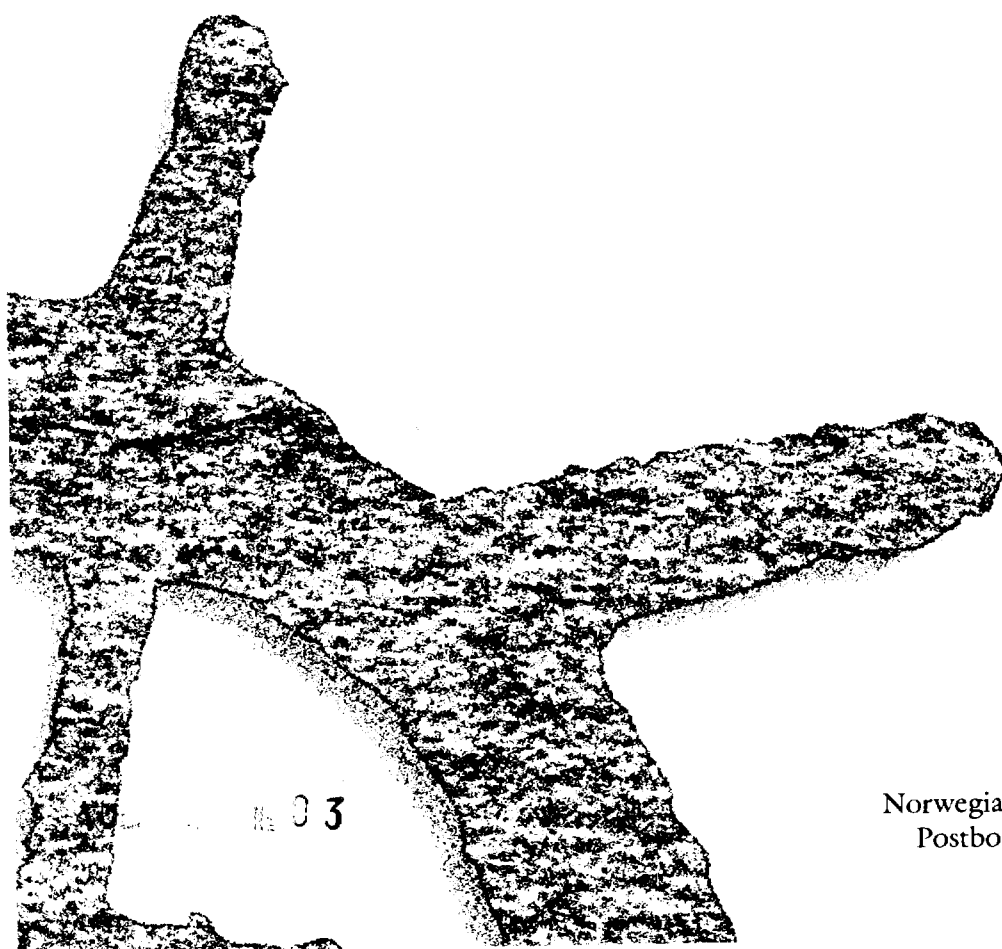




NO9600028

Tokt til «Komsomolets» i 1993 og 1994

Anne Kathrine Kolstad



Statens
strålevern

Norwegian Radiation Protection Authority
Postboks 55 · N-1345 Østerås · Norway

Tokt til «Komsomolets» i 1993 og 1994

Anne Kathrine Kolstad

Referanse:

Kolstad, AK. Tokt til «Komsomolets» i 1993 og 1994.
StrålevernRapport 1995:7. Østerås: Statens strålevern, 1995.

Emneord:

«Komsomolets», atomubåt, radioaktivitetsutslipp.

Resymé:

7. april 1989 sank den russiske atomubåten «Komsomolets» 180 km sørvest for Bjørnøya i Norskehavet. Ifølge russisk informasjon finnes det én atomreaktor og to torpedoer med kjernefysiske ladninger ombord. I fra 1991 har NRPA deltatt på årlige tokt ut til havaristedet. Dette er en samlet rapport for 1993 og 1994 toktet til «Komsomolets» og inneholder blant annet norske analyseresultater.

Reference:

Kolstad, AK. Expeditions to «Komsomolets» in 1993 and 1994.
StrålevernRapport 1995:7. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 1995.
Language: Norwegian.

Key Words:

«Komsomolets», nuclear submarine, radioactive release.

Abstract:

The russian nuclear submarine «Komsomolets» went down about 180 km southwest of the Bear Island in the Norwegian Sea on the 7.april 1989. According to Russian information contains the submarine one nuclear reactor and two torpedoes with nuclear warheads. The Norwegian Radiation Protection Authority has taken part in expeditions to the accident site since 1991. This is a report from the expeditions in 1993 and 1994 and includes sampling, analysis and results obtained by the Norwegian part.

Godkjent:



Erik-Anders Westerlund, avdelingsdirektør, Avdeling Miljø.

21 sider.

Utgitt 1995-09-15.

Opplag 200. Opptrykk

Form, omslag: Graf, Oslo.

Trykk: Gruner& Jebsen A/S, Østerås.

