddegrader, men dyr ved ækvator er

ikke kendt for at gå blind oftere end andre steder. Endvidere, de fleste ozon-reduktioner fra en nuklear krig ville være i midten og høje breddegrader, hvor ozon niveauet er højere til at starte med, og hvor 'path length' for sollys gennem ozon er øget på grund af sin skæve indfaldsvinkel. Men det betyder ikke, selvtilfredshed er berettiget, som de bekymringer, John Hampson illustrere.

Hampson alternativ syn på ozonlaget

Den korte behandling der er givet så meget om de sandsynlige konsekvenser af en atomkrig på ozon har præsenteret for det meste de konventionelle videnskabelige visdom om dette emne. Men der er plads til uenighed. En af dem, der mener, at forskere kan være at undervurdere den fare, der er John Hampson, der oprindeligt blev rejst alarm om virkningerne af nuklear krig mod ozon. Her er nogle af Hampson synspunkter vil blive skitseret,[34], både for at præsentere sine provokerende ideer og til at illustrere de mange usikkerhedsmomenter, der er forbundet med den nuværende forståelse af de globale konsekvenser af en atomkrig.

Hampson første vigtige punkt er, at de standard værdier, der er angivet for mængden af kvælstofoxider, der er indbetalt af nukleare våben i den øvre atmosfære, kan være undervurderet. Han bemærker, at en af de få observationer af kvælstofoxider i kølvandet af high-yield atomprøvesprængninger[35] kan forklares, hvis fire gange så meget kvælstofoxider er produceret i nukleare eksplosioner, som er fundet i andre undersøgelser, og at alt dette er deponeret i stratosfæren.

Hampson andet vigtige punkt er, at en større reduktion af ozon kan være forårsaget af detonation af kernevåben på høje højder. På grund af den lave atmosfæriske tæthed, siger 100 kilometer, meget af det høje niveau gamma-stråling ved en nuklear eksplosion, vil producere x-stråler, der trænger til omkring 40 km. På grund af den lave atmosfæriske tæthed, en stor del af den bombe energi kan gå til at producere nitrogenoxider, måske op til 20 gange så meget som fra en overflade eksplosion.

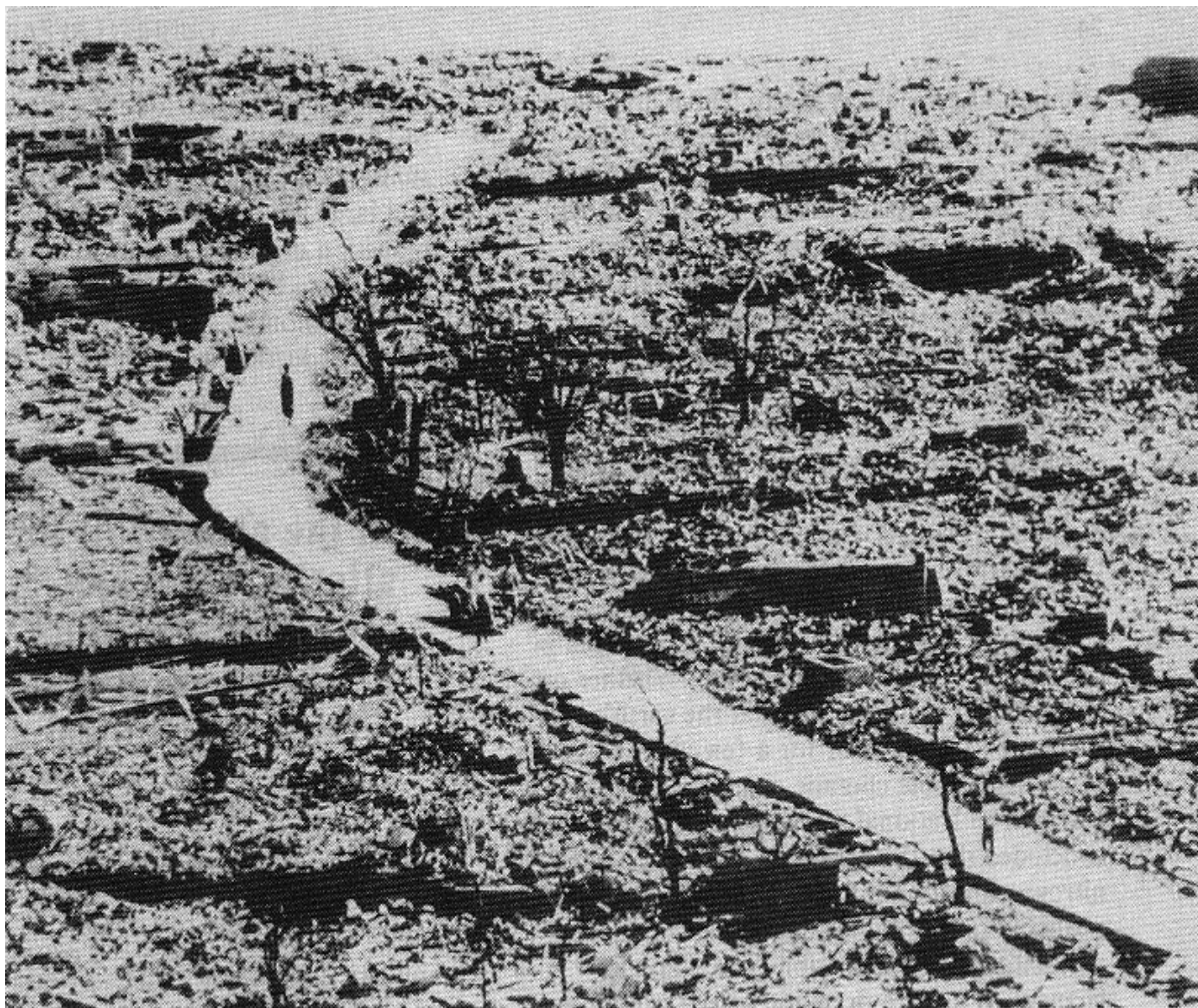
Hvis nitrogenoxider forblev på 40 km højde, at de ikke ville medføre en stor reduktion i det samlede ozon, da meget ozon er bosat i lavere højder (se Figur 1). Men da ozon i den 40 kilometer regionen ville blive stærkt reduceret absorption af uv-med ozon ville blive reduceret, og den øvre del af stratosfæren hurtigt ville blive afkølet. Dette ville resultere i den øvre del af stratosfæren ustabilitet. Hampson mener, at skyen af kvælstofoxider, ville synke, som måske en kilometer per dag, nå toppen ozon højde på 30 km i 10 dage. Hvis der er nok eksplosive power blev udgivet, resultatet kan være en drastisk nedgang i ozon niveauer.

