

## K-159

Havariet av den russiske atombåten K-159 og den norske atomberedskapsorganisasjonens håndtering av ulykken



*Referanse:*

Hermansen K, Selnæs Ø, Eikermann IM, Holo E, Liland A, Sickel M, Amundsen I, Reistad O. "K-159. Havariet av den russiske atomubåten K-159 og den norske atomberedskapsorganisasjonens håndtering av ulykken". StrålevernRapport 2006:8. Østerås: Statens strålevern, 2006.

*Emneord:*

K-159. Atomberedskap. Atomhendelse. Atomubåt. Miljøovervåkning. Kildeterm. Dekommisjonering.

*Resymé:*

Den norske beredskapsmessige håndteringen av havariet av den russiske atomubåten K-159 er presentert. Målinger rundt K-159 har ikke vist noen økt konsentrasjon av radionuklider rundt ubåten.

*Reference:*

Hermansen K, Selnæs Ø, Eikermann IM, Holo E, Liland A, Sickel M, Amundsen I, Reistad O. "K-159. The loss of the Russian nuclear submarine K-159 at sea and the Norwegian nuclear emergency organisation's handling of the accident". StrålevernRapport 2006:8. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2006. Language: Norwegian.

*Key words:*

K-159. Nuclear emergency preparedness. Nuclear event. Nuclear submarine. Environmental monitoring. Source term. Decommissioning.

*Abstract:*

The Norwegian nuclear emergency organisation's handling of accident is presented. Measurements in the vicinity of K-159 show no increased concentration of radionuclides in the area surrounding the submarine.

Godkjent:



Finn Ugletveit, avdelingsdirektør, Avdeling beredskap og miljø.

13 sider.

Utgitt 2006-06-20.

Opplag 200 (06-06).

Form, omslag: Lobo Media AS, Oslo.

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

*Bestilles fra:*

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

Telefon 67 16 25 00, telefax 67 14 74 07.

e-post: [nrpa@nrpa.no](mailto:nrpa@nrpa.no)

[www.nrpa.no](http://www.nrpa.no)

ISSN 0804-4910

## K- 159

Havariet av den russiske atomubåten K- 159 og den norske atomberedskapsorganisasjonens håndtering av ulykken

Kari Hermansen

Øyvind Selnæs

Inger Margrethe Eikermann

Eldri Holo

Astrid Liland

Morten Sickel

Ingar Amundsen

Ole Reistad

**Statens strålevern**

Norwegian Radiation  
Protection Authority  
Østerås, 2006



---

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Ulykken og umiddelbare reaksjoner</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Ubåten K-159</b>	<b>7</b>
3.1	Spesifikasjoner	7
3.2	Tilstanden til K- 159	7
<b>4</b>	<b>Generelt om dekommisjonering av atomubåter</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Reaktorene</b>	<b>9</b>
5.1	Generelt	9
5.2	Aktiviteten i reaktorene	9
<b>6</b>	<b>Utslipp av radioaktivt materiale</b>	<b>10</b>
6.1	Konstruksjon og korrosjon	10
6.2	Konsekvenser av utslipp til det marine miljøet	10
6.3	Overvåking av det marine miljøet	11
<b>7</b>	<b>Heving av ubåten</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>13</b>



# 1 Innledning

Den russiske ubåten K-159 sank 30. august 2003 kl. 04 (russisk tid) 3 nautiske mil nordvest for øya Kildin. Ubåten var under slep fra Gremikha til Poliarny i Murmanskfjorden hvor den skulle hugges opp. Ni mennesker omkom i ulykken. Ubåten ligger i dag på 238 meters dyp, mindre enn 130 km fra grensen til Norge.

Denne rapporten er ment å gi en oppsummering av hendelsesforløpet ved havariet og Norges reaksjon umiddelbart etter ulykken. Rapporten behandler også tilstanden til ubåten og kjernebrenselet, hvilke barrierer som finnes mot utslipp av radioaktivt materiale til miljøet og konsekvenser av mulige utslipp.



Figur 1: Kartet viser ubåtbasen Gremikha, hvor K-159 ble slept fra, og stedet der ubåten gikk ned.

# 2 Ulykken og umiddelbare reaksjoner

Ubåten K-159 er av såkalt November-klasse og tilhørte Sovjetunionens første generasjon av atomubåter. Ubåtens atomreaktorer var avstengt, men brenselet var ikke fjernet fra båten. Båten inneholdt ikke kjernevåpen.

Klokken 04 om morgnen (russisk tid) 30. august 2003, sank ubåten K-159 tre nautiske mil nordvest for øya Kildin rett utenfor Murmanskfjorden. Ubåten var under slep fra ubåtbasen Lokanga i Gremikha til verftet Poliarny inne i Murmanskfjorden for dekommisjonering og opphugning. Når en utrangert ubåts egen flyteevne er vesentlig svekket, er vanlig prosedyre for transport at det blir benyttet pongtonger. Dette var også tilfellet for K-159 (se figur 2).

Det var dårlig vær i området ulykkesdagen. En av årsakene til havariet ble oppgitt å være at en eller flere av pongtongene som var festet til ubåten ble revet løs i uværet. Det er videre hevdet at en vesentlig årsak til havariet var lekkasjer i akterseksjonen. Et mannskap på ti personer var ombord i ubåten da den sank. En av mannskapet ble reddet, mens de ni andre omkom i ulykken. To av de omkomne er senere funnet, de gjenværende antas å befinne seg inni ubåten.

Statens strålevern fikk kjennskap til ulykken klokken 07 gjennom NRK-radio, som hadde informasjonen fra russisk media. Telefonvaktene innkalte ledelsen i Strålevernet og seksjon Beredskap. Kriseutvalget for atomulykker ble varslet. Det ble også tatt kontakt med Forsvaret, Utenriksdepartementet, Ambassaden i Moskva og Generalkonsulen i Murmansk for innhenting av informasjon. Russlands Chargé d'Affaires i Norge orienterte Utenriksdepartementet om ulykken samme dag. I følge russiske myndigheter var det ikke målt forhøyede verdier av radioaktivitet på ulykkesstedet. De bekreftet også at ubåten ikke



Figur 2: K-159 på vei ut fra Gremikha. (Foto: den russiske Nordflåten)

inneholdt kjernevåpen, at reaktorene var avstengt etter gjeldende rutiner og at det brukte kjernebrenselet befant seg ombord.

Strålevernet vurderte situasjonen slik at det ikke var noen akutt fare for utslipp av radioaktivt materiale med konsekvenser for Norge. Denne vurderingen ble gjort på bakgrunn av de opplysninger som Strålevernet hadde om ubåten og erfaringer fra tidligere ubåthavarier og dumpede reaktorer.

På lengre sikt, etter som barrierene mot utslipp forvitrer, vil radioaktive stoffer slippe ut i vannmassene. Erfaringer viser at slik forurensning i hovedsak er lokal. Strålevernet vurderte det slik at eventuell forurensning fra ubåten ville bli detektert gjennom de eksisterende overvåkningsprogram som Norge har av det marine miljøet. Innhenting av fisk og vannprøver fra Barentshavet ble imidlertid fremskyndet. Ingen forhøyede nivåer av radioaktivitet ble registrert.

Strålevernet sendte ut fire atomberedskapsmeldinger til medlemmer av kriseutvalget ved atomulykker og dets faglige rådgivere, Statsministerens kontor, departementene og fylkesmennene. Situasjonen ble vurdert slik at det ikke var nødvendig å umiddelbart sammenkalle Kriseutvalgets medlemmer, det ble heller ikke etablert beredskapsnivå.

Strålevernet sendte ut to pressemeldinger om havariet, samtidig som henvendelser fra pressen løpende ble besvart. Det ble også sendt en offisiell henvendelse til russiske myndigheter for å få en redegjørelse om hva som hadde hendt og tilstanden til ubåten.

Det ble holdt ekstraordinært møte i Kriseutvalget 3. september, om ulykken og håndteringen av den. Kriseutvalget sluttet seg til de vurderinger som Strålevernet hadde gjort og konkluderte med at det ikke var behov for ytterligere tiltak.

En ulykke av denne typen dekkes ikke nødvendigvis av den nåværende varslingsavtalen for atomulykker fra 1993 mellom Norge og Russland. I denne avtale heter det at *"...det skal varsles om ulykker som leder til eller kan lede til at utslipp av radioaktive stoffer, som kan ha betydning for den annen Avtalepart fra et strålevernsynspunkt, spres til den annen Avtaleparts territorium."* Strålevernet ble dermed ikke varslet om havariet av K-159 direkte fra russiske myndigheter.

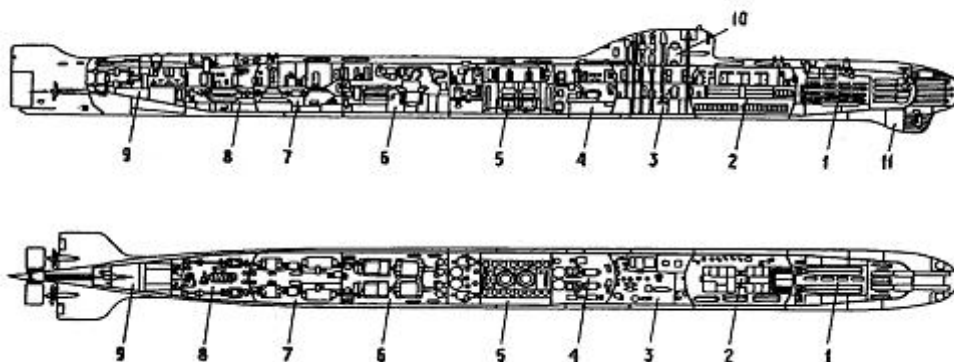
Den 21. oktober 2003 skrev imidlertid Strålevernet og Det russiske atomministeriet (Minatom) under en *intensjonsprotokoll* om praktisk implementering av nye retningslinjer for tidlig varsling og informasjonsutveksling. Landene skal blant annet arbeide for bedre kommunikasjonen landene mellom også ved ulykker som ikke medfører store utslipp av radioaktivitet. Dette innebærer en senking av terskelen for varsling av atom- og strålingsulykker. Det er intensjonen at også ulykker av typen K-159 skal omfattes av denne intensjonsprotokollen.



## 3 Ubåten K-159

### 3.1 Spesifikasjoner

Ubåten K-159 ble ferdigstilt i 1963 i Severodvinsk og tilhører Sovjetunionens første generasjonen av atomubåter. