

Rapport nr.	90.051	ISSN 0800-3416	Åpen/Forbrukstil
Tittel:			
Tsjernoby1-ulykken. Måling av gammastrålingsaktiviteten i Trondheim.			
Forfatter:		Oppdragsgiver:	
A.Grønlie, M.Often, R.Wilberg T.Sørdal og L.Furuhaug		NGU / Malmseksjonen	
Fylke:		Kommune:	
Sør-Trøndelag		Trondheim	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Trondheim		Trondheim, 1621-IV	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 4	Pris: 35,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført:	Rapportdato:	Prosjektnr.:	Seksjonssjef:
1986-1989	21.03.90	63.1889.85	<i>A. Grønlie</i>
Sammendrag:			
<p>Rapporten omtaler måling av gammastrålingsaktiviteten på bakkenivå to steder i Trondheimsområdet. Målingene, som ble påbegynt i mai 1986 straks etter Tsjernoby1ulykken, viser at gammastrålingsnivået på bakkenivå i Trondheimsområdet har falt fra 20 x bakgrunnen til 2-3 x bakgrunnen i tidsrommet fra mai 1986 til mai 1989. Målingene tyder på at cesiumisotopene er fast bundet i humusrik jord og at strålingsnivået ikke svekkes nevneverdig mer enn man kunne forutsi ut fra den normale spaltningsaktiviteten (halveringstiden) for disse isotopene.</p>			
Emneord	Geofysikk	Tsjernoby1	
	Radioaktivt nedfall	Miljøgeologi	
	Gammastråling	Rapport	

TSJERNOBYL-ULYKKEN. MÅLING AV GAMMASTRÅLINGSAKTIVITETEN I TRONDHEIM.

INNLEDNING

Etter reaktorulykken ved Tsjernobyl 26 april 1986 som førte til radioaktivt nedfall også i Norge ble det av NGU utført kartlegging av dette ved hjelp av bakke, bil og helikoptermålinger. NGU's innsats på dette området er omtalt i rapporter av Lindahl og Håbrekke(1986) og Høst(1986).

12 mai 1986 ble det på initiativ fra en gruppe geologer ved NGU påbegynt en registrering av det totale gammastrålingsnivået målt på bakken på en gressplen ved NGU(Østmarkneset). En lignende registrering, påbegynt 2 mai, er foretatt av Morten Often ved Munkvoll på Byåsen. Den tidligste del av denne kurven er tidligere publisert(Lindahl og Håbrekke, 1986). Den ble benyttet for kalibrering av bakke og bilmålingene i forbindelse med kartleggingen av nedfallet. Det er de observerte "spaltningskurvene" som blir drøftet i denne rapporten(Fig.1, tabell 1 & 2).

De innsamlede data offentliggjøres fordi de kan ha interesse for forskere innen andre fagfelt, og som en dokumentasjon for ettertiden. Kurvene har også intern interesse særlig i forbindelse med NGU's målinger av naturlig radioaktiv stråling på bakken.

Ved en eventuell fremtidig reaktorulykke med nedfall i Norge er det viktig at NGU og andre institusjoner med nødvendig måleutstyr står beredt til å gjøre en innsats og kan følge utviklingen på en mer systematisk måte enn det er gjort etter Tsjernobylulykken.

INSTRUMENTER OG MÅLEMETODIKK

Det er ved registreringen benyttet de samme scintillometre som NGU benytter seg av i undersøkelse av bergarter med hensyn på uran og thorium. De er av typen Gewerckshaft Brunhilde "Knirps" og Saphymo. Målingene fra Saphymo-instrumentene angis i impulser/sekund (i/s) og er NGU's referanseenheter for gammastråling. Med et scintillometer måler man den totale gammastrålingen fra strålingskilden, og det skilles ikke mellom forskjellige isotoper som i et gammaspesktrometer.