Hampson mener, at flere scenarier, hvor højtliggende eksplosioner kan spille en rolle. Et scenarie indebærer antiballistic missiler (ABMs). Sovjetunionen har et sæt af ABMs omkring Moskva, der er designet til at opfange indkommende missiler, som eksploderer deres egne atomvåben på høje højder. Hampson tyder på, at hvis disse ABMs blev brugt ved et uheld, måske efter en falsk alarm, en stor mængde af kvælstofoxider, der kan produceres i øverste stratosfæren. I ti eller 15 dage, der kræves for nitrogenoxider at slå sig ned til 30 km, nitrogenoxider sky ville have blæst af herskende øvre atmosfæriske vinde over Nordamerika, som kan være udsat for intens uv-for en uge eller deromkring. Dette scenarie øger muligheden for at anvende en tilsyneladende ” utilsigtet brug af ABMs eller andre nukleare eksplosioner, som en form for miljø-krigsførelse ved at skabe lokal depletions i ozonlaget.

Hampson er enig i, at høj uv-niveauer, der ikke indebærer en alvorlig direkte trussel mod menneskers sundhed. Men han er mindre optimistisk med hensyn til effekter på biosfæren. Han har sine egne ideer, i modsætning til de nuværende videnskabelig ortodoksi, om udviklingen af ozonlaget i historien om jorden, og udviklingen af liv under det. Blandt mange point, han rejser, han mener, at undersøgelser af effekten af ændringer i ozon bør begynde med organismer, som han kalder procarytoids, som er i stand til at danne aminosyrer, er direkte fra naturlige elementer. Han mener, at det bør vurderes, om øget uv-fra ozon reduktioner kunne fjerne procarytoids, og om mennesker kunne overleve uden deres eksistens.

Hampson synspunkter, der er beskrevet her, ikke som fastslået kendsgerning – som de ikke – men for at vise, at den slags farer, som kan findes ikke-indregnede af herskende videnskabelige synspunkter. Det er en sigende kommentar om videnskabelig forskning prioriteter, at de muligheder, som Hampson – og mange andre – er, der modtager næsten ingen undersøgelse af forskere. Der er flere grunde til dette. Man er simpelthen, at der er langt flere penge til rådighed for at studere, hvordan det er at føre atomkrig – for eksempel, hvordan man laver mindre nukleare våben eller mere præcise missiler vejledning systemer – end for at studere de menneskelige konsekvenser af en atomkrig. For det andet, Hampson ideer er noget uden for den vigtigste strøm af videnskabelige tanke om ozon og produktion af kvælstofoxider. Det er svært nok at få job og forskning stipendier til at studere virkningerne af atomkrig, selv når opholder sig fast inden fremherskende videnskabelige ideer.

for det Tredje, Hampson bekymringer, der involverer et tæt intermeshing af videnskabelige og strategiske faktorer. For eksempel, de nuværende risiko fra stor højde ABM eksplosioner er blevet mindre: af den oprindelige 64 Galosh ABMs omkring Moskva, 32 har været afmonteret.[36], Men en undersøgelse af Hampson argumenter ville være velset militære beslutningstagere, der ikke ønsker at være begrænset i enhver brug af high-yield våben eller implementering af fremtidige ABMs. For det fjerde, at undersøge de spørgsmål, der rejses af Hampson, ville det kræve en tværfaglig person eller et team, der involverer viden om ikke-ligevægt reaction kinetics, stratosfæren kemi og dynamik, ozon historie og udvikling, og nukleare strategier. Endelig, Hampson selv mangler troværdighed og træk, for på trods af en lang og produktiv videnskabelige karriere, har han ingen aktuelle videnskabelige eller akademiske position. Selv om der i princippet videnskabelige ideer bliver bedømt af deres værdi, uafhængigt af hvem, der præsenterer dem, videnskabelige praksis er anderledes. At få opmærksomhed, troværdighed og midler i høj grad afhænger af ens formelle position og politiske magt i kraft struktur af videnskaben.[37]



der er En forstad til Hiroshima efter bomben var blevet droppet i 1945

følgerne af en atomkrig på klima

En stor atomkrig ville depositum millioner af tons af støv i stratosfæren. Nogle sollys vil blive absorberet eller reflekteret væk fra jorden med støv, hvilket medfører et fald i jordens temperatur. Dette kan igen tænkes at udløse en større klimatiske ændringer. For eksempel, sænket temperaturer kan forårsage en stigning i sne og is i nærheden af polar caps, og dermed en øget refleksion af lys, og en yderligere sænkning af temperaturer.