Bestilles fra:

Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås

Telefon: 67 16 25 00 Fax: 67 14 74 07

ISSN 0804-4910

Innhold

1 INNLEDNING	4
2 «KOMSOMOLETS»	5
2.1 Reaktor.....	5
2.2 Atomvåpen.....	6
3 TOKT TIL «KOMSOMOLETS» I 1993.....	6
3.1 Deltakelse.....	7
3.2 Strømforhold	7
3.3 Prøvetaking.....	7
3.3.1 Vannprøver	8
3.3.2 Sedimentprøver	9
3.3.3 Resultater 1993	10
3.4 Heving av redningskapselen.....	14
4 TOKT TIL «KOMSOMOLETS» I 1994.....	14
4.1 Tildekking av hull i fremre del av «Komsomolets».....	14
4.2 Deltakelse	15
4.3 Prøvetaking.....	15
4.3.1 Resultater 1994	15
5 KONKLUSJON	19
6 REFERANSER.....	20

VEDLEGG A

1 INNLEDNING

7. april 1989 havarerte den russiske atomdrevne ubåten «Komsomolets» med to atomstridshoder ombord 180 km sørvest for Bjørnøya i Norskehavet. Tragedien startet med en brann i seksjon syv bakerst i ubåten. Flere sikkerhetsforanstaltninger og rutiner fungerte ikke, og etter fem til seks timer sank «Komsomolets». Førtito menn døde i ulykken, og ubåten ligger på rundt 1700 m dyp.

Sommeren 1991 startet det russiske konstruksjonsfirmaet Rubin fra St. Petersburg opp med årlige ekspedisjoner til havaristedet med Statens strålevern representert fra norsk side (1). 1994-toktet ble i større grad arrangert av Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM). Ekspedisjonene i 1993 og 1994 varierte i innhold. I 1993 var det prøvetaking som sto på programmet samt heving av en redningskapsel. Året etter ble prøvetakingsprogrammet redusert, og man startet opp arbeidet med å dekke til torpedorørhullene i det ytre skroget med titanskjold. Denne operasjonen ble gjennomført for å minske vanngjennomstrømningen i ubåten.

«Komsomolets» er blitt filmet på havbunnen av de russiske undervannsfarkostene, MIR I og MIR II, se Figur 2. Opptakene viser at ubåten er mest skadet i fremre del. Russerne gjennomfører et nytt tokt sommeren 1995 for å dekke til det største hullet (cirka tyve kvadratmeter) i ubåten på babord side i øvre del av første seksjon.

Det er ikke på noe tidspunkt blitt målt høye radioaktivitetsnivåer i biota-, vann- eller sedimentprøver i området nær ubåten.

2 «KOMSOMOLETS»

Ubåten «Komsomolets» ble ferdigbygget i 1983. Hun er en meget spesiell ubåt hvor såvel det indre trykkskroget som det ytre skroget er laget av titan. Dette metallet er meget motstandsdyktig samtidig som det er lettere enn både jern og stål. Ved å bruke titan som konstruksjonsmateriale, ga det «Komsomolets» en spesiell evne til å kunne arbeide helt nede på tusen meters dyp, noe som er ugjennomførbart for andre ubåter som har en arbeidsdybde på høyst fire- til fem hundre meter. Russiske ubåter er ikke spesielt stillegående, men ved å øke arbeidsdybden vil de vanskelig kunne oppdages.

«Komsomolets» har en lengde på cirka 120 meter, og selve trykkskroget består av syv seksjoner. Brannen den 7. april 1989 startet i den bakerste seksjonen hvor det blant annet ble oppbevart sengetøy, klær, brød etc.. Etter at brannen brøt ut økte temperaturen og trykket raskt. Ubåten gikk opp til overflaten, men mannskapet måtte gi tapt etter fem til seks timer og «Komsomolets» sank ned til havbunnen. Det er grunn til å tro at årsakene til havariet er flere, blant annet at mannskapet hadde mangelfull opplæring, dårlig beslutningsdyktighet blant offiserene ombord og noen tekniske mangler på selve ubåten. Da «Komsomolets» sank nedover, prøvde fem av mannskapet å overleve i en redningskapsel som var bygd inn i ubåten. Den ble skutt opp til overflaten, men dessverre lyktes ikke operasjonen, og kun én av de fem i kapselen overlevde. På 1993 toktet ble redningskapselen lokalisert noen hundre meter fra «Komsomolets», og en større redningsoperasjon ble satt i verk for å heve denne til havoverflaten.

Det er kun fagfolk fra Russland som vet alle detaljer om «Komsomolets», og alle data om ubåten i denne rapporten vil være annenhåndsinformasjon. I følge russisk informasjon inneholder «Komsomolets» én atomreaktor og to torpedoer med atomstridshoder med til sammen seks til ti kilo plutonium.

2.1 Reaktor

Det er installert én PWR atomreaktor (trykkvannsreaktor) i «Komsomolets». Det er usikkert hvor mange driftstimer reaktoren hadde før ubåten forulykket. En ting er imidlertid sikkert, reaktoren ble slått av før ubåten havarerte. I 1991 ble mengden av isotopene i reaktoren oppgitt til :

- cesium-137 til $3,0 \times 10^{15}$ Bq
- strontium-90 til $2,7 \times 10^{15}$ Bq
- plutonium-239 til cirka 2 kg

Selve brenselet består av en metallegering av uran og aluminium.

I trykkvannsreaktorer benyttes vann både til avkjøling og som moderator. Fra russisk hold er det også gitt informasjon om at brenselet har en anrikning på 30% uran-235. I de mest moderne skipsreaktorene brukes i dag oftest høyanriket uran med 90–97% uran-235.

Like før «Komsomolets» sank ble reaktoren automatisk stoppet ved å kjøre kontrollstaver inn i reaktorkjernen. Kapslingen rundt brenselet er av stål.

