

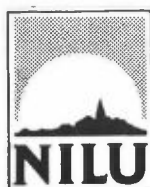
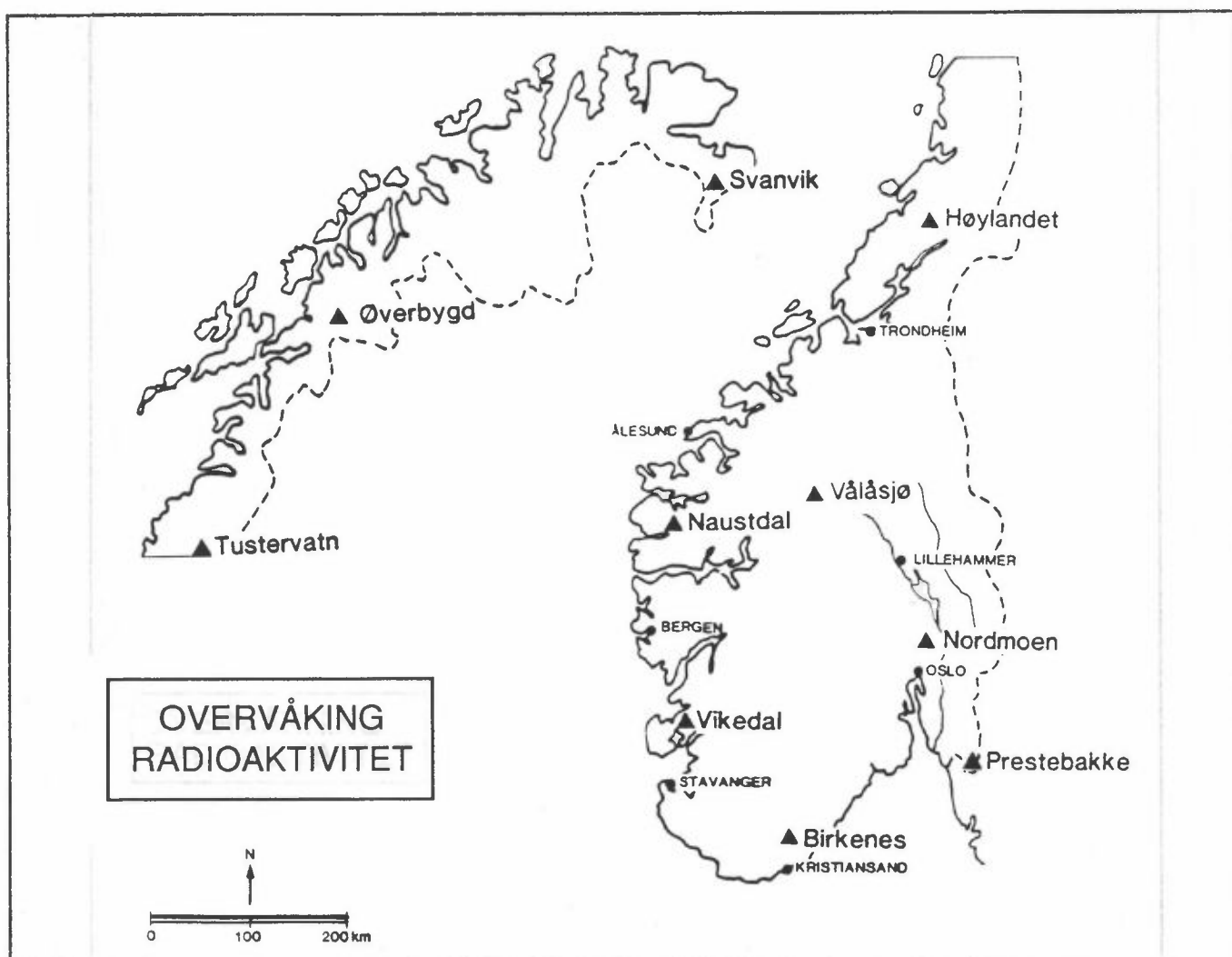


Rapport nr.: 417/90

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon: NILU

## Måling av radioaktivitet i Norge Årsrapport 1989





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder  
skog**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utlipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo 1, tlf. 22 57 34 00.

NILU OR : 69/90  
REFERANSE: O-8645  
DATO : AUGUST 1990  
ISBN : 82-425-0199-8

**MÅLING AV RADIOAKTIVITET I NORGE  
ÅRSRAPPORT 1989**

T.C. Berg

Utført på oppdrag fra SFT

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

## SAMMENDRAG

Et nett på 11 stasjoner for overvåking av radioaktiv stråling i Norge ble etablert fra 1986 til 1988. Stasjonene måler gammastråling med ionekammerinstrumenter, og data lagres på stasjonene i dataloggere. Disse dataloggerne er tilknyttet telenettet og blir ringt opp daglig fra NILU for overføring av måledata. Stasjonene er videre utstyrt med alarmer som utløses ved forhøyet strålingsnivå og som ringer opp avtalte numre for varsling.

Stasjonene er spredt ut over landet for å gi så god dekning som mulig, og har virket meget bra. En har hatt noe problem med lyn-nedslag som har bevirket stopp på stasjonene Tustervatn og Vikedal i perioder.

I atmosfæren finnes radon som kontinuerlig produserer radioaktive spaltingsprodukter, radondøtre. Nedvasking av disse ved kraftig nedbør forårsaker økt stråling med varighet 6-18 timer. Disse "radon-topper" gjør at alarmgrensen må settes på ca. 50 nSv/h over normal bakgrunnsstråling.

På stasjonen Birkenes er det satt i gang et gammaspektrometer med overføring av 8 spektra pr dag pr telelinje. NILUs fly har fått innmontert en natriumjodid-dektor med tilhørende datautstyr og effektivitetskalibrering er påbegynt.

Det har i 1989 ikke vært utløst noen alarmer i systemet. Strålingsnivået er innenfor noen prosent likt nivået for 1988.

**INNHold**

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	3
2 STASJONSOVERSIKT .....	4
3 ALARMSYSTEMER .....	6
4 MÅLERESULTATER .....	8
5 FORSØK MED SPEKTROMETER .....	17
6 FLYOVERVÅKING .....	18

## MÅLING AV RADIOAKTIVITET I NORGE ÅRSRAPPORT 1989

### 1 INNLEDNING

Programmet for overvåking av radioaktivitet startet i november 1986 med utplassering av den første målestasjonen i Prestebakke ved Halden. Programmet inngår i "Statlig program for forurensningsovervåking", som administreres av Statens forurensningstilsyn.

Antall stasjoner har i 1989 konstant vært 11, men på en av stasjonene (Birkenes) er det satt i drift et gammaspektrometer som fjernstyres fra NILU.

NILUs fly har fått innmontert natriumjodid-detektor og datasystem, og effektivitetskalibrering er påbegynt.

