



## Radioaktivt nedfall over Norge etter Windscale-ulykken

Det første kjente utslippet av radioaktivitet til miljøet fant sted som følge av en brann i Windscale-anlegget ved Cumbria i Storbritannia 10. og 11. oktober 1957. Den radioaktive skyen beveget seg sørøst for England, før den drev nordover den 14. oktober som et resultat av værfrontene i fastlands-Europa. Overvåking av radioaktivt nedfall i Norge ble på den tiden utført av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) ved hjelp av et nettverk med luft- og nedbørovervåkingsstasjoner. Det nå er 50 år siden ulykken, og i den forbindelse har foretatt en ny analyse av data fra den aktuelle tidsperioden. Resultatene indikerer at radioaktivitet fra Windscale først ble oppdaget ved Bergen og Sola på sørvestkysten av Norge og litt senere ved Værnes, med betydelige mengder radioaktivitet deponert på disse stedene i løpet av andre og tredje uke i den aktuelle måneden.



*Windscale-anlegget (foto: British Nuclear Group).*

### Windscale-ulykken: Oktober 1957

I oktober 1957 førte en brann i grafittmoderatoren til en av de luftkjølte plutoniumproduserende reaktorene ved Windscale (nå Sellafield) i Storbritannia til det første utslippet av radioaktivt materiale til miljøet som ble offentliggjort i stor skala. Brannen oppsto under arbeidet med å frigjøre oppsamlet energi i grafittstrukturen til reaktorkjernen. Det ble gjort bruk av en kontrollert oppvarmings- eller tempereringsprosess for å frigjøre den oppsamlete energien, noe som resulterte i skade på noen av reaktorbrenselementene, med påfølgende antenning av

det metalliske uranbrenselet og grafitten. Måleinstrumenter i pipen på anlegget registrerte forhøyet radioaktivitet tidlig den 10. oktober, mens luftprøvetakere plassert 1 km unna ga de første indikasjonene på radioaktivitet utenfor anlegget. Prøvetaking nærmere reaktorbygningen bekreftet at det fant sted utslipp av radioaktive stoffer. En inspeksjon av reaktorkjernen indikerte at brenselementene i ~ 150 kanaler sto i brann. Etter at man i flere timer hadde prøvd å slokke brannen på forskjellige måter, ble reaktorkjernen til slutt, om morgenen den 11. oktober, oversvømt med vann, hvorpå flammen sloknet. Ulykken ved Windscale-anlegget resulterte i utslipp av

omfattende mengder radioaktivt materiale (hovedsaklig isotoper av flyktige stoffer og edelgasser) til atmosfæren gjennom den 125 meter høye pipen. Hoveddelen av utslippet skjedde mellom kl. 12.00 den 10. oktober 1957 og 12.00 den 11. oktober, med sannsynlige topper i utslippsraten rundt midnatt den 10. og kl. 09.00 den 11.

### Spredning av radioaktivitet

Utslipet av radioaktivitet fra Windscale-anlegget fant sted i løpet av en periode med varierende meteorologiske forhold, noe som førte til at den radioaktive skyen ble relativt godt spredt. Den radioaktive skyens passeringsbane ble sporet gjennom analyser av luftbårent støv på industrielle luftfiltre både i England og på det europeiske kontinentet, noe som viste at den generelt beveget seg sørøstover. Radioaktivitet forårsaket av skyen ble påvist i Mol i Belgia kl. 19.00 GMT den 11. oktober og ved Frankfurt i Tyskland dagen etter; skyen strakk seg over Nederland den 13. oktober. 14. eller 15. oktober hadde skyen begynt å bevege seg nordover på grunn av en værfront som kom inn over Europa og brakte vinder fra sørøst, slik at skyen ble brakt over Skandinavia den 15. oktober.