Stratosfæriske støv fra en nuklear krig synes usandsynligt, at forårsage sådanne klimatiske forandringer. I 1883 vulkanudbruddet på Krakatoa deponeret nogle 10 til 100 tusinde millioner tons støv i stratosfæren, og i 1963 Mt Agung udbrud omkring halvt så meget. Disse injektioner synes at have forårsaget en mindre køling af overflade temperatur på jorden, ved de fleste om en halv grad Celsius, der varede et par år, med ingen langsigtede konsekvenser. En nuklear krig, der involverer 4000Mt fra de nuværende arsenaler sandsynligvis ville indbetale langt mindre støv i stratosfæren end enten Krakatoa eller Mt Agung vulkanudbrud.[38]

en Anden mulighed er, at fald i ozon eller en stigning i nox-niveau i stratosfæren, forårsaget af nuklear krig, kunne føre til klimatiske ændringer. En reduktion i ozon niveauer med en faktor på to, kan forårsage et fald i temperatur på en halv til en grad Celsius, men herunder kvælstofoxider i beregningen reducerer denne effekt. Hvorvidt en ændring i temperaturen på jordens overflade af dette beløb, for et par år kunne forårsage uoprettelige klimatiske ændringer er svært at vurdere. National Academy of Sciences undersøgelse konkluderede, at effekten af støv og nox-injektion i stratosfæren”, ville formentlig ligge inden for normal globale klimatiske variabilitet, men muligheden for klimatiske ændringer af en mere dramatisk karakter, kan det ikke udelukkes’.[39], Da Akademiet påtaget sig en nuklear krig med den eksplosion af mange flere high-yield våben, end der er i øjeblikket udstationeret, er faren for, at klimatiske ændringer fra støv eller kvælstofoxider er næsten helt sikkert mindre end vurderet i deres rapport.

Brande og røg

I midten af 1982, Paul Crutzen og John Birks[40] henledte opmærksomheden på, at en hidtil overset større effekt af atomkrig. De bemærker, at nuklear angreb ville antænde mange brande i byerne, industrien og især i skove, afgrøde områder og olie-og gasfelter. Disse brande ville producere enorme mængder af partikler, der ville forblive i den nedre atmosfære for uger, selv efter brande ophørt. De mindre partikler, såkaldte aerosoler, ville absorbere sollys. En stor atomkrig med mange brande og store aerosol-produktion kan føre til en reduktion i sollys i midten af den nordlige halvkugle med 90 pct. eller mere for en periode på et par måneder. Denne reduktion ville indebære nogen direkte trussel mod menneskers sundhed, men indirekte virkninger kan være udbredt. Hvis nuklear krig fandt sted i løbet af landbrugets voksende sæson af den nordlige halvkugle, til produktion af fødevarer, kunne være næsten elimineret for denne sæson. Dette kunne i høj grad øge chancen for masse sult i nord, men det er muligt, at der er gemt mad og ændringer i kostvaner, som kan forhindre dette.[41], Hvis reduktionen i jordoverfladen sollys var 99% eller mere, dette kunne føre til døden for de fleste af planteplankton og planteædende zooplankton i halvdelen af de nordlige have. Dette kunne føre til udryddelse af arter og uforudsigelige ændringer i balancen mellem livet på jorden. En anden virkning af brande vil være produktion af store mængder af kvælstofoxider og reaktive kulbrinter i den nedre atmosfære, ændringer i lavere atmosfærisk dynamik, og oprettelsen af ozon og andre potente luftforurenende stoffer. (Mens ozon spiller en nyttig rolle i stratosfæren, det kan være skadelige for levende ting på jorden.) I realiteten meget af den nordlige halvkugle vil kunne blive udsat for alvorlige fotokemisk smog for en periode på flere uger. Dette kan give sundhedsmæssige problemer hos mennesker, især ældre. Potentielt mere katastrofale ville være den negative effekt af smog på landbrugets produktivitet, hvilket øger risikoen for fejlslagen høst og deraf følgende sult.