Alle stasjonene har vært operative i 1989, men har ikke hatt utslag som ikke kan tilskrives naturlige variasjoner. Ingen alarmer ble utløst i 1989.

De sovjetiske ubåtulykkene 7. april og 26. juni i Norskehavet medførte forhøyet beredskap, men ingen utslag ble registrert.

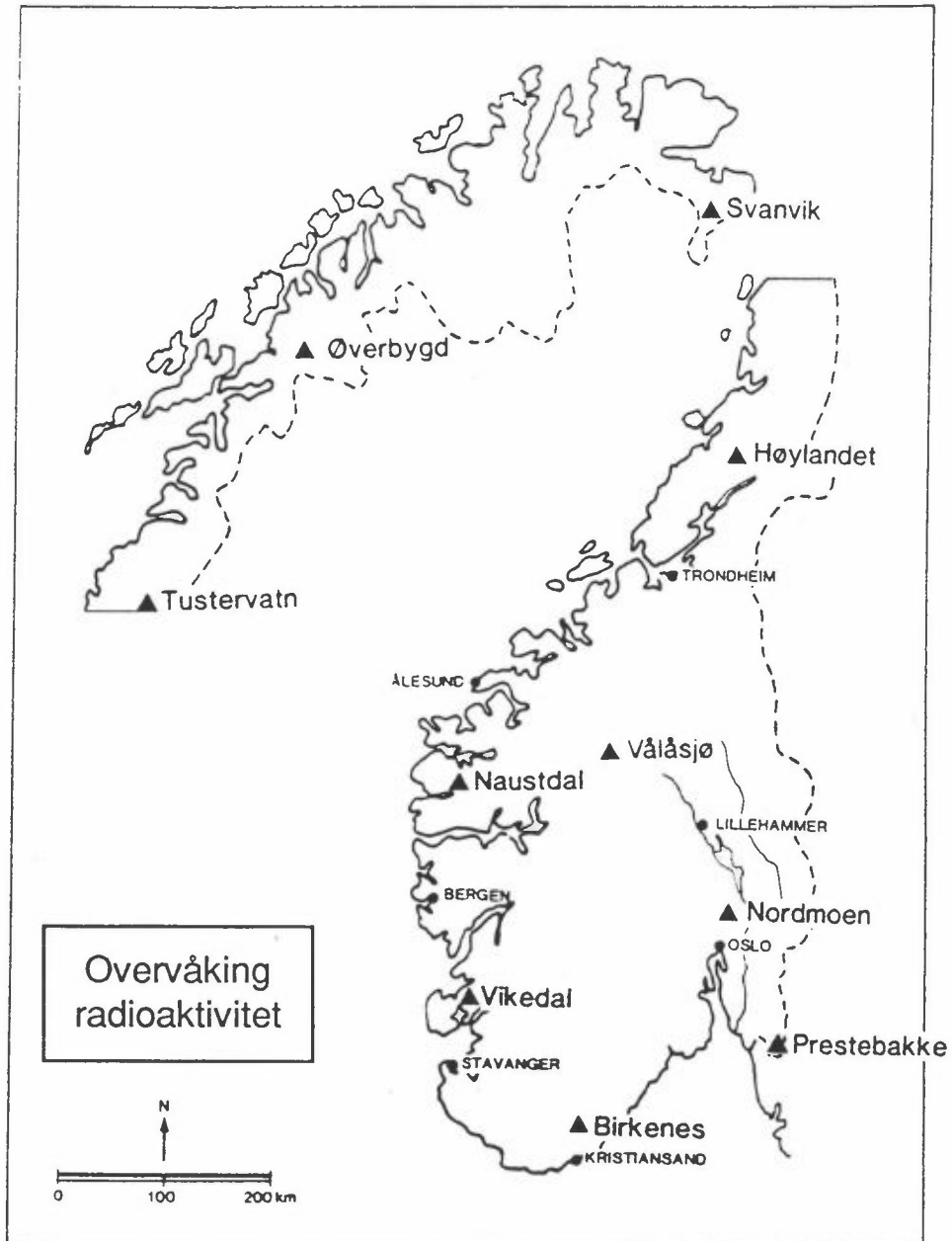
Alarmsystemet i oppringsystemet er utvidet ved at i tillegg til at målestasjonen ringer ved økt stråling vil også den sentrale oppringingsdatamaskinen på NILU vurdere strålingsnivået løpende og varsle over Televerkets personsøkertjeneste.

## 2 STASJONSOVERSIKT

Ved utløpet av 1989 var følgende 11 stasjoner i drift:

	Posisjon
1 Prestebakke ved Halden i Østfold	58° 59' N, 11° 32' Ø
2 Nordmoen ved Gardermoen i Akershus	60° 15' N, 11° 12' Ø
3 Birkenes i Aust-Agder	58° 19' N, 8° 11' Ø
4 Vikedal i Rogaland	59° 30' N, 5° 55' Ø
5 Naustdal i Sogn og Fjordane	61° 31' N, 5° 39' Ø
6 Vålåsjø på Dovre i Oppland	62° 11' N, 9° 26' Ø
7 Høylandet i Nord-Trøndelag	64° 38' N, 12° 16' Ø
8 Tustervatn i Nordland	65° 49' N, 13° 54' Ø
9 Øverbygd i Målselv i Troms	69° 01' N, 19° 17' Ø
10 Svanvik i Finnmark	69° 27' N, 30° 02' Ø
11 Ny-Ålesund på Svalbard	78° 51' N, 11° 56' Ø

Plasseringen av stasjonene bortsett fra Ny-Ålesund er vist på figur 1.



Figur 1: Geografisk plassering av stasjonene.  
Ny Ålesund ikke inntegnet.



### 3 ALARMSYSTEMER

Samtlige 11 stasjoner er operative og deltar i overvåkingen av strålingsnivået i Norge. Stasjonene er utrustet med en alarmtelefon som utløses hvis strålingsnivået når en på forhånd satt grense. Grensen er justerbar og kan fjernsettes fra NILU ved å ringe opp stasjonen og slå bestemte koder. Når en alarm er utløst, begynner den å ringe 8 innprogrammerte numre i tur og orden og begynner på nytt når alle 8 er kontaktet. Dette pågår til stasjonen blir ringt opp av en ansvarlig person og alarmen slått av. De 8 telefon-numre som brukes er:

- Nr. 1) En direkte linje til NILU tilkoblet en telefonsvarer med båndopptager.
- Nr. 2) NILUs sentralbord.
- Nr. 3-8) Private telefon-numre til utvalgte NILU-ansatte.

I tillegg til dette systemet ble det i 1989 igangsatt et annet system operert fra NILU. Dette består av at en PC ringer opp alle 11 stasjonene fire ganger pr dag automatisk, høster de siste strålingsverdiene og vurderer dem mot grenseverdier. Hvis en grenseverdi overskrides går det automatisk varsel ut på Televerkets personsøkertjeneste og verdien kan leses i tegn-ruten på en abonnerende personsøker.

