

Radioaktiv forurensning fra kjernevåpen

Av Tor Sandnes

Tor Sandnes er ansatt som forsker ved Forsvarets Forskningsinstitutt.

*Innlegg på møte i Norsk Vannforening
1. oktober 1986.*

Radioaktiv stråling

Erfaringsmessig skiller kjernevåpen seg fra konvensjonelle våpen ved sitt skadepotensiale. Virkningene av kjernevåpen er mange ganger større enn tilsvarende virkninger av konvensjonelle våpen. Det som allikevel gjør kjernevåpen til et enestående våpenkonsept er den karakteristiske kjernestråling som er helt ukjent for konvensjonelle våpen. Kjernevåpen er et resultat av nedbryting og oppbygging av atomenes kjerner, og slike forandringer ledsages alltid av radioaktiv stråling. Det er mulig å lage våpenkonsepter med forskjellig grad av kjernestråling, men det lar seg ikke gjøre å eliminere denne fullstendig.

Kjernestrålingen fra en kjerneeksplosjon forandrer seg ettersom tiden går. Derfor skiller vi mellom den første strålingen, *initialstrålingen*, — og *sekundærstrålingen*. Initialstrålingen er den radioaktive strålingen som frigjøres det første minuttet etter at eksplosjonen har funnet sted. Sekundærstrålingen er den radioaktive strålingen som kommer senere.

Initialstråling

Kjernereaksjonene som fremskaffer en kjerneeksplosjon, vil gi kraftig stråling av elektroner, heliumkjerner, nøytroner og fotoner. Stråling av elektroner og helium-

kjerner kalles henholdsvis β - og α -stråling. Begge typer stråling absorberes etter å ha beveget seg maksimalt en meter i luft. β - og α -stråling er derfor uten betydning i skadebildet fra den første strålingen.

Skader på mennesker og utstyr fra initialstrålingen kommer fra nøytron- og gammastråling. Begge strålingstyper har stor gjennomtrengningsevne i luft. Nøytroner vil allikevel for en stor del absorberes i lufta — en prosess som viser seg å gi ytterligere gammastråling. Gammastråler stoppes lettest ved materialer bestående av tunge grunnstoffer, mens situasjonen er den motsatte for nøytroner. I beskyttelsessammenheng er det derfor avgjørende å vite hvilken av strålingstypene som dominerer. Dette er avhengig av hvilket våpenkonsept som er brukt, omgivelsene, høyde for detonasjonen, og avstand fra eksplosjonssentrum der skadene vurderes.

Det finnes en mengde forskjellige våpenkonsepter bygd nettopp for å fremskaffe en eller flere av virkningene fra kjernevåpen. Som et kjent eksempel kan vi nevne nøytronbomben. Omkring kjernevåpen har man vanligvis skall bestående av en blanding av tunge og lette materialer. Resultatet er at nøytroner som skapes i kjerneprosessen i det indre av bombematerialet reflekteres og reduserer nøytronstrålingen. Med nøytronvåpen søker man å gi dette ytre skallet en sammensetning som gjør det lett gjennomtrengelig for nøytroner. Nøytronstrå-

lingen kan dermed økes en faktor 10 mer enn det som er vanlig for kjernevåpen. På denne måten har man skapt et våpen som først og fremst er et strålevåpen, et strålingsvåpen i den betydning at strålingen har større rekkevidde enn de konvensjonelle skadene fra trykk- og varmebølgen.

Øker man styrken på et kjernevåpen vil skadeområdene for trykk- og varmebølgen dominere skadeområdene for radioaktiv stråling. Strålevåpen med styrke over ca. 10 kt er derfor mindre aktuelle. Det betyr at initialstråling og skader fra denne strålingen på mennesker er av underordnet betydning for store kjernevåpen.

Sekundærstråling

Sekundærstrålingen er den radioaktive strålingen som frigjøres etter det første minuttet. Denne strålingen viser seg å komme fra radioaktivt nedfall og det vi kaller induert aktivitet.

Enhver eksplosjon, konvensjonell eller ikke, vil gi nedfall i form av våpenrester som faller til bakken. For kjernevåpen detonert over bakken i lav høyde vil i tillegg store mengder støv og jordpartikler falle ned med våpenrestene. Dette skyldes de store trykkforandringene som skapes mellom bakken og eksplosjonssentrum. Den enorme temperaturutviklingen omkring eksplosjonssentrum skaper et overtrykk i eksplosjonsområdet. Naturen vil prøve å kompensere denne forandringen ved å tilføre store mengder luft. Resultatet er en støvsugereffekt der store mengder støv og jordpartikler suges opp i eksplosjonssentrum. Radioaktive stoffer vil klebe seg til støv og jordpartiklene, og følge med disse når de faller ned. En del av det materialet som faller ned på bakken er derfor radioaktivt, og dette materialet kalles radioaktivt nedfall. De tyngste partiklene faller først