### Overvåking av nedfall i Norge i 1957

Mellom 1956 og 1984 var 11–13 overvåkingsstasjoner for radioaktivt nedfall i drift i Norge (se fig. 2), som en del av et program som ble startet i 1954. Disse stasjonene var underlagt og styrt av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) fram til 1982, da de ble overtatt av Institutt for energiteknikk (IFE). Luftbåren radioaktivitet ble overvåket ved hjelp av luftfiltrering. 400 m<sup>3</sup> luft ble filtrert gjennom 12 cm tykke cellulosefilterpapir i en høyde på 2 meter over bakken i løpet av 24 timer. Filtrene ble skiftet daglig, og målt for radioaktivitet. Samtidig som filtrene ble samlet inn, ble grunnleggende meteorologiske data registrert, og det ble også utført overvåking av radioaktivitet i nedbør.



Figur 2. Norske overvåkingsstasjoner for radioaktivitet, driftet av FFI i 1957.

### Kilder til radioaktivt nedfall over Norge: 1952-1960

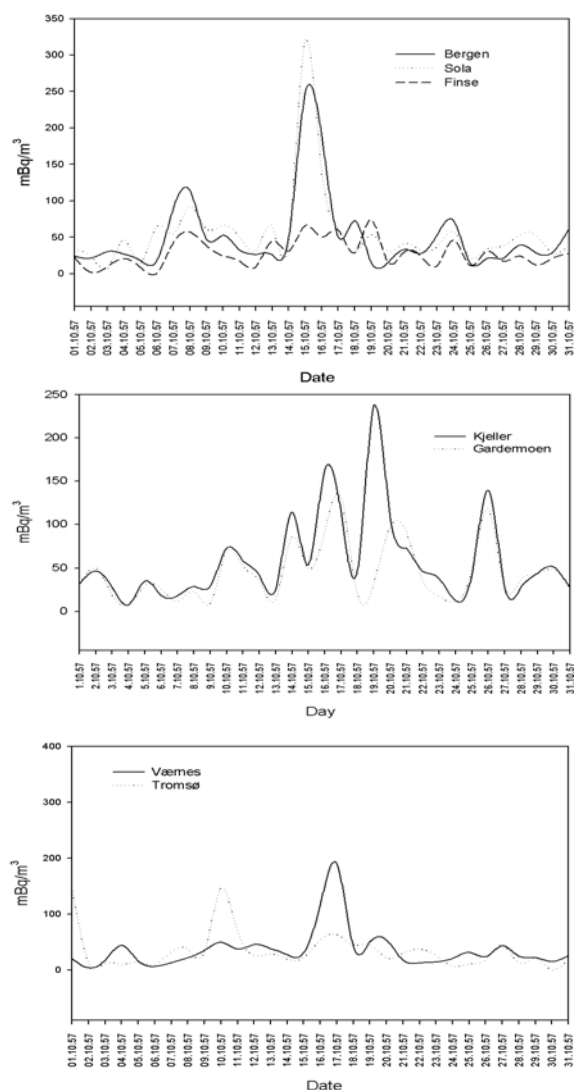
Windscale-ulykken inntraff mot slutten av en periode med testing av atomvåpen som startet med sprengingen av "Mike", en 10,4 megatonn (Mt) overflateinnretning som ble sprengt på Eniwitok-atollen i Stillehavet, 31. oktober 1952. Sprengningen utgjorde den aller første gjennomtrengningen av stratosfæren grunnet en kjernevåpendetonasjon. Denne fasen av våpentesting fortsatte frem til et midlertidig opphør av atmosfærisk testing i 1958 og var karakterisert av sprengninger av moderat omfang hvor det meste av nedfallet var begrenset til den lavere delen av stratosfæren. På grunn av bl.a. lokalisering og nedbørsmønstre fikk Norge en betydelig mengde radioaktivt nedfall i løpet av 1950- og 60 årene. De testene som hadde størst innvirkning på Norge var de som ble utført av Sovjetunionen på Novaja Semlja i Nordvest-Russland. 88 atmosfæriske tester, 2 på vannoverflaten og 3 underjordiske ble gjennomført på Novaja Semlja, inkludert verdens største atomsprengning på 58 Mt. Fra slutten av september i 1957 til 10. oktober samme år, ble en rekke tester gjennomført over hele verden i det arktiske området og i USA.

Dato	Sted	Ytelse kt	Type
24.09.57	Novaja Semlja	1000	Luft
26.09.57	Kara havet	ukjent	Under vann
26.09.57	Kara havet	ukjent	Overflate
28.09.57	Charlston, US	12	Ballong
06.10.57	Novaja Semlja	1000	Luft
07.10.57	Morgan, US	8	Ballong
09.10.57	Maralinga	> 100	Ballong
10.10.57	Arktis	< 20	Under vann

Tabell 1. Prøvesprengninger av atomvåpen utført mellom slutten av september 1957 og tidspunktet for Windscale-ulykken i oktober 1957.

### Ny analyse av dataene fra oktober 1957

I 1950-årene var rapporter fra overvåkingsprogrammet hemmeligholdt, ettersom resultatene var viktige i etterretningsøyemed i forbindelse med utprøvingen av atomvåpen. En rekke av rapportene ble frigitt i 1960-årene, og hemmeligholdelsen av de resterende rapportene (omtrent 10 % av totalt rundt 250) ble opphevet i 1996. De senere år har data ble hentet fra relevante FFI-rapporter fra perioden, og noen arkiverte luftfiltre (brukt i Finse, Sola og Værnes) fra oktober 1957 har blitt analysert på nytt av Strålevernet for å fastslå mengden radioisotoper fra den aktuelle perioden. Meteorologiske trajektorieberegninger ble utført for ulykkesuken for å finne de mest sannsynlige rutene radioaktiviteten kan ha fulgt til Norge i tiden rett etter ulykken.



Figur 3. Daglige nivåer av betaaktivitet i luft ved et antall norske overvåkingsstasjoner i løpet av oktober 1957.

### Den radioaktive skyens passering over Norge

De første indikasjonene på at radioaktivitet som slapp ut under Windscale-ulykken hadde nådd Norge, kom i form av høye nivåer av betaaktivitet i luftfiltrene ved stasjonene i Bergen og Sola 15.–16. oktober, og omtrent en dag senere ved Værnes (fig. 3). Det ble ikke registrert noen opplagt stigning i radioaktiviteten i luftfiltrene ved Finse, øst for Bergen, og de to stasjonene ved Ålesund og Røros var enten ute av funksjon i perioden, eller så var dataene ikke tilgjengelig. Av de fire nordlige stasjonene er det kun Tromsø og Vadsø som har data fra den relevante perioden. Ingen av

stasjonene viste en økning i aktiviteten i den aktuelle perioden (13. – 18. oktober), men begge viste en markant økning i aktiviteten mellom den 10. og den 11. i denne måneden. Nedbørsanalyser indikerer at ingen av disse økningene skyldtes Windscale, men at de sannsynligvis oppsto som følge av prøvene som ble gjennomført på russisk arktisk territorium den 6. og 10. oktober (tabell 1).

### Nedfall i Norge etter Windscale-ulykken

Det deponerte nedfallet som fulgte Windscale-ulykken viser et avvikende mønster i forhold til registrerte månedlige luftaktiviteter dette året. Mengden radioaktivitet deponert i løpet av oktober 1957 ved Bergen og Sola er sammenlignbar med mengden som ble deponert på disse stedene i perioden oktober-november 1958, og utgjorde den maksimale månedlige deponeringen før 1960 for disse to stedene. Det samme var ikke tilfelle for Værnes (fig. 4). Betaaktivitet deponert i løpet av oktober 1957 utgjør 11,8 % av den totale betaaktiviteten som ble deponert ved Bergen mellom juli 1957 og desember 1959, 8,9 % ved Sola og 5,1 % ved Værnes for samme periode. Det er også verdt å merke seg at for tilsvarende mengder nedbør og lignende betaaktivitet i luften, ble det deponert nesten 4 ganger så mye radioaktivitet per arealenhet ved Bergen enn ved Sola i oktober 1957. Deponeringen ved Værnes var en firedel av den i Bergen for halve nedbørmengden. Denne forskjellen skyldes hovedsaklig forskjeller i nedbørmønsteret på de to stedene.