Målingene på Østmarkneset ble utført ved at scintillometeret ble plassert direkte på bakken på en gressplen, og det ble målt 10 punkter over en strekning av ca. 50m mellom NGU's hovedbygg og gjerde.

Scintillometeret avleses av operatøren ved viserutslag på en skala som endres ut fra styrken på mottatt signal. For målingene ved NGU er det plottet middelerdi av de ti målepunktene(Fig.1, tabell 1). På Munkvoll(tabell 2) ble det målt 20 punkter på et 1x1m stort område av en gressplen. Fig.1 viser anslått middelerdi for disse målingene.

Det hersket uenighet vedrørende hvilken omregningsfaktor som skal benyttes ved omregning mellom i/s og mikrorøntgen/time(Høst,1986). For naturlige isotoper brukes globalt en omregningsfaktor på 5 ($1\mu\text{R/h} = 5 \text{ i/s}$). Slike omregningsfaktorer vil veksle etter hvilken isotopsammensetning en har på det radioaktive materialet.

DISKUSJON AV MÅLEMETODIKK OG INSTRUMENTTYPE

Ved målingene er det registrert den totale gammastrålingen på bakkenivå. Det vil si at vi har registrert summen av bakgrunnsstråling fra de naturlige isotopene i uran-og thoriumserien samt fra radioaktivt kalium og fra de gammaemitterende isotopene i nedfallet. Det var vesentlig iod-131, cesium-134 og cesium-137(NUO 1986:24). Ifølge Kresten et al.(1986) var det over Sverige også tildels betydelig nedfall av tellur-132 som har kort halveringstid.

Tabell 1, som viser måleverdiene i hver serie, viser at det er liten innbyrdes variasjon mellom enkeltobservasjonene. Intensiteten av utsendt gammastråling er omvendt proporsjonal med andre potens av avstanden fra strålingskilden. Instrumentet registrerer dermed i hovedsak stråling fra nærområdet rundt krystallen. I tillegg vil intensiteten være omvendt proporsjonal med tettheten av materialet det måles på. Målefeltet på NGU er tilnærmet flatt, og det er ikke registrert variasjoner i strålingsnivået som kan skyldes vanntransport. De første dagene etter nedfallet var det meget enkelt å registrere store forskjeller i strålingsnivå innen et og samme område, noe som skyldtes vanntransport av radioaktive partikler(Lindahl og Håbrekke 1986). Dette var særlig tydelig i områder med konsentrert avrenning som vegkanter og utløp fra takrenner m.m. Dette forhold kan fremdeles lett registreres med scintillometer.

De aktuelle scintillometre avleses analogt ved viserutslag på en variabel skala. Viseren beveger seg kontinuerlig som en funksjon av antall scintillasjoner i målekrystallen. Det er derfor et visst operatørskjønn involvert ved avlesning av måleverdien. Det ligger her en feilkilde som til en viss grad avhenger av vilken skalainnstilling som benyttes og hvor nøye operatøren er ved avlesning. At det har vært flere observatører ved målingene går uten videre frem av de varierende standarddavvik som er registrert for NGU-kurven(Tabell 1). Ved plotting av middelverdien av 10 målinger fremkommer likevel en regelmessig kurve for reduksjon i strålingen og det synes klart at innbyrdes forskjeller mellom instrumenter er en større feilkilde.

Instrumentene er kalibrert i henhold til intern kalibreringskurve.

BAKGRUNNSSTRÅLING

Det er ikke foretatt systematiske målinger av strålingsnivået på de aktuelle stedene før nedfallet fra Tsjernobyl kom, men antatt bakgrunnsnivå på NGU(moldjord) er skjønnsmessig satt til 25 i/s. Jorden i målefeltet på Munkvoll er mere leir/mineral-blandet og bakgrunnen er her satt til 55 i/s.

Jordprofilet i de aktuelle områdene utgjøres av leire eller silt med et tynt jordlag på toppen. Scintillometer avlesningen påvirkes dermed i første rekke av jordlagets beskaffenhet. Jord med stort humusinnhold ville, vel og merke før nedfallet, generelt vise lavere strålingsnivå enn jord med stort mineralinnhold som har større innhold av naturlige radioaktive isotoper.

Etter en episode med betydelig radioaktivt nedfall som i det aktuelle tilfellet vil derimot humusrik jord vise høyere strålingsnivå enn mineralrik jord da det organiske innholdet binder nedfallet bedre.

DISKUSJON OG RESULTATER

Fig.1 viser strålingsnivået på bakken slik det har utviklet seg fra mai 1986 til mai/juni 1989 på Munkvoll og NGU. I andre områder av landet, som hadde større mengder nedfall i utgangspunktet vil strålingsnivået fra bakken være høyere. Hvilke områder dette gjelder går i store trekk frem av NGU's bil- og helikoptermålinger fra mai 1986 (Lindahl og Håbrekke 1986). Det er kanskje mulig at spaltningskurvene og data fra NGU's kart over det radioaktive nedfallet kan benyttes til å anslå den tilleggsdose befolkningen har mottatt som følge av økningen i gammastrålingsaktiviteten fra bakken.

Fig.1 viser at det meste av I-131 var spaltet innen utgangen av juni 1986 da det skjer en tydelig utflatning. Kurven faller deretter slakt mot mai 1989, og dette avspeiler formodentlig spaltning av i hovedsak Cs-134 og i mindre grad Cs-137. Kurven fra Munkvoll flater ut på et noe høyere nivå enn NGU-kurven og dette skyldes sannsynligvis et noe høyere naturlig bakgrunnsnivå.

Dersom den relative mengdefordeling mellom isotopene i nedfallet er kjent på et sted er det i prinsippet mulig å konstruere en teoretisk spaltningskurve. Avviket mellom denne og de observerte kurvene skulle da kunne gi en indikasjon på graden av bortvasking og/eller nedvasking fra humusskiktet og videre ned i jordprofilen. Vi har derfor i fig.1 plottet forløpet for en teoretisk spaltningskurve som er konstruert på grunnlag av opplysninger om isotopsammensetningen i nedfallet (I-131, Cs-134 og Cs 137) (Prof. Sikkeland, pers.komm.). Denne viser tilnærmet samme forløp som våre målte kurver. Dette tyder på at cesium-isotopene er godt bundet i jordas humusskikt og at det ikke skjer nevneverdig transport ned i jordprofilen.

Ifølge Oftedahl-utvalgets rapport(1986) ble det av SIS utført målinger i jordprofiler i Snåsa og Røyrvik i juni 1986. Disse viser en veldig sterk anrikning av Cs-134 og Cs-137 i de øvre jordlag av både sand/silt- og moldjord, og relativt liten transport ned i jordprofilen.

Våre måleverdier (Tabell 1) viser at det er liten innbyrdes variasjon mellom enkeltobservasjonene i hver serie. Vår tolkning er at nedfallet er nokså jevnt fordelt i det øverste humusskiktet og at det ligger mer eller mindre som et teppe med liten variasjon innen områder som har fått nedfallet under samme nedbørsperiode. (Forbehold om variasjoner der man har hatt stor avrenning under nedfallet). Ifølge Oftedahl-utvalgets rapport(1986) inneholdt nedfallet også store partikler med høy aktivitet. Slike "hot particles" er anrikt med isotoper av Ce, Ru og Zr eller av Ru og Mo. Vi har ikke funnet slike partikler i vårt måleområde, men under annen feltarbeidsaktivitet i områder med mye nedfall (f.eks. Snåsa, Valdresflya) er det observert punkter med meget høy stråling som antas å skyldes "hot particles".

Måling av strålingsnivået våren 1987 tyder ikke på særlig stor nedvasking av radioaktive partikler i vårløysinga. Målinger utført på vannmettet gress og frosset gress i februar og mars 1987 tyder på at man får en dempende effekt på strålingsnivået ved at jorda er vannmettet og frosset. Dempningen skyldes både at det blir større avstand mellom jord og målekrytall p.g.a. islag og at jordas tetthet avtar når det er tele i bakken.

KONKLUSJON

Gammastrålingsnivået på bakkenivå(gresset) i Trondheimsområdet har falt fra om lag 20X bakgrunnen til 2-3X bakgrunnen i tidsrommet fra mai 1986 til mai 1989. Målingene tyder på at cesiumisotopene er fast bundet i humusrik jord og at strålingsnivået ikke svekkes nevneverdig mer enn det man kunne forutsi ut fra den normale spaltningsaktiviteten fra cesium-isotopene. Det høye cesiuminnholdet i jordbruksprodukter vil derfor fortsatt være et problem flere år fremover.

Det bør gjøres en matematisk analyse av de observerte spaltningskurvene. Dette vil kunne gi mer eksakte data for hvor stor eller liten effekten av avrenning/borttransport av nedfallet er i målefeltene og vil også kunne gi opplysninger om fordelingen av radioaktive isotoper i nedfallet i de målte områdene.

Ansvarlige myndigheter bør sørge for en rutinemessig overvåking på landsbasis av strålingsnivået på bakken med et visst antall observasjonspunkter innen hvert fylke med forskjellige jordtyper. Dette vil gi sikrere holdepunkter for å følge utviklingen av strålingsnivået i marka, samt gi referansepunkter for måling etter eventuelle nye nedfallsepisoder. En slik overvåking vil kunne etablere en "biologisk halveringstid" for forskjellige typer jordsmonn og biotoper. Det er viktig å huske på at det bare er gått fire år siden ulykken og at cesium har en halveringstid på 30 år. Det betyr at de kortlivede isotopene nå er borte og at måleforholdene er enkle. Dersom det i fremtiden skjer flere reaktorulykker er det en selvfølge at det også benyttes mobilt måleutstyr for å få en landsdekkende oversikt.

LITTERATUR

Høst,J. 1986: NGU's oppfølging av Tsjernobylulykken og betydning i en framtidig beredskap. NGU rapport 86.161, 28s.

Kresten, P., Chyssler, J. og Brunfelt, A.O. 1986: The Chernobyl fallout: Surface soil deposition in Sweden. Upubl.manuskript, 3s.+ bilag.

Lindahl,I. og Håbrekke,H. 1986: Kartlegging av radioaktivt nedfall etter Tsjernobylulykken. NGU rapport 86.160, 19s.+ 8 bilag.

NOU 1986:24: Tiltak mot kjernekraftulykker. Delutredning 1: Erfaringene etter kjernekraftulykken i Tsjernobyl, 55s.

Oftedahl-utvalget 1986: Tsjernobylulykken. Rapport fra Helsedirektoratets rådgivende gruppe, 76s.+ bilag.

TABELL 1: TOTAL GAMMASTRÅLINGSAKTIVITET FRA BAKKEN, NGU - TRONDHEIM

		1986																				1987					
		12/5 ¹⁾	13/5 ¹⁾	14/5 ¹⁾	15/5 ²⁾	16/5 ¹⁾	20/5 ¹⁾	21/5 ¹⁾	22/5 ¹⁾	27/5 ¹⁾	28/5 ¹⁾	30/5 ¹⁾	4/6 ¹⁾	6/6 ¹⁾	10/6 ¹⁾	16/6 ¹⁾	23/6 ¹⁾	30/6 ³⁾	21/7 ⁴⁾	11/8 ⁴⁾	16/10 ³⁾	17/11 ²⁾	10/12 ²⁾	10/12 ²⁾	6/2 ²⁾	9/2 ²⁾	10/3 ²⁾
Σ		12.80	12.45	11.45	9.22	10.13	7.85	7.62	7.12	6.22	6.08	5.86	5.35	4.94	4.83	4.61	4.36	4.08	135	126	3.22	2.89	2.82	2.69	2.34	2.28	2.06
SD		0.42	0.37	0.37	0.25	0.38	0.27	0.29	0.19	0.26	0.33	0.21	0.23	0.22	0.26	0.23	0.33	0.10	9.7	5.2	0.22	0.17	0.18	0.18	0.21	0.22	0.18
12.0	12.0	11.0	9.0	9.3	8.0	8.0	7.2	6.4	6.0	5.6	5.1	4.7	4.8	4.2	3.8	3.9	150	120	3.5	3.0	3.2	2.7	2.8	2.8	2.3		
13.0	12.5	11.5	9.2	10.5	8.2	7.6	7.4	6.4	6.5	6.0	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6	4.2	140	130	3.5	3.1	2.8	3.0	2.6	2.3	2.4		
13.5	12.5	12.0	9.5	10.0	7.8	7.2	7.0	6.0	6.0	5.9	5.6	4.8	5.2	4.8	4.9	4.1	130	120	3.5	3.1	3.0	3.0	2.3	2.4	1.9		
12.5	13.0	11.5	9.0	10.0	7.7	7.4	7.0	5.8	6.0	5.8	5.2	5.0	4.7	4.4	4.8	4.0	140	130	3.0	3.0	3.0	2.6	2.4	2.1	2.1		
12.5	12.5	11.0	9.5	10.5	8.0	7.4	6.8	6.0	5.5	5.9	5.2	4.8	4.6	4.7	4.3	4.2	140	120	3.2	2.7	2.7	2.5	2.2	2.3	2.1		
13.0	12.5	11.5	9.0	10.0	8.0	7.8	7.0	6.4	6.5	5.4	5.3	5.0	4.5	4.4	4.4	4.0	120	130	3.2	2.7	2.7	2.6	2.1	2.4	1.9		
13.0	12.0	12.0	9.0	10.5	8.2	7.8	7.4	6.4	6.0	5.9	5.1	5.0	4.5	4.5	4.2	4.2	140	120	3.0	3.0	2.7	2.7	2.2	2.1	2.1		
13.0	13.0	11.0	9.0	10.0	7.5	7.8	7.2	6.6	5.8	6.0	5.3	4.8	4.8	4.6	4.2	4.0	120	130	3.0	2.7	2.7	2.7	2.3	2.2	1.9		
12.5	12.0	11.5	9.5	10.5	7.6	7.2	7.0	6.0	6.0	6.1	5.5	4.9	5.0	4.8	4.2	4.1	130	130	3.3	2.8	2.7	2.6	2.3	2.1	2.0		
13.0	12.5	11.5	9.5	10.0	7.5	8.0	7.2	6.2	6.5	6.0	5.4	4.9	5.0	4.8	4.2	4.1	140	130	3.0	2.8	2.7	2.5	2.2	2.1	1.9		

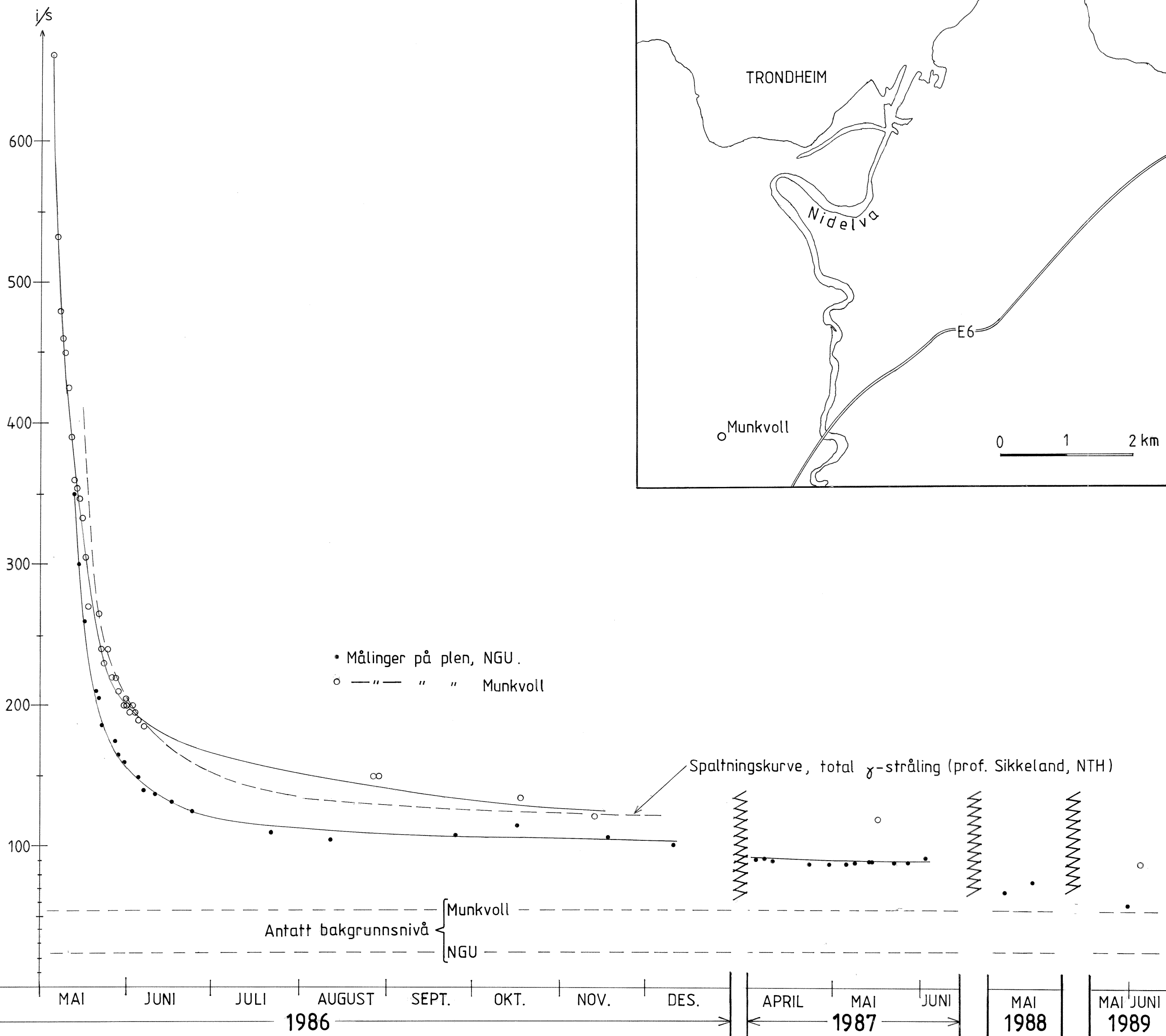
		1987														1988			1989*)			
		3/4 ²⁾	6/4 ²⁾	6/4 ⁴⁾	9/4 ²⁾	9/4 ⁴⁾	22/4 ²⁾	22/4 ⁴⁾	29/4 ²⁾	5/5 ⁴⁾	8/5 ⁴⁾	13/5 ²⁾	13/5 ⁴⁾	14/5 ⁴⁾	22/5 ⁴⁾	27/5 ⁴⁾	2/6 ⁴⁾	3/2 ⁴⁾	6/5 ⁴⁾	16/5 ⁴⁾	31/5 ⁴⁾	
Σ		2.39	2.41	111.5	2.47	113	2.45	109.0	2.35	109.5	112.0	2.45	113.0	114.0	111.4	112.5	115.5	93.5	89.5	95.8	77.25	77.7
SD		0.11	0.20	7.1	0.17	6.32	0.14	6.58	0.18	4.97	5.4	0.21	8.6	5.16	4.33	6.3	5.5	5.8	9.26	5.7	2.5	2.2
2.6	2.7	125	2.7	120	2.6	120	2.6	120	120	2.7	130	120	115	120	125	105	110	102	75	77.5		
2.5	2.7	120	2.7	125	2.7	120	2.7	115	120	2.8	125	125	110	125	125	100	100	105	80	75		
2.3	2.5	110	2.6	115	2.5	110	2.4	110	110	2.5	115	115	110	115	115	95	90	103	80	82.5		
2.3	2.3	105	2.3	105	2.3	105	2.2	105	110	2.2	105	110	112	110	115	95	80	92	75	80		
2.4	2.5	115	2.5	115	2.4	105	2.4	110	115	2.3	110	115	110	110	115	95	90	92	77.5	77.5		
2.3	2.4	110	2.5	110	2.5	105	2.2	105	110	2.5	105	110	105	110	115	90	85	95	80	77.5		
2.5	2.4	115	2.5	115	2.5	110	2.3	110	110	2.6	115	115	110	115	115	90	85	97	75	78		
2.3	2.3	105	2.3	110	2.4	110	2.3	110	115	2.4	110	110	107	105	110	90	80	92	75	77		
2.3	2.1	105	2.4	105	2.4	100	2.1	105	105	2.2	110	110	115	105	110	90	85	90	75	75		
2.4	2.2	105	2.2	110	2.2	105	2.3	105	105	2.3	105	110	120	110	110	85	90	90				

- 1) Knirps nr. 10
- 2) Knirps nr. 9
- 3) Knirps nr. 8
- 4) SAPHYMO nr. 5

*) Endret målefelt

TABELL 2: GAMMASTRÅLINGSAKTIVITET FRA BAKKEN, MUNKVOLL - TRONDHEIM

År	1986																
Dato	2/5	5/5	6/5	6/5	7/5	7/5	8/5	8/5	9/5	9/5	10/5	10/5	11/5	11/5	12/5	13/5	13/5
Morgen/Kveld	K	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	K	M	K
Instrument	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gjennomsnitt	22	18	15.5	15	14	14	13.5	13	13	13	13	12	12	11.5	11	11	10.5
Minimum	20	15	14	14	12	11	11	10.5	11	10.5	10.5	10	9.5	10	10	9.5	9.5
Maximum	25	22	20	18	18	16	16	15	15	17	15	14	15	15	13	12	12
År																	
Dato	14/5	14/5	15/5	15/5	16/5	16/5	17/5	21/5	22/5	23/5	24/5	26.5	27/5	28/5	30/5	31/5	1/6
Morgen/Kveld	M	K	M	K	M	K	K										
Instrument	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gjennomsnitt	10.5	10.3	10	9	9	8.5	8	7.5	7	6.5	7	6.4	6.5	6.2	5.6	5.6	5.5
Minimum	9	9	8.5	7	7	6.7	6.6	6	6	5.5	6	5.4	5.4	5.2	4.6	4.6	4.6
Maximum	12.5	11.5	11	10	10.5	10.2	9.5	8.5	8.2	7.6	8	7.1	8	7	7	6.8	6.4
År																	
Dato	2/6	3/6	4/6	5/6	7/6	26/8	28/8	17/10	12/11	1987			1989				
Morgen/Kveld										16/5	16/5	28/10	8/6				
Instrument	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3	3			Instrument	
Gjennomsnitt	5.6	5.5	5.4	5.4	5.2	5	5	4.6	4.3	3	145	129	113			1) Knirps nr. 9	
Minimum	4.8	4.8	4.6	4.6	4.4	4.5	4.4	4	3.6	2.5	135	110	95			2) Knirps nr. 6	
Maximum	6.3	7	6.2	6.6	6.4	6	6	5	5	3.5	165	150	130			3) Saphymo nr. 5	



Målinger av γ -stråling på bakken etter Tsjernobyl - ulykken TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT	
		TEGN	
		TRAC	L.F. 1990
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 90.051-01	KARTBLAD NR. 1621 IV	