2.2 Atomvåpen

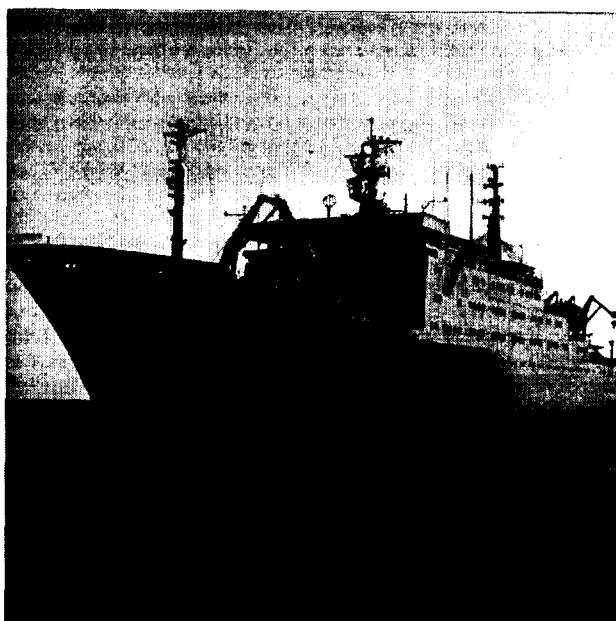
«Komsomolets» er utstyrt med to torpedoer med atomstridshoder. Total mengden av plutonium-239 og plutonium-240 i våpnene er oppgitt til mellom seks og ti kilo. Det benyttes våpengrad plutonium i torpedoene og det vil si at atomsprengstoffet i hovedsak består av plutonium-239. Torpedoseksjonen i «Komsomolets» ble sterkt skadet ved forliset.

3 TOKT TIL «KOMSOMOLETS» I 1993.

Toktet startet for norsk representant 29. juli i København og ble avsluttet i Kirkenes 29. august. Toktet ble noe lenger enn planlagt på grunn av en hevingsoperasjon av redningskapselen til «Komsomolets».

Målet for turen var følgende:

- Samle inn prøvemateriale og gjøre forskjellige typer målinger for å kunne kartlegge radioaktivitetsnivået i nærheten av «Komsomolets».
- Få vurdert om ubåten er eller noen gang i fremtiden vil bli en trussel for vårt miljø.



Figur 1. RV «Akademik Mstislav Keldysh»

- Undersøke ubåten og torpedoene med hensyn på korrosjonsskader ved opphold i havet.

For å gjennomføre undersøkelser på havbunnen på 1700 m dyp kreves det avansert teknologi både under og over vann. Det russiske forskningsskipet RV «Akademik Mstislav Keldysh» ble benyttet på toktet, se Figur 1. Russerene ombord mente at dette skipet uten tvil var landets beste fartøy i sin klasse. Hun er blant annet utstyrt med to



Figur 2. Dypvannsfarkost MIR 1

dypvannsfarkoster MIR 1 og MIR 2, se Figur 2. Dette er bemannede ubåter som kan dykke helt ned på 6000 m. dyp. MIR-gruppen ombord bestod av cirka tyve høyt kvalifiserte personer med Anatoly M. Sagalevitch fra P.P. Shirsov Oceanological Institute som leder. Takket være han har russisk undervannsteknologi utviklet seg siden første dykket i 1947. Sagalevitch viste bilder av de første russiske undervannsfarkostene og utviklingen av disse frem til i dag i et foredrag ombord på «Keldysh».

3.1 Deltakelse

Det var over hundre russiske fagfolk ombord, blant annet representanter fra kjente russiske institutter som V.G. Khlopin Radium Institute, Krylov Shipbuilding Research Institute og Kurchatov Institute, se Vedlegg A. Den utenlandske delegasjonen bestod av to amerikanere, to nederlendere og undertegnede, se Vedlegg A.

3.2 Strømforhold

De første russiske strømhastighetsmålingene som ble foretatt ved «Komsomolets» viste meget høye verdier helt opptil 1.5 meter per sekund. Det er ikke målt tilsvarende høye verdier på toktene i 1993 og 94 og russerne tror nå i etterkant at de første målingene er overestimerte. Det er også gjort målinger fra norsk side ved Havforskningsinstituttet i Bergen (2). I perioden 4. mai til 4. august 1993 ble strømhastighetene målt på flere dyp i nærheten av ubåten. Den høyeste verdien ble målt til 0.35 meter per sekund og strømrretningen gikk horisontalt enten til nord eller sør.

I 1993 plasserte russerne ut et nytt instrument som skulle måle strømhastigheten månedlig gjennom et helt år. Russerne lyktes dessverre ikke å lokalisere utstyret på toktet i 1994.

3.3 Prøvetaking

Vann-, sediment- og biotaprøver ble tatt kontinuerlig under hele toktet. Prøver ble tatt både direkte i fra «Keldysh» og ved hjelp av de bemannede miniubåtene, MIR I og MIR II.

Russiske forskere hadde utstyr til å utføre gammaspektrometriske målinger både på prøvematerialer som ble tatt ombord i «Keldysh» samt utføre direkte «in-situ»-målinger nede på havbunnen. Krylov Shipbuilding Research Institute benyttet en natriumjodid-krystall (diameter-80 mm og lengde-400 mm) med 9.3% oppløsning for Cs-137 til «in-situ»-målinger. Utstyret hadde høy følsomhet og ble benyttet til detektering av cesium-137. Måleutstyret gikk under navnet EKO-5, og kunne operere helt ned på sekstusen meters dybde. Kurchatov Institute fra Moskva benyttet også et liknende instrument med navn REM-2.