Som alarmkriterium brukes at strålingsnivået for hver time sammenlignes med siste 10 dagers middelvei. En forsøksvis alarmgrense som er brukt tillater maks. økning på 20 nSv/h. Denne løses ut fra tid til annen av kraftige "radontopper" (nedbørutvaskede spaltingsprodukter av radon). Alarmutløsningene pga radon anses gunstig for å bekrefte at systemet er operativt.

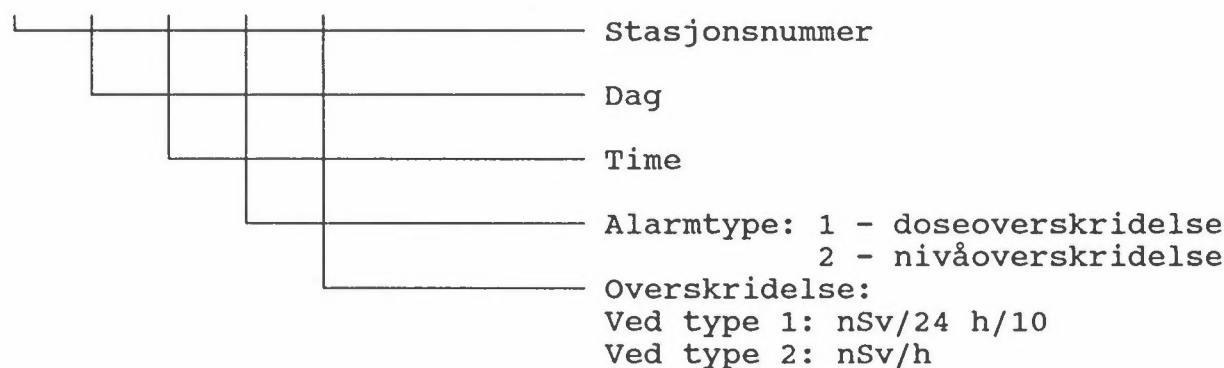
I tillegg til nivåalarm regner også systemet ut en døgndosealarm som sammenligner dosen siste 24 timer med middelet av de foregående 48 timer. Denne beregning vil avsløre en mindre økning av strålingsnivået enn nivåalarmen gjør uten at små radontopper gjør utslag. En radontopp varer erfaringsmessig fra

4-12 timer, og etter den tid er nivået nede på normal verdi igjen. Dosealarmen regner gjennomsnittet over 24 timer og kan således avsløre om nivå-økningen skyldes radondøtre eller nukleider med lengre halveringstid. Dosealarmen er forsøksvis satt til 300 nSv/døgn, hvilket tilsvarer en nivå-alarm på ca. 12 nSv/h for andre nukleider enn radondøtre.

NILUs automatiske datamaskin ringer opp og høster alle 11 stasjoner hver 6 time og skjøter nye data automatisk til et 1-2 måneders lager. Etter oppringing hentes de siste 10 dagers data fra lageret og automatisk skalering, kontroll og vurdering av alarmkriterier begynner.

Ved alarm vil datamaskinen ringe opp personsøkertjenesten og sende en kode som forteller situasjonen. Eksempel på koden som kommer i tegnruuten vises i figur 2.

201 01 14 2 3 2



Figur 2: Tegnrute som viser alarm.

I eksemplet er det varsel om at stasjon 201, Birkenes, kl 1400 den 1. i måneden viser et nivå på 32 nSv/h, altså 12 nSv/h over grensen.

Hvis det i tegnruuten kommer 6890116121 betyr det at stasjon 689, Prestebakke, kl 1600 den 1. i måneden har en fått en økt dose på 210 nSv siste 24 timer.

Systemet med varsling over personsøkertjenesten virker meget stabilt og godt. Signalene til personsøkeren kommer igjennom enten man befinner seg i en bil eller i en betongkjeller. Systemet er dessuten landsdekkende. Hvis man har med seg en bærbar datamaskin (PC), med modem, kan alarmen tas hånd om og administreres nær sagt hvor som helst fra.

At oppringingssystemet er i gang og har kontakt med alle stasjonene bekreftes ved at ved avsluttet oppringingsrunde kalles personsøkeren opp og meddeles hvor mange stasjoner som er ringt opp. Et eksempel er vist i figur 3 som sier at 11 stasjoner er høstet 13. mai kl 1413.



Figur 3: Tegnroute som viser en normal oppringing.

Foreløpig ringes det bare til én personsøker, men antallet kan uten videre utvides slik at alarmsikkerheten økes.

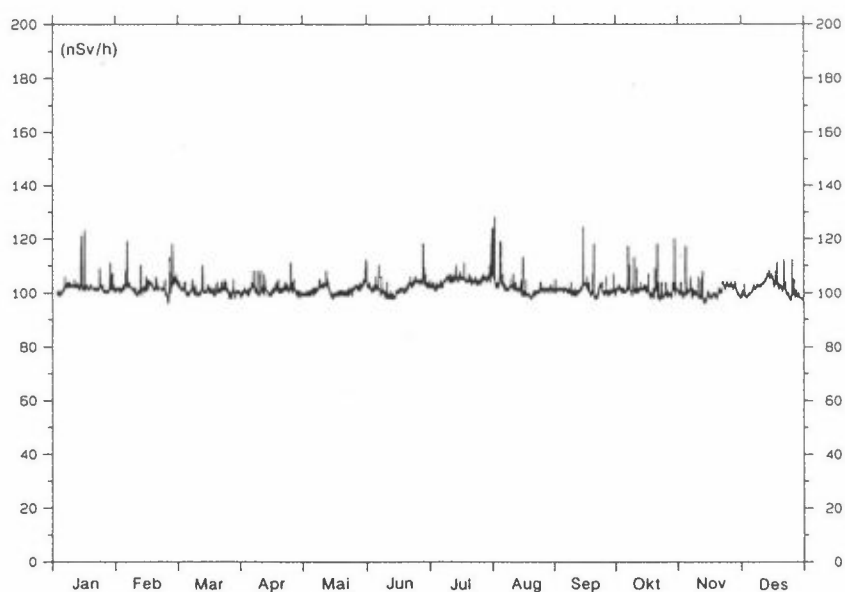
#### 4 MÅLERESULTATER

Figurene 4 til 17 viser årsplokk av bakgrunnsstrålingen for de 11 stasjonene som er i drift. Bakgrunnsstrålingen er summen av stråling fra bakken og kosmisk stråling fra himmelrommet. Felles for alle plott er at strålingsnivået viser en lavere verdi i vintermånedene. Dette skyldes at strålingene fra bakken dempes av snø. Det kosmiske strålingsbidraget endrer seg imidlertid ikke. Variasjonene i det totale strålingsnivået fra stasjon til stasjon skyldes lokale forhold i grunnen og muli-

gens varierende bidrag fra Tsjernobyl-ulykken. De spisse toppene på plottene er stråling fra spaltingsprodukter av radon som vaskes ned til bakken med kraftig nedbør ("radontopper"). Disse toppene har en varighet på 8-16 timer. Radontoppene er naturgitt og opptrer på alle stasjoner.