ned og kalles med et samlebegrep *nærnedfallet*. Nærnedfallet kommer innen det første døgnet etter at bomben har detonert. Da radioaktiv stråling har størst intensitet i startfasen, vil nærnedfallet representere den største trusselen. Lette partikler kan p.g.a. de sterkt oppadgående vindene som eksplosjonen skaper føres helt opp i stratosfæren. Her vil de fordele seg mer eller mindre homogent i et belte rundt jorden med en utstrekning som dekker hele den halvkulen der eksplosjonen har funnet sted. Disse lette partiklene vil først falle ned etter flere uker og opp til mange år. De føres ned med nedbørmengder, og områder med stor nedbør vil derfor være mer utsatt enn andre områder. Nedfall fra disse lette partiklene kalles *fjernnedfall*.

Avhengig av våpenstyrke og detonasjonshøyde vil det radioaktive nedfallet forgifte store områder. Radioaktivt nedfall fra kjernevåpen med en tiendedel styrke av Hiroshima-bomben vil kunne gi radioaktivt nedfall som kan måles over hele kloden. Området der denne strålingen gir skadevirkning er begrenset til noen titalls kvadratkilometer. For våpen i MT-klassen vil området være av størrelsesorden noen tusen kvadratkilometer. Det betyr at MT-våpen brukt over Oslo vil gi betydelige mengder radioaktivt nedfall over store deler av Østlandet. Ved næringsopptak kommer radioaktive stoffer inn i dyr og mennesker, og kan der gi skader som først oppdages mange år senere som sekundærvirkninger.

Ved siden av det radioaktive nedfallet består sekundærstrålingen av *indusert aktivitet*. Det siktes her til nøytronenes evne til å gjøre forskjellige typer materialer radioaktive. Mer konkret vil et nøytron som trenger inn i et materiale kunne reagere med en atomkjerne i dette materialet. Resultatet er en kjernereaksjon med radioaktiv stråling som biprodukt. Ved denne

prosessen vil nøytronstråling fra initialstrålingen kunne gi betydelig radioaktivitet i materialer som ligger på bakken.

Halveringstid og beskyttelsestiltak

Den radioaktive strålingen avtar med tiden. Den tiden det tar å redusere den radioaktive strålingen til det halve kalles halveringstiden. Stoffer med kort halveringstid vil ha liten betydning i fjernnedfallet siden radioaktiviteten da er betydelig redusert. Beskyttelsestiltak mot stråling fra stoffer med kort halveringstid har derfor begrenset varighet, mens tiltak mot stoffer med lange halveringstider vil kunne løpe over flere år.

Ved en kjerneeksplosjon dannes det mange radioaktive stoffer, men det er tre av disse vi skal kommentere nærmere siden de dominerer trusselbildet.

Jod-131 er en β - og gammastråler med en halveringstid på 8 dager. Den forekommer i melk og grønnsaker, og tas spesielt opp i skjoldbruskkjertelen. Spedbarn viser seg å være særlig følsomme for radioaktiv stråling fra jod. Siden jod har en halveringstid på 8 dager er den først og fremst en trussel i nærnedfallet, og vil i løpet av få uker ha nådd et akseptabelt lavt nivå.

Strontium-90 er en β -stråler med halveringstid på 30 år. Den finnes i planter og melk og tas opp i knoklene der den biologiske halveringstiden er på 50 år.

Cesium-137 er en β - og gammastråler med halveringstid på 30 år. Den finnes i melk, kjøtt og planter. Den tas opp i hele kroppen, og har en biologisk halveringstid på 50—200 dager, avhengig av hvor i kroppen radioaktiviteten sitter. Man skal merke seg at en absorbert dose av Strontium regnes for fem ganger farligere enn den tilsvarende dosen av Cesium, noe som har å gjøre med den lange biologiske halveringstiden for Strontium på 50 år.

Oppsummering

Ved en kjerneeksplosjon er det nødvendig å søke fysisk vern mot radioaktiv stråling umiddelbart. Deretter må det rettes tiltak for å redusere inntaket av radioaktive stoffer og holde dette på et lavest mulig nivå. Skulle inntaket av Jod bli faretruende stort må rensing iverksettes når det er mulig. Forøvrig vil den korte halveringstiden for Jod gjøre at strålingen reduseres til et akseptabelt nivå i løpet av uker. De lange halveringstidene for Strontium og Cesium gjør det nødvendig med langsiktige tiltak for å hindre at mennesker får disse stoffene i seg. På dette området, og kanskje spesielt i kjølvannet av Tsjernobyl-ulykken, er det for tiden betydelig forskning i metoder til å rense organismer og naturen forøvrig for radioaktiv forurensning.