Både i 1993 og 1994 ble det påvist en lekkasje av cesium-137 i nærheten av en ventilasjonskanal med tilknytning til reaktorseksjonen. Lekkasjen er minimal, og *målingene må gjennomføres akkurat ved utløpet av kanalen, ellers vil detektering være umulig på grunn av høy skjerming av havvannet.* «In-situ»-målinger ble gjennomført ved å feste både amerikansk og russisk måleutstyr direkte på understellet ("skien") til MIR I. Det var kun det russiske instrumentet som klarte å detektere Cs-137 på grunn av høyere følsomhet enn det amerikanske. Det viser imidlertid hvor liten lekkasjen er.

MIR'ene tok også andre typer prøver ved utløpet av kanalen som for eksempel vannprøver som direkte ble sugd ut av kanalen, og de plasserte forskjellige typer sorbenter nede i selve kanalen. V.G. Khlopin Radium Instituttet brukte $Ba(Ca)SO_4$ -sorbenter for detektering av strontium-90, og zirkoniumjerncyanid-sorbenter til detektering av cesium. Eksponeringstiden var opptil en uke.

Russerne er ikke lenger interessert i å heve «Komsomolets. De er nå mer opptatt av å forsegle og hermetisere deler av ubåten. De testet derfor ut flere typer stoffer, blant annet «khitosan». Det har vært snakk om å benytte dette stoffet til forsegling av torpedoene på «Komsomolets». «Khitosan» dannes i skallet på skalldyr og har evne til absorbere tungmetaller, deriblant plutonium. Når man vet at halveringstiden til plutonium-239 er på over 24 000 år, spør det om kostbare forseglingstiltak har noe for seg.

En liten fjernstyrt dypvannsfarkost, ROV, med navn FISH ble også benyttet nede på havbunnen. Den ble manøvrert inn i «Komsomolets» av MIR mannskapet ved hjelp av en kabel. ROVen var utstyrt med videokamera, lys og flere propeller. Kvaliteten på opptakene var meget bra, men dessverre stod ikke kvaliteten på kabelen i stil til resten av utstyret. Kulda nede på havbunnen gjorde kabelen stiv, og dermed ble ROVen umulig å håndtere. Deltagerne ombord på "Keldysh" fikk se videoopptak nede i fra første seksjon i ubåten, men når opptakene nærmet seg torpedo seksjonen ble fremvisningen avsluttet på grunn av uhåndterlig utstyr.

Statens strålevern, NRPA, preparerte sine vann- og sedimentprøver ombord, mens analyseringen av prøvene med hensyn på alfa- og gamma aktivitet ble gjennomført i laboratoriene på Østerås.

3.3.1 Vannprøver

Statens strålevern fikk fire vannprøver á hundre liter. Tre av disse ble forbehandlet ombord på «Keldysh» og senere analysert med hensyn på radiocesium, se resultatet i

Tabell. 1 kap. 3.3.3. Vannet ble tilsatt konsentrert saltsyre til pH=2.2 og dernest 50 g AMP (ammonium molybdenfosfat). Dette stoffet virker som en uorganisk kationebytter for cesium i sure løsninger. Løsningen ble blandet i én time. Etter henstand over natten ble løsningen dekantert og cirka fem liter ble overført til en ti liters kanne og tatt med hjem. Etter filtrering og tørking ble gamma aktivitet målt på bunnfallet med en høyoppløselig germaniumdetektor.

Én vannprøve på hundre liter ble også tatt med hjem for bestemmelse av actinidene plutonium-239/240 og americium-241, se Tabell. 1 kap. 3.3.3. Vannet ble forbehandlet ombord på «Keldysh» og senere analysert i laboratoriet på Østerås. Vannprøven ble tilsatt konsentrert saltsyre til pH=2 og Pu-242/Am-243-tracer for beregning av kjemisk utbytte. Etter jernhydroksydfelling ble anionebyttekolonner benyttet til å separere plutonium og americium i fra andre naturlige nuklider (3). Tilstutt ble Am- og Pu-atomer elektrolysert ned på stålskiver og detektert ved hjelp av alfaspektroskopi. Detektorsystemet består av PIPS-detektorer som er diskriminert til energiområdet 3,5- til 7,0 MeV.

3.3.2 Sedimentprøver

Sedimentprøver ble tatt på forskjellige måter i form av grabprøver, sedimentprofiler og

boxcorere. Grabprøvene og boxcorene ble tatt direkte i fra «Keldysh», mens sedimentprofilene ble tatt av MIR I og MIR II helt i nærheten av «Komsomolets». NRPA fikk to sedimentprofiler (diameter lik 87mm) i fra reaktorområdet og én profil i fra torpedoområdet, se Tabell 2. Alle sedimentprøvene ble analysert med hensyn på alfa- og gamma aktivitet, se Tabell 2 og 3 nedenfor. Profilene ble seksjonert ombord i ett øverste lag av én centimeter og resten i fem centimeters lag, frosset ned og frysetørret ved hjemkomst. Alle sjiktene ble målt på høyoppløselig germaniumdetektor og analysert med hensyn på plutonium-239/240- og americium-241. Alfaprosedyren for sedimentprøver er ganske lik havvannsprosedyren som er nevnt over (3). Forskjellen ligger imidlertid i at ekstraksjon med 10% TIOA/xylene løsning tas med i prosedyren for å skille plutonium fra americium.