#### Stasjon 689 - Prestebakke

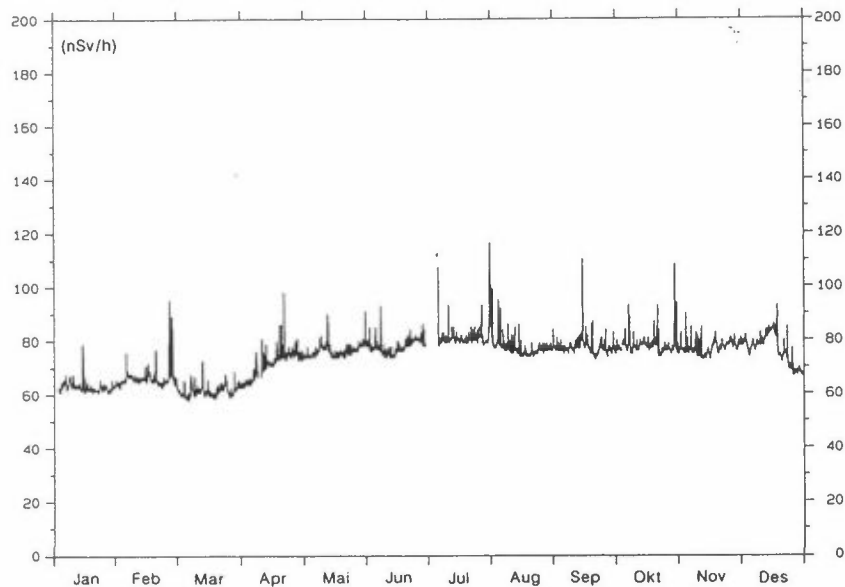
Dataene viser svært liten årstidsvariasjon, hvilket betyr svært snøfattige vintre. Ellers god regularitet på stasjonen.



Figur 4: Årsplott av stasjon 689 Prestebakke.

Stasjon 312 - Nordmoen

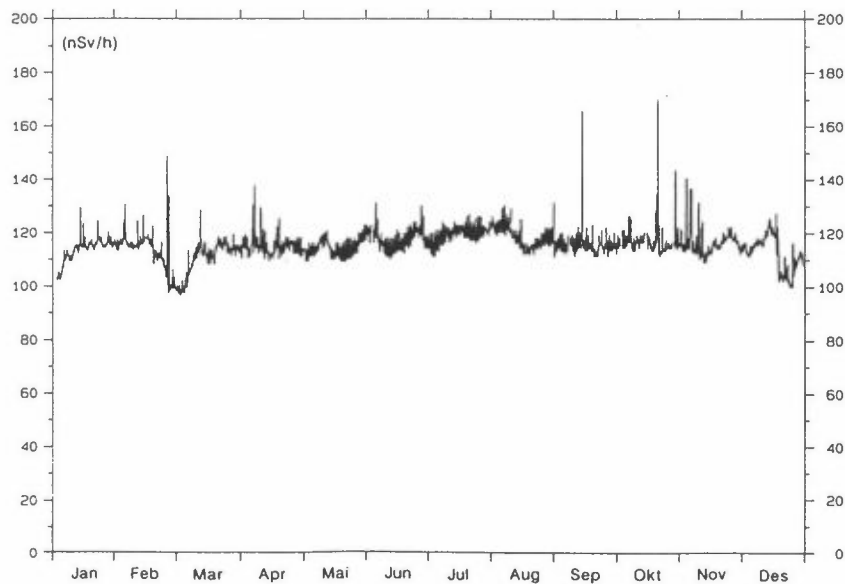
Noe problem med lynnedslag i juli.



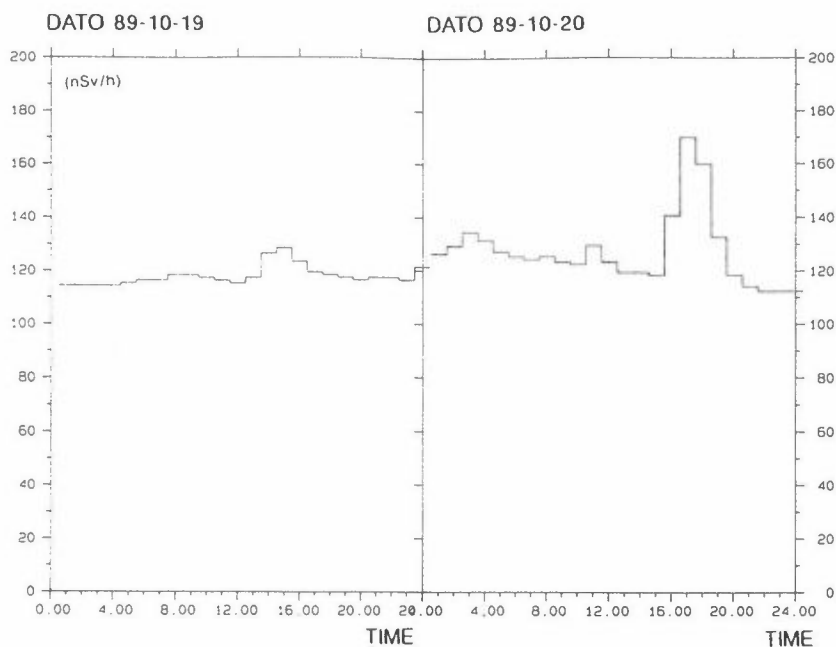
Figur 5: Årsplott av stasjon 312 Nordmoen

Stasjon 201 - Birkenes

Tydelig lite snø bortsett fra noe i februar/mars. Birkenes har erfaringsmessig de største "radon-toppene", hvilket en topp i oktober viser. Et plott med timeoppløsning viser denne for 20. oktober på figur 7.