### Konklusjoner

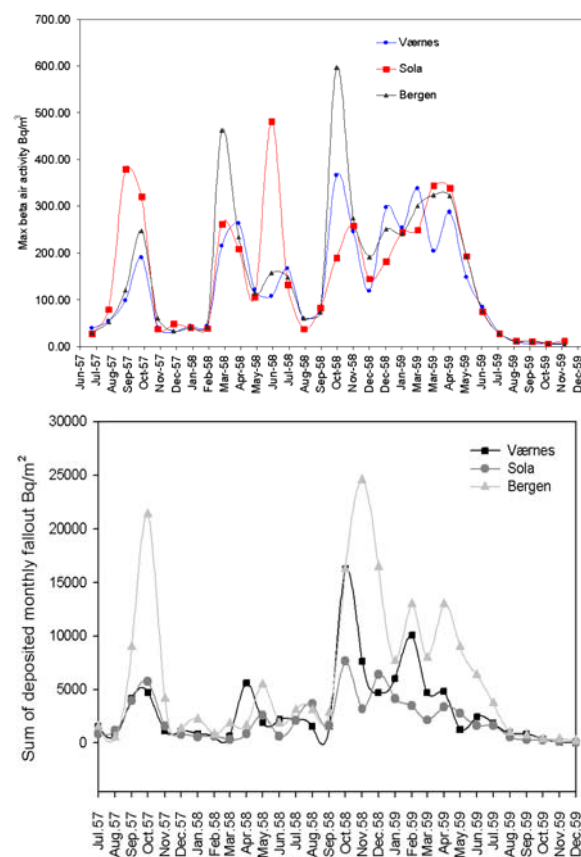
Windscale-ulykken var det første beviset på hvor viktig det er med luftovervåkingsstasjoner for tidlig varsling i tilfelle atomulykker. Både doseratemålere og luftfiltre er viktige i så henseende. Doseratemålerne viser de eksterne eksponeringsnivåene for mennesker, mens luftfiltrene kan analyseres for å finne sammensetningen av radioisotoper i nedfallet. Sammen danner disse et grunnlag for å iverksette passende tiltak ved atomulykker, dersom det blir nødvendig.

Strålingsdosen til mennesker forskjellige steder i Norge som følge av nedfall fra Windscale-ulykken, kan ikke beregnes med sikkerhet på

grunn av manglende data fra perioden. Sett i sammenheng med nedfall fra atomvåpentesting på denne tiden, ser det ut til at eventuelle doser bare utgjorde en brøkdel (<20 %) av det som oppsto som følge av nedfall fra atomvåpentesting.

Date	Sola mBq/m <sup>3</sup>		Finse mBq/m <sup>3</sup>		Værnes mBq/m <sup>3</sup>	
	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs
13-14	1.2	0.44	2.5	0.9		
14-15	1.7	0.60	1.9	0.7	1.9	0.7
15-16	75.1	27.7	5.3	1.9	2.5	0.9
16-17	20.5	7.3	4.7	1.7	8.2	2.9
17-18					1.2	0.4
18-19					1.0	0.3
21-22	1.0	0.35				
22-23	0.85	0.3				

Tabell 2. Aktiviteter med <sup>131</sup>I og <sup>137</sup>Cs i luften ved Sola, Værnes og Finse mellom 13. og 23. oktober 1957. Verdier i kursiv angir «lavere enn»-verdier.



Figur 4. Maksimumsverdier for betaaktivitet i luften mellom sommeren 1957 og slutten av 1959 (øverste graf), samt summen av deponert radioaktivt nedfall for hver måned i løpet av samme periode (nederste graf).