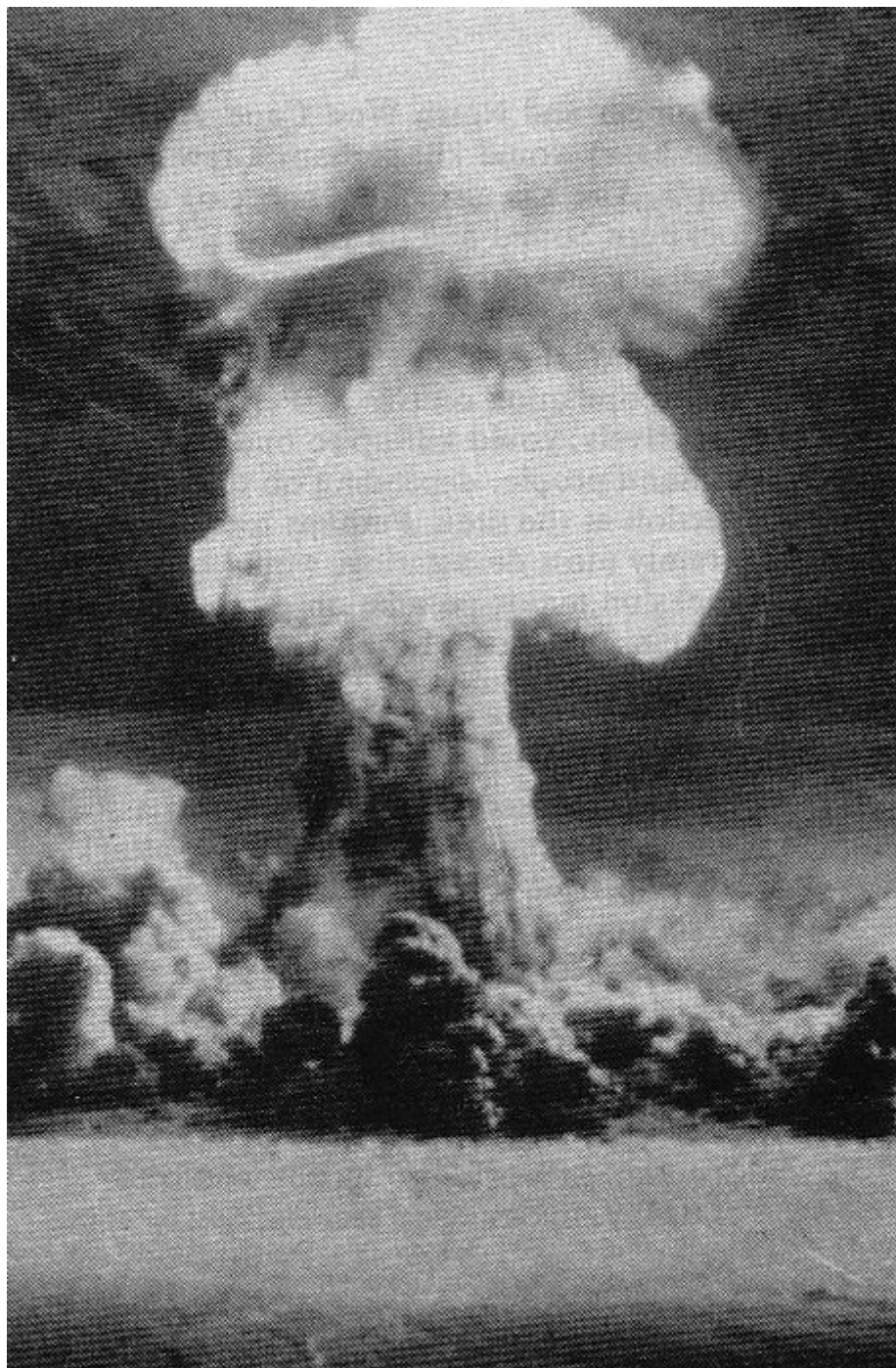
Effekter på Australien

Den tilgængelige evidens tyder på, at den globale sundhedsmæssige virkninger af en stor atomkrig er tilbøjelige til at være langt mindre ødelæggende end de umiddelbare virkninger af blast, varme og lokale nedfald. Den nuværende viden peger på, at en stor atomkrig på den nordlige halvkugle ville have følgende virkninger på Australien:

- fra nedfald, død af måske 1000 mennesker fra kræft og genetiske defekter over 50 år;[42]
- fra ændringer i ozon, som er en ubetydelig effekt;
- fra klimatiske ændringer, en lille chance for at nogen virkning;
- fra brande, der er en ubetydelig effekt.

Men denne konklusion betyder ikke, at de globale virkninger bør ignoreres af Australierne.

for det Første, mange mennesker vil dø i hele verden fra kræft og genetiske defekter, der er forårsaget af globale nedfald, og eventuelt fra andre globale effekter. Om alt er 10.000 eller 10000000, lidelse og død vil være rigtig for dem, der oplever det, og bør ikke udelukkes ved brug af sammenligninger. For det andet, at der eksisterer en chance for, at store klimatiske ændringer, ændringer i landbrugets produktivitet, eller konsekvenser for den globale økologi kan være resultatet af en atomkrig.



Nu kender paddehatteskyen fra en nuklear bombe sprænge; denne ene er fra 1955-test på en Nevada test terræn

for det Tredje, er simpelthen ikke nok til at forudsige med tillid til, at alle de globale virkninger af atomkrig. Konsekvenserne for ozon blev ikke offentliggjort, indtil 1974, og konsekvenserne af brande blev først offentliggjort i 1982. Dette tyder på, at yderligere væsentlige effekter kan være at blive opdaget. Desuden, de præcise konsekvenser af kendte processer, der er genstand for videnskabelige kontroverser. John Hampson scenarie for en mulig utilsigtet ødelæggelse af ozon i en lokal region er et eksempel på, hvad der kan ske inden for rammerne af videnskabelige muligheder. Indtil meget mere undersøgelse af konsekvenserne af en atomkrig, en høj grad af usikkerhed. For det fjerde, uanset omfanget af de globale virkninger af atomkrig, mulighed for umiddelbar død og ødelæggelse i områder, der er direkte angrebet er mere end tilstrækkelig til at retfærdiggøre den mest ihærdige indsats for at fjerne den nukleare trussel.