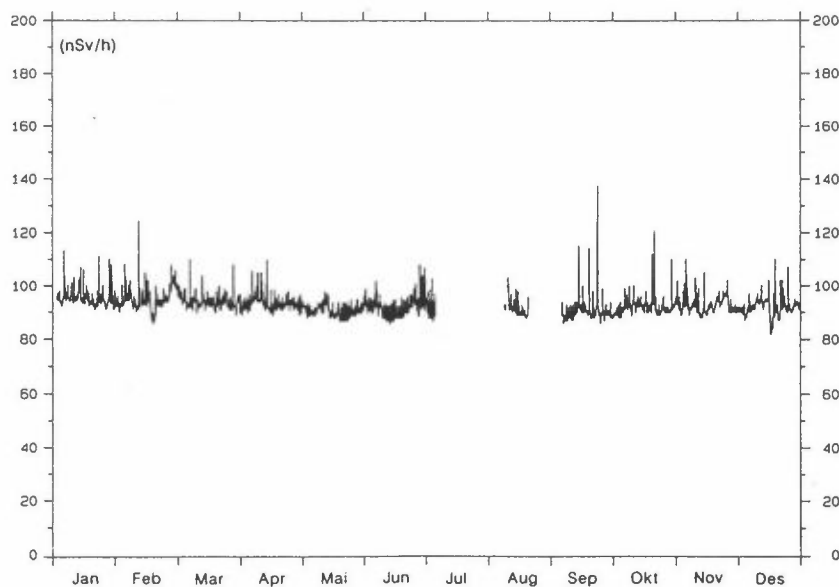
Figur 6: Årsplott av stasjon 201 Birkenes



Figur 7: "Radontopp", Birkenes 20. oktober 1989

#### Stasjon 572 -Vikedal

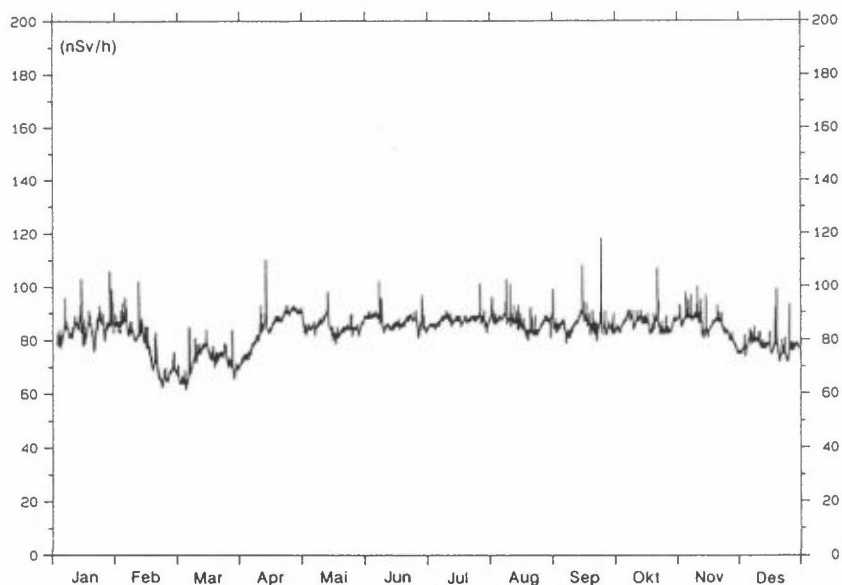
Plottet viser store lynproblemer i juli og august. På grunn av ferieavviklingen tok det mye tid å få reparert stasjonen. Et systematisk oppbygd reservedelslager vil nå forhåpentligvis redusere slike stopp-perioder for fremtiden.



Figur 8: Årsplott av stasjon 572 Vikedal

Stasjon 655 - Naustdal

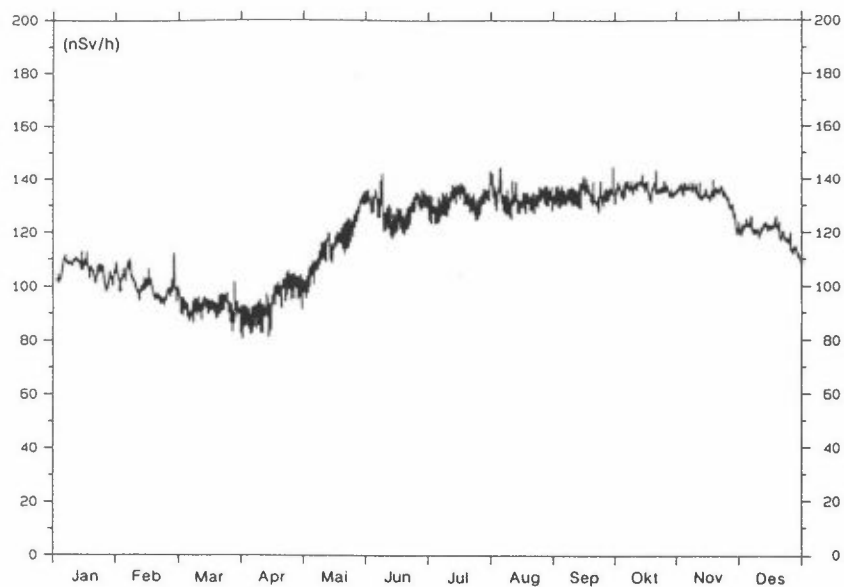
God regularitet.



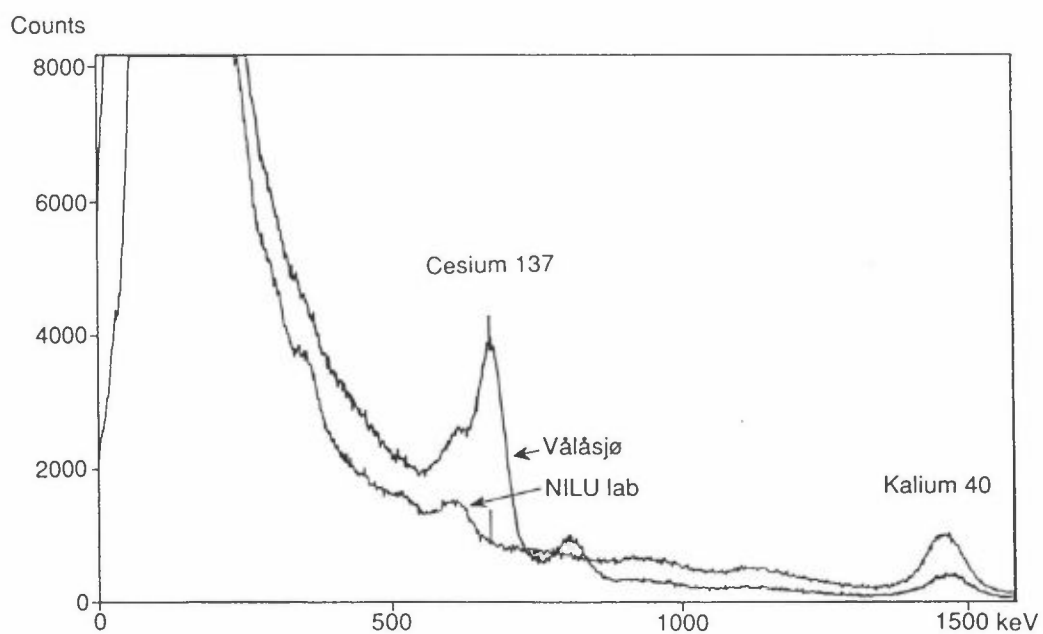
Figur 9: Årsplott av stasjon 655 Naustdal

Stasjon 756 - Vålåsjø

Denne stasjonen har den høyeste bakgrunnsstrålingen av alle. Dette skyldes antagelig mye rester av Cs 137 fra Tsjernobyl-ulykken. NILU har foretatt måling med spektrometer (Canberra type S10) på stasjonen og resultatet er vist på figur 11. Figuren viser et gammaspektrum målt i 2 timer på Vålåsjø sammenlignet med et spektrum fra laboratoriet på NILU målt over like lang tid. Figuren viser en høy topp av CS 137 på Vålåsjø og en høy topp av K40 på NILU. Det siste er normalt i et hus av betong og leca. Ellers viser figur 10 god regularitet og lang snøvinter.