Figur 3. Boxcorer

Den 15. august ble en interkalibreringsprøve preparert fra en box corer, se Figur 3. Sedimentprøven ble tørket, knust, malt og homogenisert på «Keldysh». Seks forskjellige laboratorier deltok, og Albert W. van Weers fra ECN i Nederland koordinerte det hele.

3.3.3 Resultater 1993

Atomprøvesprengningene i sekstiåra, Tjernobylyllykken og utslipp fra represseringsanleggene i Sellafield (England) og Cape de la Hague (Belgia) er kilder til bakgrunnsstrålingen i Norskehavet. Det er nedfall fra atomprøvesprengninger som dominerer som kilde nord for den 65^o breddegrad for Pu-239 og Pu-240 og Am-241. Det er anderledes for cesium som er en mer løselig og mobil nuklide. Cesiumbidraget fra Sellafield til bakgrunnsnivået i Norskehavet vil være relativt større enn bidraget fra plutonium og americium. Transuranutslippene fra Sellafield vil sedimenteres mye raskere enn cesium. Forventede konsentrasjoner av cesium-137 og plutonium 239/240 i overflatevann vil være i størrelsesorden 10 Bq/m³ og 15 mBq/m³ henholdsvis (4, 5).

Prøvemateriale tatt i nærheten av en reaktor kan inneholde både fisjons- og nøytronaktiveringsprodukter, se nedenfor:

Fisjonsprodukter

Nuklide	T _{1/2}	Nuklide	T _{1/2}
Sr-89	50,5 d	I-131	8,02 d
Sr-90	28,5 år	Cs-137	30,17 år
I-129	1,57x10 ⁷ år	Y-91	58,5 d
Zr-95	64 d	Cs-136	13,16 d
Nb-95	34,97 d	Ba-140	12,75 d
Tc-99	2,1x10 ⁵ år	Ce-141	32,5 d
Ru-103	39,4 d	Ce-144	284,8 d
Ru-106	368 d	Eu-155	4,96 år
Sb-125	2,77 år		
Y-90	64,1 t		

Nuklider som blir dannet gjennom nøytroninnfangning i reaktoren går under navnet nøytronaktiveringsprodukter og deles inn i korrosjonsprodukter, transuraner og andre radionuklider.

Korrosjonsprodukter

Transuraner

Nuklide	T _{1/2}	Nuklide	T _{1/2}
Co-60	5,27 år	U-239	23,5 m
Zn-65	244 d	Np-239	2,355 d
Cr-51	27,7 d	Pu-239	2,41x10 ⁴ år
Mn-54	312,2 d	Pu-238	87,74 år
Fe-55	2,7 år	Pu-240	6550 år
Fe-59	45,1 d	Pu-241	14,4 år
Co-58	70,78 d	Am-241	432,6 år
Ni-63	100 år	Cm-242	162,8 d
Ag-110m	249,9 d	Cm-244	18,11 år

Andre radionuklider

Nuklide	$T_{1/2}$
Cs-134	2,06 år
Eu-154	8,8 år

Det er gått flere år siden «Komsomolets» havarete, og det er bare de langlivede nuklidene som er av interesse. Det er spesielt nivåene av nuklidene strontium-90, cesium-137 og plutonium-239/240 som detekteres for eventuelt å kunne påvise lekkasjer fra «Komsomolets». Radioaktivitetsmålingene i 1993 viste stort sett samme lave nivå som tidligere år. Nuklidene Cs-134/137, Pu-239/240 og Am-241 ble detektert i NRPA sitt prøvemateriale. Konsentrasjonene må i det vesentligste tilskrives bakgrunnsstrålingen i området.

Russisk måleutstyr detekterte kun cesium-137 konsentrasjoner over bakgrunnsnivå ved utløpet av en ventilasjonskanal som hadde tilknytning til reaktorseksjonen. Det ble ikke påvist lekkasje av plutonium fra «Komsomolets».

Tabell 1. Vann resultater, NRPA 1993.

Prøve	^{241}Am mBq/m ³	$^{239+240}\text{Pu}$ mBq/m ³	^{137}Cs mBq/m ³
St.3197, bunnvann	2.3 ±0.45	15 ±1.5	-
St. 3122, overflatevann	-	-	7.2 ±0.5
St.3136, overflatevann	-	-	5.5 ±0.4
St. 3137, bunnvann	-	-	1.5 ±0.15

Americium- og plutoniumverdiene stemmer godt overens med verdiene Hallstadius et.al. (4) fant på åttitallet. Americiumutslipp fra Sellafield vil ikke gi noe bidrag til nivået i Norskehavet. Americium som dannes vil sedimentere hurtigere enn plutonium på grunn av høyere affinitet for løse partikler og americium vil dermed ikke transporteres så langt som til Norskehavet (5). Cesium-137 er mer løselig enn plutonium og vil ha en transporttid fra Sellafield på rundt tre til fire år (5). Cesiumkonsentrasjonen vil avta med dybden på grunn av høy løselighet og meget lav sedimentering.

Som tidligere nevnt ble det preparert en sediment interkalibreringsprøve ombord i regi av A.W. van Weers fra Nederland. De seks laboratoriene som deltok fikk alle én femti grams prøve for analysering. Alle institusjonene rapporterte cesium-137 verdier og nivået lå fra 2.2 til 4.8 Bq/kg. Det var kun Statens strålevern som oppga plutonium-239/240 og americium-241 verdier.

Tabell 2. Americium og plutonium verdier i sedimentprøver, NRPA 1993

Prøve	^{241}Am mBq/kg	$^{239+240}\text{Pu}$ mBq/kg	^{238}Pu mBq/kg
M2-6-7/ Reaktor babord 0 - 1cm	125 ±15	35 ±10	< 20
1- 6 cm	80 ±10	< 10	< 20
6 -11cm	*I.A.	< 10	< 20
11-16cm	"	**I.D.	< 20
M2-6-8/ Reaktor styrbord 0- 1cm	80 ±10	180 ±20	< 20
1- 6cm	230	**I.D.	< 20
6-11cm	*I.A.	< 10	< 20
11-16cm	"	< 10	< 20
16-21cm	"	< 10	< 20
M2-4-12/ Torpedo babord 0- 1cm	40 ±10	55 ±10	< 20
1-6cm	160 ±40	280 ±50	< 20
6-11cm	*I.A.	< 10	< 20
11-16cm	"	< 10	< 20
St. 3124-2 Grabsample	405±45	640 ±60	90 ±20
St.3170-2 Grabsample	90 ±30	355 ±45	< 20

* I.A. - Ikke analysert

** I.D. - Ikke detektert

Tabell 3. Cesiumaktivitet i sedimentprøver, NRPA 1993
Ref. dato 1.09.94

Prøve	^{134}Cs Bq/kg, 1sigma	^{137}Cs Bq/kg, 1sigma	$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$
M2-6-7/ Reaktor babord 0 - 1cm	2.20 ±0.2	7.60 ±0.5	0.29
1- 6 cm	*I.D.	0.85 ±0.3	-
6 -11cm	"	*I.D.	-
11-16cm	"	"	-
M2-6-8/ Reaktor styrbord 0- 1cm	1.8 ±0.1	13.1 ±0.5	0.14
1- 6cm	*I.D.	0.8 ±0.1	-
6-11cm	"	*I.D.	-
11-16cm	"	"	-
16-21cm	"	"	-
M2-4-12/ Torpedo babord 0- 1cm	1.10 ±0.10	5.3 ±0.4	0.2
1- 6cm	0.25 ±0.05	1.2 ±0.08	0.2
6- 11cm	*I.D.	0.2 ±0.06	-
11-16cm	"	*I.D.	-
St.3124-2 Grabsample	0.3 ±0.05	7.6 ±0.3	0.04
St.3170-2 Grabsample	*I.D.	1.7 ±0.1	-

*I.D.- Ikke detektert

Nuklidene Cs-134 og Cs-137 ble begge detektert i sedimentprøvene. Ifølge (1) var forholdet mellom Cs-134 og Cs-137 på mellom 0.5 og 0.6 da reaktoren ble slått av. Fire og et halvt år etter vil forholdet reduseres til 0.12 til 0.15 på grunn av isotopenes forskjellige halveringstid. Det stemmer godt overens med verdien på 0.14, som vi fant for sedimentprofilen i fra reaktorområdet M2-6-8/1. Den radioaktive forurensingen fra cesiumisotopene stammer trolig fra «Komsomolets».

3.4 Heving av redningskapselen

Den 19. august kom et russisk fartøy fra Murmansk for å lede hevingsoperasjonen av redningskapselen til «Komsomolets». Dersom en ubåt er i ferd med forulykke kan en slik kapsel kunne benyttes. Den kan skytes ut og etter noen sekunder på overflaten vil den synke til bunnen igjen. I april 1989 var det fem mennesker inne i kapselen, men bare én overlevde. Pustemasker var mangelvare ombord, og flere av mannskapet mistet bevisstheten på grunn av oksygenmangel.

Redningskapselen på cirka 50 tonn ble lokalisert to til trehundre meter i fra «Komsomolets». MIR I og MIR II gjorde en kjempejobb med å feste en krok, trosser og kabler til kapselen. Hevingsoperasjonen gikk bra i begynnelsen, men i følge de informasjonen utlendinger fikk, brast kabelen like før kapselen nådde havoverflaten. Det russiske militær skipet manglet skikkelig navigasjonsutstyr, og var ikke godt nok egnet for operasjonen. Det oppstod svingninger i kabelen, og det førte tilslutt til brudd.

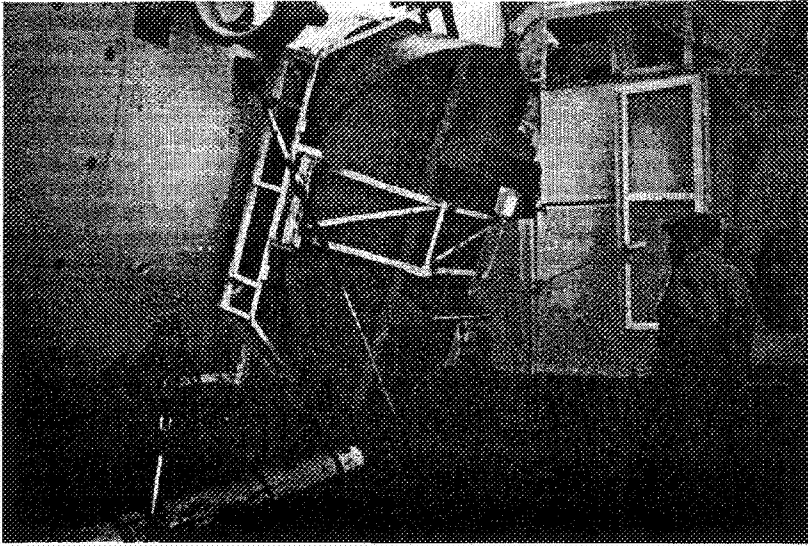
4 TOKT TIL «KOMSOOLETS» I 1994

I 1994 ble ekspedisjonen til «Komsomolets» arrangert av Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disaster. Fra russiske side ble det planlagt et to måneders tokt, og norske myndigheter besluttet å delta i kun en fjorten dagers periode fra 5 juli. Norsk deltager ble fraktet ut fra Nordflåtens sentralanlegg i Severomorsk i Murmansk i militærbåten «Semyon Dezhnev». Flere folk fra Ministeriumet var ombord, deriblant viseminister Sergei Khetagurov. Vi kom frem til «Komsomolets» på formiddagen den 7.juli, og gikk ombord i «Akademik Mstislav Keldysh» som ti dager senere returnerte til Hammerfest.