atomkrig vil ramme hårdest på de områder, der er bombet, ikke kun direkte fra blast, varme og lokale nedfald, men også som følge af forsinket troposfærisk nedfald, brande og muligt landbrugs-eller økonomisk sammenbrud. Da fysiske virkninger langt fra regioner af nukleare eksplosioner er meget mindre, den største trussel for et land som Australien er direkte nukleare angreb. Det primære mål i Australien er Usa 's militære baser på Pine Hul, Nurrungar og North West Cape. Angreb på disse baser ville dræbe måske et par tusinde mennesker. Der er en mindre chance for at angreb på Cockburn Lyd og på Darwin RAAF base, som er værter for de Forenede Stater strategiske nukleare skibe, ubåde og fly. Nuklear bombe af disse to faciliteter, der er tæt på at befolkningen centre for Perth og Darwin henholdsvis kunne dræbe op til et hundrede tusinde mennesker, afhængigt af vindretningen på det tidspunkt. Måske det mindste sandsynligt, men sikkert mest ødelæggende, ville blive nukleare angreb på de store befolkningscentre. For eksempel, de porte på store Australske byer, kunne godt blive bombet, hvis Usa krigsskibe gennemførelsen af strategiske kernevåben var i havn. Store befolkningscentre kan også blive ramt som følge af angreb på forbundet militær eller økonomisk faciliteter. Sådanne angreb kan dræbe fra et par hundrede tusinde til flere millioner mennesker.[43]

I mangel af direkte angreb, den vigtigste indirekte effekt af nuklear krig mod et land som Australien ville ikke være fysisk, men den økonomiske, politiske og sociale. Økonomisk, nuklear krig ville medføre en enorm forstyrrelse af verdens produktion og handel. Politisk, nuklear krig synes tilbøjelige til at forårsage massive omvæltninger, ikke kun i lande, der er direkte involveret, men i mange af disse langt fra den direkte ødelæggelse.[44] De sociale virkninger af nuklear krig ville være mange, og skal omfatte de psykologiske virkninger af massiv atomar ødelæggelse, og de mere øjeblikkelige understreger, at et stort antal af flygtninge fra Europa og Nordamerika. Undersøgelse af og planlægning for disse ikke-fysiske konsekvenser af en atomkrig har været for ringe eller ikke-eksisterende. Men medmindre den næsten totale mangel på fremskridt i retning af nuklear nedrustning siden 1945 er på en måde omvendt, disse mulige effekter synes sikker på at blive en realitet før eller senere.

Eksplorative power i en global atomkrig

nuklear bombe eksploderede over Hiroshima, havde en eksplosiv effekt af cirka 13 kilotons, der betegnes 13kt.[45] En kt svarer til tusind tons tusind kg hver) af kemiske sprængstoffer. Hiroshima-bomben var en beriget uran fission bombe-og Nagasaki-bomben af 21kt var en plutonium fission bombe. Meget større eksplosiv effekt kan opnås ved anvendelse af en beriget uran fission eksplosion som en udløser til at medføre, at nuklear fusion i en blanding af lithium og deuterium (tung brint). Dette er termonuklear fusion, brint-eller H-bombe. Ikke-berigede uran er ofte sat omkring fusion bomben til at absorbere udsendes neutroner og forårsage yderligere fissions og dermed øge eksplosiv kraft. Dette er den standard-fission-fusion-fission bombe, hvis eksplosive magt er sædvanligvis målt i megatons (angivet Mt), med 1Mt lige til at 1000kt. Den største atmosfæriske nuklear eksplosion var en af Sovjetunionen i 1961, af om 60Mt udbytte.

En typisk store og mellemstore nukleart sprængstof i "strategisk" arsenaler af Usa eller Sovjetunionen, der bruges til at være omkring 1Mt, og mange våben af denne størrelse er indsat i dag i nyttelast af ballistiske missiler. Tendensen i Usa i det forgangne årti eller deromkring, og i Sovjetunionen i et par år, har været at skifte fra en enkelt stor sprænghoved til flere mindre sprænghoveder i nyttelast af strategiske ballistiske missiler. For eksempel, en enkelt 1Mt bombe kan erstattes af ti 50kt bomber, hver uafhængigt targetable. I dette tilfælde denne ændring reducerer den samlede eksplosive magt ved den ene halvdel, mens det samlede areal, der potentielt kan blive ødelagt, er steget med en tredjedel.

Det overvældende flertal af nukleart sprængstof magt bosat i arsenaler af de to nukleare supermagter, Usa og Sovjetunionen. I 1960 denne eksplosive power udgjorde måske 60,000 Mt. Men på grund af den tendens, der er konstateret ovenfor, udgøre arsenaler i alt cirka 11.000 Mt: omkring 3.500 Mt for Usa og 7.500 Mt for Sovjetunionen.[46] Mens tendens til større mængder af mindre sprænghoveder øger det potentielle område ødelagt af nukleare våben, reduktion i det samlede megatonnage reducerer den potentielle globale effekter. Dette er især tilfældet, eftersom skyerne fra nukleare eksplosioner af 1Mt eller mindre er usandsynligt at stige højt op i stratosfæren, at reducere nedbrydningen nedfald og effekter på ozon.