Figur 10: Årsplott av stasjon 756 Vålåsjø

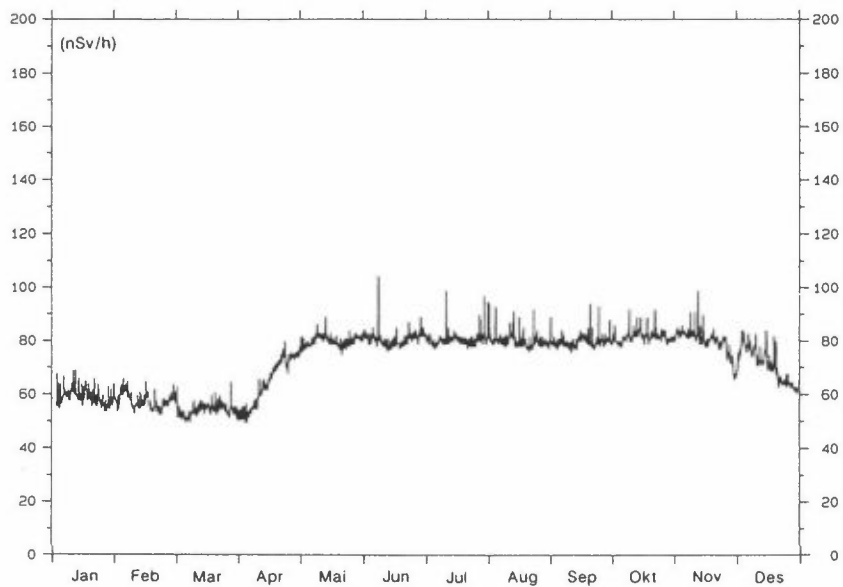


Figur 11: Bakgrunnsspektrum fra stasjon 756 Vålåsjø sammenlignet med et spektrum opptatt på NILU.



Stasjon 478 - Høylandet

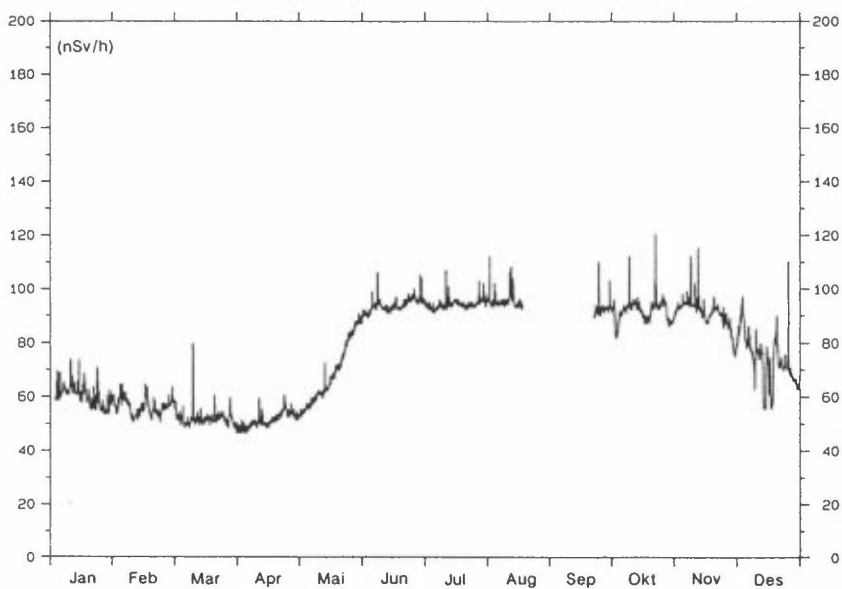
God regularitet.



Figur 12: Årsplott av stasjon 478 Høylandet

Stasjon 215 - Tustervatn

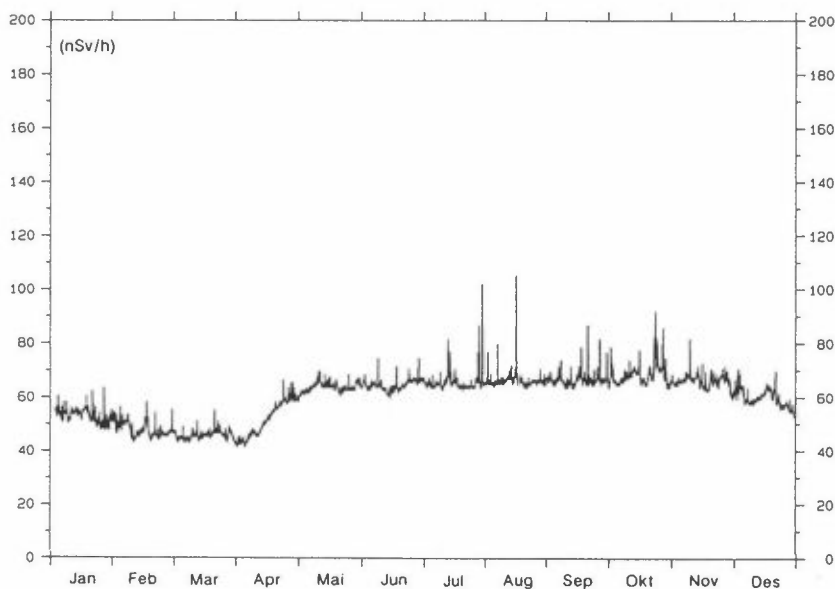
Langt avbrudd i august pga lynnedslag.



Figur 13: Årsplott av stasjon 215 Tustervatn

Stasjon 477 - Øverbygd

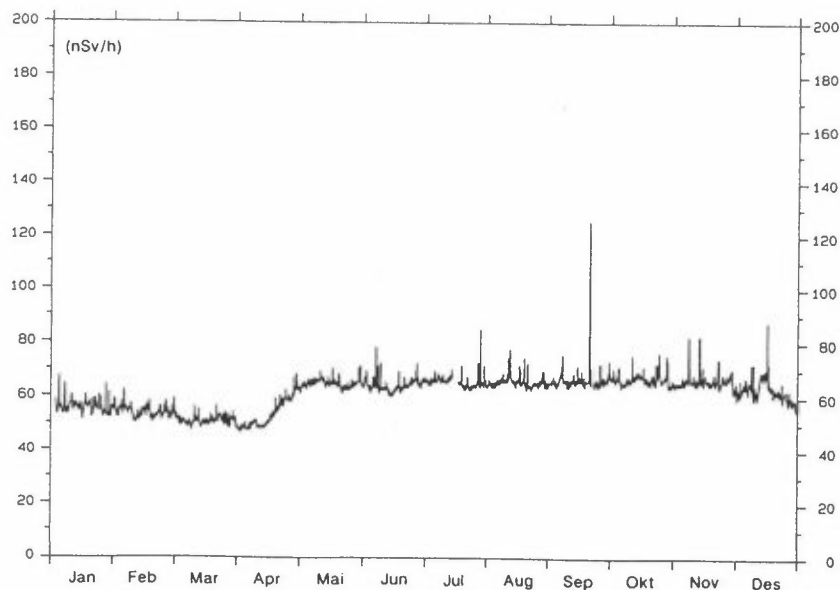
God regularitet.



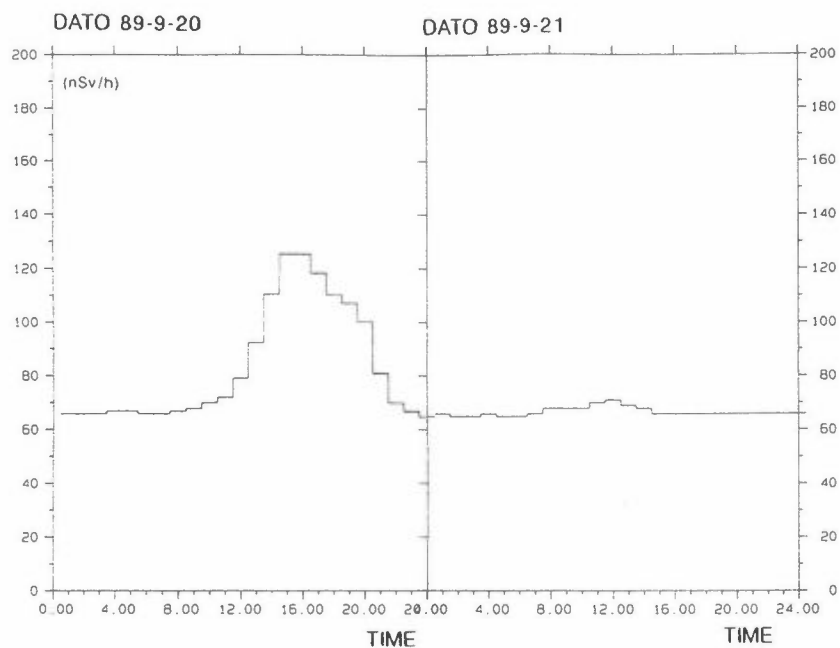
Figur 14: Årsplott av stasjon 477 Øverbygd

Stasjon 472 - Svanvik

Dataene viser en kraftig "radontopp" i september. Kraftige "radontopper" av denne størrelsesorden har ikke vært observert i Svanvik tidligere. Forstørret plott av radontoppen 20. september er vist på figur 16.



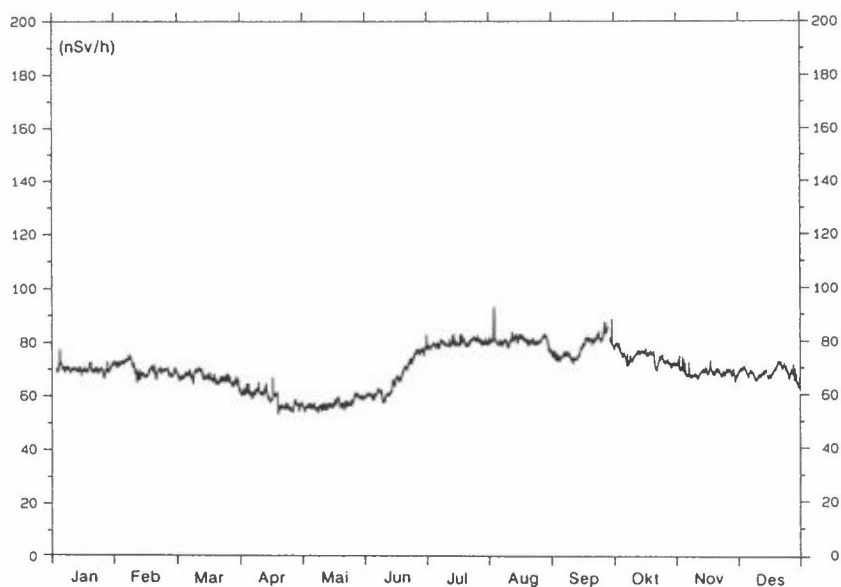
Figur 15: Årsplott av stasjon 472 Svanvik



Figur 16: "Radontopp", Svanvik 20. september 1989

Stasjon 618 - Ny-Ålesund

God regularitet.



Figur 17: Årsplott av stasjon 618 Ny-Ålesund

## 5 FORSØK MED SPEKTROMETER

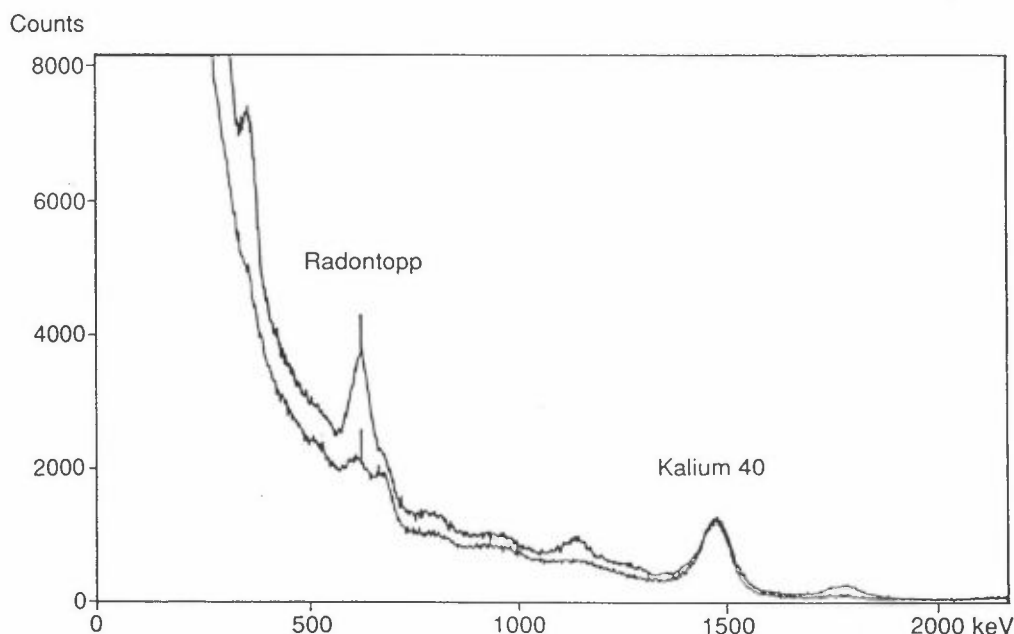
NILU disponerer 2 mobile spektrometre (Canberra model S10 mangekanals analysatorer) for måling av gammaspektre. Den ene av disse ble i 1989 plassert på Birkenes og tilkoblet et modem og en telefonlinje idet spektrometeret har mulighet for fjernkontroll. Spektrometeret har en 3" natriumjodid detektor som er plassert innendørs helt oppunder taket i målebua. Dette på grunn av at detektoren ikke bør utsettes for store temperatursvingninger og at den kan bruke taket som oppsamlingsflate for radioaktivt nedfall. Nær detektoren er det plassert en liten kilde Americum 241 (0,5  $\mu$  Ci) fra en røkvarsler. I en avstand av ca 1 meter er det videre plassert 1 kg kaliumhydroksid som en Kalium 40 kilde. Disse 2 kildene fungerer som referansepunkter i spekteret som hentes over telefonlinjen. Americum 241 finnes i spektret på 60 keV og Kalium 40 på 1460 keV. Området på spektrometret er innstilt på 0-2150 keV.