Hovedformålene med 1994-toktet var først og fremst å dekke til torpedo hullene i fronten av «Komsomolets» med ferdiglagde plater(skjold) av titan og innsamling av forskjellig type prøvematerialer som vann, sediment og biota.

4.1 Tildekking av hull i fremre del av «Komsomolets».

Tildekking av hull i fremre del av ubåten var russernes viktigste oppgave på 1994 toktet. Totalt dekket de til ni hull hvorav seks var torpedoluker. De hadde med seg ferdiglagde titanplater i fra Russland, se Figur 4. Titanplatene ble montert på ubåten av miniubåtene MIR I og II.



Figur 4. Titanplate festet til MIR I

Nede på havbunnen ble skjoldene løftet med gummisiden inn mot «Komsomolets» og ved å plassere noen lodd på utsiden ble de presset fast til ubåten.

4.2 Deltakelse

Utenlandsk deltagelse på 1994-toktet bestod av Dr. Lang fra IAEA (Det Internasjonale Atomenergibyrået), tre deltagere fra Nederland samt undertegnede for en kortere periode av toktet, se Vedlegg A.

4.3 Prøvetaking

Det ble tatt færre prøver i 1994 sammenlignet med 1993. Som nevnt over var det tildekkingen av de mindre hullene foran i bauen som var viktigst. I 1994 ble norsk toktedeltagelse bestemt på meget kort varsel, og det gikk ut over kvaliteten på toktforberedelsene. Det ble blant annet ikke analysert noen vannprøver fra norsk side dette året. NRPA fikk to sediment profiler fra torpedo området og to fra reaktorområdet, én profil fra en boxcore (15.07.94 stasjonnr. 3289) og to grabprøver, se tabell 4. Alle sedimentprøvene ble analysert med hensyn på α - og γ -aktivitet på samme måte som i 1993, se kapittel 3.2.2.

4.3.1 Resultater 1994

Alle våre resultater fra 1994 lå på samme lave nivå som tidligere år, se Tabell 4 og 5. Blant fagfolkene ombord ble det utvekslet måleresultater i fra 1993. Verdiene var i samme størrelsesorden.

Tabell 4. Cesiumaktivitet i sedimentprøver, NRPA 1994

Prøve	^{134}Cs Bq/kg, 1sigma	^{137}Cs Bq/kg, 1sigma	$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$
M2-5-4/ Reaktor 0 - 1 cm	0.36 ±0.3	4.1 ±0.1	0.09
1- 6 cm	0.30 ±0.15	2.7 ±0.05	0.11
6 -11 cm	*I.D.	*I.D.	-
11-16 cm	"	"	-
16-21 cm	"	"	-
21-26 cm	"	"	-
M2-5-10 Reaktor 0- 1cm	"	2.9 ±0.09	-
1- 6cm	"	0.44 ±0.15	-
6-11cm	"	0.38 ±0.22	-
11-16cm	"	*I.D.	-
16-21cm	"	0.9 ±0.15	-
21-26 cm	"	0.5 ±0.15	-
M2-4-10/ Torpedo 0- 1cm	0.5 ±0.18	4.4 ±0.06	0.11
1- 6cm	0.35 ±0.12	3.50 ±0.04	0.10
6- 11cm	*I.D.	*I.D.	-
11-16cm	"	"	-
M2-4-7/ Torpedo 0-1 cm	0.55±0.14	4.9 ±0.05	0.1
1-6 cm	*I.D.	0.29 ±0.22	-
6-11 cm	"	*I.D.	-
11-16 cm	"	"	-
16-21 cm	"	"	-
21-26 cm	"	"	-

Fortsettelse Tabell 4. Cesiumaktivitet i sedimentprøver, NRPA 1994

Prøve	¹³⁴ Cs Bq/kg	¹³⁷ Cs Bq/kg	¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs
Box core 5			
0-1 cm	*I.D.	15.8 ±0.02	-
1-6 cm	"	1.5 ±0.06	-
6-11 cm	"	*I.D.	-
11-16 cm	"	"	-
16-21 cm	"	"	-
St. 3258 Grab	0.25 ±0.2	6.2 ±0.04	0.04
St 3226 Grab	0.3 ±0.2	8.2 ±0.04	0.04

*I.D - Ikke detektert

Tabell 5. Plutonium²³⁹⁺²⁴⁰ verdier i sedimentprøver, NRPA 1994.

Prøve	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq/kg
M2-5-4/ Reaktor 0 - 1 cm	20 ±4
1- 6 cm	15 ±5
6 -11 cm	60 ±8
11-16 cm	*I.D.
16-21 cm	"
21-26 cm	"
M2-5-10 Reaktor 0- 1cm	6.0 ±2.5
1- 6cm	0.45 ±0.15
6-11cm	*I.D.
11-16cm	"
16-21cm	"
21-26 cm	"
M2-4-10/ Torpedo 0- 1cm	25.0 ±10
1- 6cm	*I.D.
6- 11cm	"
11-16cm	"
M2-4-7/ Torpedo 0-1 cm	20 ±5
1-6 cm	4.0 ±2
6-11 cm	*I.D.
11-16 cm	"
16-21 cm	"
21-26 cm	"

Fortsettelse av Tabell 5. Plutonium 239+240 verdier i sedimentprøver, NRPA 1994.

Prøve	Sted	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq/kg
Box core 5, Stasjon 3289 0-1 cm	73°44.57N 13°25.41E	750 ±55
1-6 cm	"	1.5 ±0.1
6-11 cm	"	20 ±5
11-16 cm	"	I.D.
16-21 cm	"	"
St. 3258 Grab 1740 meter	73°43.63N 13°04.26E	670 ±40
St 3226 Grab 1931 meter	73°58.98N 13°07.26E	870 ±60

*I.D.- Ikke detektert

5 KONKLUSJON

Tilstanden til «Komsomolets» er stabil, og ubåten er for øyeblikket ingen trussel for miljøet omkring.

I en ventilasjonskanal med tilknytning til reaktorseksjonen er det blitt påvist konsentrasjoner av cesium-137 over bakgrunnsnivå. Det er snakk om en liten lekkasje som er vanskelig å detektere. Cesium er meget lettløselig i vann og fortynningsgraden er enorm. Fagfolkene ombord mente at lekkasjen ikke vil kunne representere noen fare for hverken fisk eller mennesker.

Vi diskuterte også hva en eventuell lekkasje av plutonium fra torpedoene vil kunne forårsake og ble enige om at også denne kilden ikke representerer noen fare for miljøet. Men for å bedre kartlegge eventuell "pathway to man" bør man få undersøkt strømforholdene gjennom et helt år. Det vil også være av interesse og få kartlagt mixing graden av vannlagene når vinterstormene setter inn.

Utlendingene ombord var enige om at årlige tokt til «Komsomolets» ikke er påkrevet, men på den annen side trodde man at folkeopinionen ville kreve at målinger ble gjennomført.

Det var en fin tone ombord og kommunikasjonen blant deltagerne var upåklaglig. Russerne var svært åpne, og ga oss all den informasjon vi ønsket bortsett fra torpedo-informasjon som fortsatt er meget hemmelig.

6 REFERANSER

1. Bøhmer N, Berthelsen T. Undersøkelse av radioaktiv forurensning etter havariet med atomubåten "Komsomolets". SIS Arbeidsdokument 1992:8. Østerås: Statens institutt for strålehygiene, 1992.
2. Miljørapport 1994. Fisken og havet, særnummer 2/1994. Bergen: Havforskningsinstituttet, 1994.
3. Chen Q et al. Determination of plutonium in environmental samples by controlled valence. RISØ rapport M-2856. Roskilde: Risø National Laboratory, 1991.
4. Hallstadius L, Aarkrog A, Dahlgaard H, Holm E, Boelskifte S, Duniec S et al. Plutonium and americium in Arctic waters, the North Sea and Scottish and Irish coastal zones. Journal of Environmental Radioactivity 1986;4: 11-30.
5. Dahlgaard H, Aarkrog A, Hallstadius L, Holm E, Rioseco J. Radiocesium transport from the Irish Sea via the North Sea and the norwegian coastel current to east Greenland. Conseil International pour l'Exploration de la Mer. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions 1986; 186: 70-79.

Appendiks A

Utenlandsk deltagelse i 1993			
Navn	Nasjonalitet	Institusjon	Arb.oppgaver
Charles Hollister	USA	WHOI*	Sedimentering på havbunnen, havstrømmer etc.
Hugh Copeland	USA	NRaD*	Gamma spektrometri
Tom Verhoeff	Nederland	Smit int.*	Redningsoperasjoner
Albert van Weers	Nederland	ECN*	Radioøkologi
Utenlandsk deltagelse i 1994.			
Jan ter Haar	Nederland	Smit int.*	Redningsoperasjoner
Wout Ouwens	Nederland	HEEREMA	Undervannsteknologi
Dr. Lang Huynh-Ngoc	Monaco	IAEA*	Kjemi oceanograf
Marianne de Wit	Nederland	-	Tolk
Noen av de russiske institusjoner som var med både 1993 og 1994			
Konstruksjonsfirmaet CD B ME "Rubin"		St. Petersburg	
V.G. Khlopin Radium Institute		St. Peterersburg	
A.N. Krylov research Institute		St. Petersburg	
RSC Kurchatov Institute		Moskva	
P.P. Shirshov Oceanological Institute Research Centre of Nuclear Safety of Ministry of Defence of the RF work		St. Petersburg	
Research Institute of Experimental Physics		Arsamas-16	
A.P. Karpinsky Geological Research Institute			

* forkortelser: WHOI - Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA.

NRaD - Naval center in San Diego.

Smit - Smit international company, Rotterdam.

ECN - Netherlands Energy Research Foundation, Petten.

IAEA - Internasjonal atom energi byrå, Monaco.

StrålevernRapport 1995:1
Radioactivity in the marine environment
Report from the national surveillance programme

StrålevernRapport 1995:2
Årsrapport 1994

StrålevernRapport 1995:3
Magnetiske felt i en neonatal intensivavdeling

StrålevernRapport 1995:4
Videreutvikling av norsk atomulykkeberedskap

Strålevernrapport 1995:5
Mammografivirksomhet i Norge

StrålevernRapport 1995:6
Helse- og miljøvirkninger av atomvåpen

ISSN 0804-4910