Hvad brøkdelen af de 11.000 Mt ville være eksploderet i en stor atomkrig? Det er svært at vurdere, men næsten helt sikkert meget, der vil ikke være eksploderet. Både Usa og Sovjetunionen sted en høj prioritet på at målrette deres modstanders militære styrker, nukleare styrker i særdeleshed. En betragtelig del af atomarsenaler er tilbøjelige til at blive ødelagt, før brug (angreb på nukleare ubåde, flyvepladser, missil siloer), kan være utilgængelige for brug (ubåde i havnen, missiler afskåret fra kommunikation) eller undlader at udføre korrekt.[47] En skøn er, at under en femtedel til en tredjedel af supermagt arsenaler, vil blive brugt, afhængigt af, om krigen opstår pludseligt eller opbygger gradvist.[48]

Hvis disse estimer er korrekte, så om 2000Mt at 4000Mt af nukleare våben kan være eksploderede i en stor atomkrig. De samlede kunne være meget mindre i en "begrænset" atomkrig. Tallet 4000Mt er anvendt i denne artikel at gøre illustrative beregninger. Det er antaget, at halvdelen af det samlede beløb er på grund af fission og halvdelen til fusion.

Overkill

‘Overkill: evnen til at udrydde en befolkning, mere end én gang. “Både USA og Sovjetunionen nu i besiddelse af nukleare lagre store nok til at udrydde menneskeheden tre eller fire – nogle siger, at ti gange over” (Philip Noel-Baker, vinder af Nobels fredspris, 1971) .’[\[49\]](#)

Mange mennesker tror, at kapaciteten af nukleare våben for “overkill” betyder, at alle eller de fleste af de mennesker på jorden, ville dø i en stor atomkrig. På trods af udbredelsen af denne idé, der er lidt videnskabelig dokumentation til støtte for den.

Mange beregninger af ‘overkill’ synes at være skabt ved hjælp af de nukleare angreb på Hiroshima og Nagasaki som en baseline. Estimerer over antallet af dræbte i Hiroshima fra en 13kt bombe spænder fra 63,000 til over 200.000. Vedtagelse af en figur 130.000 til illustrative formål, giver ti mennesker dræbt for hvert ton nukleart sprængstof. Ved lineær ekstrapolation, eksplosion af en tredjedel af en million gange så meget eksplosiv kraft, 4000Mt, ville dræbe en tredjedel af en million gange så mange mennesker, nemlig på 40.000 millioner, eller næsten ti gange den nuværende befolkning i verden.

Men denne faktor ti, er misvisende, da lineær ekstrapolation gælder ikke. Antag, at bomben kastet over Hiroshima var blevet 1000 gange så kraftig, 13Mt. Det kunne ikke have dræbt 1000 gange så mange mennesker, men på de fleste af hele befolkningen i Hiroshima måske 250,000. Re-doing ‘overkill’ beregning ved hjælp af disse tal giver ikke et tal på ti, men kun 0.02. Dette eksempel viser, at rå lineær ekstrapolation af denne slags, er det usandsynligt, at give alle relevante oplysninger om virkningerne af en atomkrig.

‘Overkill’ kan være meningsfuld, hvis den anvendes til specifikke mål, som vil blive angrebet af flere nukleare våben. [\[50\]](#), Men anvendes til hele verdens befolkning begrebet “overkill” er vildledende. Med samme logik kan det siges, at der er nok vand i verdenshavene til at drukne alle ti gange.

Det er blevet fremført,[\[51\]](#), at hvis megatonnage i nukleare arsenaler blev øget med ti eller 100 gange og brugt i krig, nedfald ville være tilstrækkeligt til at true livet af de fleste mennesker på jorden. Da samlede megatonnage har været faldende i de seneste år, denne særlige mulighed er stadig hypotetisk, i det mindste i øjeblikket.

forfatteren ønsker at takke følgende for værdifulde kommentarer til denne artikel: Desmond Bold, Ian Bassett, Paul Crutzen, Mark Diesendorf, John Hampson, Barrie Pittock og andre, der foretrækker at forblive anonym.

Note

1 Fn Nukleare Våben: Rapport af Generalsekretæren, Efterår Tryk på, Brookline, Massachusetts, 1981; Stockholm International Peace Research Institute, Verden Våben og Nedrustning: SIPRI Yearbook 1982, Taylor and Francis, London, 1982; In-

ternational Institute for Strategic Studies, The Military Balance 1981-1982, London, 1981.

2 Forenede Nationer (se fodnote 1), s.63. Estimerer for Hiroshima alene spænder fra 63,000 til 240 000 eller mere: Robert Jay Lifton, Døden i Livet: de Overlevende fra Hiroshima, Weidenfeld and Nicolson, London, 1968, s.20.

3 Samuel Glasstone og Philip J. Dolan (redaktører), Virkningerne af Nukleare Våben, United States Department of Defense og Energi, Forskning og Udvikling, Administration, Washington, D.C., 1977. Yderligere information her om de direkte effekter af nukleare våben er taget fra denne grundlæggende reference.

4 Office of Technology Assessment, Kongres for de Forenede Stater, Følgerne af en atomkrig, Croom Helm, London, 1980; Alain C. Enthoven, 'AMERIKANSKE Styrker i Europa: Hvor Mange? Gør Hvad?', udenrigsanliggender, Vol. 53, No. 3, April 1975, s.525.

5 Ambio rådgivere, 'Reference Scenarie: Hvordan en atomkrig Kan Bekæmpes', Ambio, Vol. 11, Nr. 2-3, 1982, s. 94-99.

6 I ethvert militært realistisk scenario mange våben vil blive brugt på militære mål, mange våben vil blive ødelagt i angreb, og fuld tabstal vil ikke resultere i hver theatre of war samme tid. (Jeg takker Desmond Bolden for værdifuld rådgivning på dette punkt.)

7 Se flere af artiklerne i Ambio, Vol. 11, Nr. 2-3, 1982, og Arthur M. Katz, Livet Efter en atomkrig: de Økonomiske og Sociale Konsekvenser af Nukleare Angreb på Usa, Ballinger, Cambridge, Massachusetts, 1982.

8 Nevil Shute, På Stranden, Heinemann, Melbourne, 1959.

9 Om globale nedfald se især Lang Sigt i hele Verden Effekter af Flere Nukleare Våben Detonationer, National Academy of Sciences i Washington, D.C., 1975; Glasstone og Dolan; [fodnote 1](#); Joseph Rotblat for Stockholm International Peace Research Institute, Nuklear Stråling i Krigsførelse, Taylor and Francis, London, 1981.

10 Kulstof-14 er ikke en fission produkt, men dannes, når neutroner fra den nukleare eksplosion er fanget af kvælstof i atmosfæren.

11 Kendall R. Peterson, 'En Empirisk Model til Estimering af World-wide-Deposition fra atmosfæren Atomare Sprængninger', Sundhed, Fysik, Vol. 18, 1970, s. 357-378.

12 brug af tid på 24 timer til at skelne mellem den tidlige og forsinket nedfald er vilkårlig og har ingen speciel fysisk betydning.

13 En sievert er defineret som en joule energi, ioniserende stråling absorberet per kilogram af væv. En sievert svarer til 100 rem.

14 Effekter på Populationer af Eksponering for Lave Niveauer af Ioniserende Stråling: 1980 [Beir III], National Academy Press, Washington, D.C., 1980.

15 'Anbefalinger af International Commission on Radiological Protection', Graden af ICRP, Vol. 1, No. 3 (ICRP Publikation 26), 1977.

16 Harald H. Rossi, s. 254-260 og Edward P. Radford, s. 227-253, i Beir III, (se fodnote 14).

17 Eliot Marshall, 'Nye A-bombe Undersøgelser Ændre Stråling Skøn', Videnskab, Vol. 212 af 22. Maj 1981, s. 900-903.

18 William J. Schull, Masanori Otake og James V. Neel, "Genetiske Effekter af atombomber: en Revurdering,' Videnskab, Vol. 213, 11 September 1981, s. 1220-1227.

19 Se for eksempel Walter C. Patterson Atomkraft, Penguin, Harmondsworth, 1976.

20 Steven A. Lænke og Kosta Tsipis, 'Katastrofale Udslip af Radioaktivitet,' Scientific American, Vol. 244, No. 4, April 1981, s. 33-39; Bennett Ramberg, Destruktion af atomkraftværker i Krig: Problemet og dets Konsekvenser, Lexington Books, Lexington, Massachusetts, 1980; Conrad V. Chester og Rowena O. Chester, 'Civil Defense Konsekvenser af den AMERIKANSKE Nukleare område, og Under en Stor atomkrig i År 2000', Nuklear Teknologi, Vol. 31, December 1976, pp.326-338.

21 W. J. Bair, og R. C. Thompson, "Plutonium: Biomedicinsk Forskning", Videnskab, Vol. 183, 22 februar 1974.

22 E. P. Hardy, P. W. Krey, og H. L. Volchok, 'Global Opgørelse og Fordeling af Nedfald af Plutonium', Natur Vol. 241, 16 februar 1973, s. 444-445. Om den produktion af plutonium i nukleare eksplosioner se Rotblat, (se [fodnote 9](#)), s. 77-78.

23 John W. Gofman, Stråling og Menneskers Sundhed, Sierra Club Bøger, San Francisco, 1981, s. 495-520.

24 Paul J. Crutzen, 'Indflydelse af Kvælstofoxider på den Atmosfæriske Ozon Indhold', Quarterly Journal fra Royal Meteorological Society, Vol. 96, 1970, s. 320-325

25 kvælstofoxider er nitrogenoxid eller NO , og nitrogendioxid eller NO_2 . De to reaktioner i den katalytiske cyklus for ødelæggelse af ozon O_3 eller er $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ og $\text{NO}_2 + \text{O} \rightarrow \text{INGEN} + \text{O}_2$. Nettoeffekten er, $\text{O}_3 + \text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}_2$, med INGEN tilbage til at reagere i en anden cyklus.

26 A. J. Grobecker, S. C. Coroniti og R. H. Kanon, Jr., Rapport af Resultaterne: Virkningerne af den Stratosfæriske Forurening fra Fly, US Department of Transportation, Washington, D.C., 1974.

27 Se for eksempel Halocarboner: Miljømæssige Effekter af Chlorofluoromethanes Udgivelse, National Academy of Sciences i Washington, D.C., 1976.

28 H. M. Foley og M. A. Ruderman, 'Stratosfæriske INGEN Produktion fra Tidligere Nukleare Eksplosioner', *Journal of Geophysical Research*, Vol. 78, 1973, s. 4441-4450; P. Guldsmid, A. F. Tuck, J. S. Fod, E. L. Simmons og R. L. Newson, 'Nitrogenoxider, Nukleare Våben Test, Concorde og Stratosfærisk Ozon', *Natur* Vol. 244, 31. August 1973, s. 545-551; Harold S. Johnston, Gary Whitten og John Birks, 'Effekten af Nukleare Eksplosioner på den Stratosfæriske Nitrogenoxid og Ozon', *Journal of Geophysical Research*, Vol. 78, 1973, 6107-6135.