Det automatiske oppringingssystemet høster 2 spektra hver på 9000 sekunder telletid. Disse er plassert i 2 forskjellige hukommelsesområder i spektrometret. Etter høsting sendes en kodet arbeidsordre til spektrometret som går ut på:

1. Nullstille hukommelsesområdene 1 og 2,
2. starte telling av et spektrum i hukommelse nr. 1 i 9000 sekunder,
3. deretter flytte resultatet til hukommelse nr. 2,
4. nullstille hukommelse nr. 1,
5. starte telling av neste spektrum i hukommelse nr. 1 i 9000 sekunder,
6. ferdig, vente på oppringing og høsting.

Typiske spektra er vist på figur 18. Figuren viser et normalt spektrum som laveste kurve og et spektrum ved en "radontopp"-episode som øverste kurve.

Det automatiske oppringingssystemet høster og starter 8 spektra á 9000 sekunder (2,5 timer) pr. døgn. Ved å dele opp spekteret i ROI's (Region of Interest) og summere antall tellinger i hvert, kan en ved en fornuftig plassering av ROI's skille mellom f.eks. et utslag av radonspaltingsprodukter og Cs 137, Cs 134 og I<sup>131</sup>. Forsøk med fastleggelse av ROI's og veiing av disse mot hverandre pågår og ser meget lovende ut. Resultatet vil antagelig bli en sterkt senket deteksjonsgrense for visse nukleider som Cs 137, Cs 134 og I 131.



Figur 18: Spektrum fra stasjon 201 Birkenes med normalt som nedre kurve og en "radontopp"-episode som øvre kurve.

## 6 FLYOVERVÅKING

NILU's fly fikk i 1989 innmontert utstyr for måling av radioaktivitet fra luften. Utstyret består av:

1. Natriumjodid-detektor på 16 liter
2. Detektorkontroller
3. Forsterker og analog-til-digital omvandler
4. Datamaskin med mangekanals analysator
5. Optisk platelager for data
6. Radarhøydemåler
7. LORAN C navigasjonsmottaker

Natriumjodid-detektoren er av samme type som brukes til geologiske undersøkelser. Den består av 4 krystaller på 4 liter hver som kontrolleres av en detektorkontroller. Detektoren startes med en liten Cs 137 kilde som bestemmer energikalibreringen i detektoren. Deretter fjernes kilden og strålingen fra naturlig Kalium 40 overtar som referanse. Energikalibreringen fra første krystall brukes så som referanse av detektorkontrolleren og forsterkningen på de øvrige justeres automatisk av kontrolleren slik at alle 4 blir like og tellingene kan summeres. Etter oppstartingen vil kontrolleren justere signalet fra krystallene for avdrift fra energikalibreringen hvert 20 sekund. Denne metode har en stor fordel, nemlig at systemet automatisk kompenserer for temperaturdrift. Natriumjodidkrystaller sprekker ved brå temperaturendringer og må derfor holdes ved konstant temperatur eller isoleres godt så temperaturendringer skjer langsomt. Ved den aktuelle detektor er god isolasjon valgt.

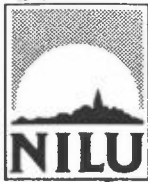
Signalet fra detektoren går til en mangekanals analysator på et innstikkskort i en datamaskin ombord (286 PC). Et omfattende program (FLYGAMM), utviklet på NILU styrer systemet.

Ved oppstarting velges tid pr spektrum (minimum 250 millisekunder), og grensene for 2 områder i spekteret (ROI's) som skal veies mot hverandre. Programmet henter inn data fra spektrene, posisjon fra Loran C-systemet, høyden fra trykkehøydemåleren og radarhøydemåleren og temperaturen fra en temperaturmåler. Spektrene blir lagret på datamaskinens hard-disk og senere overført til optisk platelager. På skjermen ved operatørplassen i flyet ser operatøren hvert spektrum som telles, informasjon om posi-

sjon, høyde og temperatur. I tillegg ser operatøren resultatet av veiingen mellom de to valgte spektralområdene. Dette vil være særlig egnet ved leting etter radioaktive punkter på bakken (eks. eventuelle radioaktive rester etter satellittstyrt). Operatøren kan videre akkumulere spektre over en tid for nøyere studier på skjermen mens innhøsting av spektra går uforstyrret. Til slutt er det mulig for operatøren å gi øyeblikksmeldinger (events) til systemet som f.eks. passering av et sjekkpunkt o.l.

Kalibrering av effektiviteten på detektoren er startet opp og vil pågå videre i 1990.

Etter landing tas det optiske platelageret ut og spilles av mot en Apollo arbeidsstasjon med grafikkprogram som viser flyruten mot et digitalt kartutsnitt. Samtidig ses spektrene og øvrig informasjon på skjermen. Samme mulighet som i flyet med akkumulering av spektra finnes også.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 69/90	ISBN-82-425-0199-8	
DATO AUGUST 1990	ANSV. SIGN <i>Storland</i>	ANT. SIDER 20	PRIS NOK 30,-
TITTEL Måling av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1989		PROSJEKTLEDER T.C. Berg	
		NILU PROSJEKT NR. O-8645	
FORFATTER(E) T.C. Berg		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep. 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (a maks. 20 anslag) Radioaktivitet                      Overvåking                      Ionekammer			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Drift og måleresultater fra 11 stasjoner for måling av radioaktivitet i Norge.			

TITLE Measurement of radioactivity in Norway, Annual report for 1989
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Operation and results from 11 stations in Norway measuring radioactivity.

\* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU                      A  
                  Må bestilles gjennom oppdragsgiver                      B  
                  Kan ikke utleveres    C