29 John Hampson, 'Fotokemisk Krig på Atmosfæren', *Natur* Vol. 250, 19 juli 1974, s. 189-191.

30 National Academy of Sciences, [note 9](#); R. C. Whitten, W. J. Borucki og R. P. Turco, 'Muligt Ozon Depletions følgende Nukleare Eksplosioner', *Natur* Vol. 257, 4 September 1975, s. 38-39.

31 Paul J. Crutzen og John W. Birks, 'Atmosfære efter en atomkrig: Twilight ved Middagstid', *Ambio*, Vol. 11, Nr. 2-3, 1982, s. 114-125 (se [Scenario 1](#), s. 121). Den *Ambio* reference-scenariet (se [fodnote 5](#)) indeholder færre high yield eksplosioner end sandsynligvis i et virkeligt store atomkrig, så den faktiske effekt på ozon ville være større end ubetydelig effekt, der er fundet af Crutzen og Birks.

32 National Academy of Sciences, (se [fodnote 9](#)); Evans E. Koslow, "En Aposematic Erklæring om Nuklear Krig: Ultraviolet Stråling i Postattack Miljø", *BioScience*, Vol. 27, No. 6, juni 1977, s. 409-413.

33 Jonathan Schell, *Skæbne på Jorden*, Alfred A. Knopf, New York, 1982, især s.93.

34 Hampson, [note 29](#) og mange personlige kommunikation. For kopier af nogle af Hampson ikke-offentliggjorte analyser, skriv til forfatteren: Brian Martin, Institut for matematiske fag, det naturvidenskabelige Fakultet, Australian National University, P. O. Box 4, Canberra HANDLE 2600. [fra 1986: STS, University of Wollongong, NSW 2522, Australien].

35 K. Ya. Kondrat'yev og G. A. Nikol'skiy, 'Solens Aktivitet og Klimaet', *Doklady Akad. Nauk SSSR*, Vol. 243, 1978, s. 18-21.

36 Internationale Institut for Strategiske Studier (se [fodnote 1](#)), s.11.

37 Theodore Caplow og Reece J. McGee, *Akademiske Markedsplads*, Basic Books, New York, 1958, især s. 128.

38 National Academy of Sciences, (se [fodnote 9](#)).

39 National Academy of Sciences, (se [fodnote 9](#)), s.7.

40 Crutzen og Birks, (se [fodnote 31](#)).

41 R. S. Pogrund, *Ernæring i Postattack Miljø*, Rand Corporation, Santa Monica, December 1966; Peter Laurie, *Under Byens Gader*, Granada, London, 1979, s. 158-164.

42 Beregnes som følger: 0.02 sievert per person multipliceret med en tredjedel (sydlige halvkugle har lavere eksponering) gange 0.01 dødsfald pr sievert (ICRP figur: se [fodnote 15](#)) gange 15,000,000 mennesker (population af Australien) er lig med 1000 dødsfald. Yderligere dødsfald, der ville følge af genetiske defekter, men en tredje faktor, der bør være mindre på grund af den mindre brøkdelen af high-yield våben i det nuværende nukleare arsenaler. Det endelige tal er meget usikre, og kan nemt være forkert med en faktor ti.

43 Desmond Bold, 'Mål Australien? 1: at Indkredse den AMERIKANSKE Installationer', Pacific Forsvar Reporter, Vol. 8, No. 3, September 1981, pp. 25-33; D. W. Posener, 'Mål Australien? 3: Planlægning til Radiologisk Forsvar', ibid., s. 42-52; Desmond Bolden, "Begrænsning af Skader fra Nukleare Angreb", Desmond Bolden og J. O. Langtry (redaktører), civilforsvar og Australien Sikkerhed, Australian National University, Canberra, 1982.

44 Brian Martin, "Hvordan Fred Bevægelse Bør være Forberede for atomkrig", Bulletin of Fred Forslag, Vol. 13, No. 2, 1982, s. 149-159.

45 Forenede Nationer (se [fodnote 1](#)); Arthur H. Westing for Stockholm International Peace Research Institute, masseødelæggelsesvåben og Miljø, Taylor and Francis, London, 1977, s.2. Se Westing 's note (s. 24-26) på forskellen mellem kiloton og kilotons.

46 Desmond Bolden, "Fremtiden for den Strategiske Balance", i Lawrence S. Hagen (redaktør), Krisen i vesten, Croom Helm London, 1982, s. 121-143. Se også henvisningerne i [fodnote 1](#).

47 På nogle af de mangler, der af strategiske våben-systemer, se Andrew Cockburn og Alexander Cockburn, 'Myten om Missil Nøjagtighed', New York Review of Books, Vol. 27, 20 November 1980, s. 40-44.

48 'Effektiviteten af Sovjetiske Civile Forsvar i at Begrænse Skader på Befolkningen, Usa våbenkontrol og Nedrustning Agenturets Rapport Nummer 1, 16 November 1977, s.18.

49 John Cox, Overkill, Penguin, Harmondsworth, 1977, s.10.

50 Herbert York, Race til Glemsel: en Deltagers Opfattelse af våbenkapløb, Simon og Schuster, New York, 1970, s.42.

51 Rotblat, (se [fodnote 9](#)), s. 113; Bernard T. Feld, 'Følgerne af en Nuklear Krig', Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 32, No. 6, juni 1976, s. 10-13.

This entry was posted in Uncategorized on July 30, 2018 [<https://www.zoobio.se/teaching/2018/07/30/den-globale-sundhedsmæssige-virkninger-af-atomkrig/>] .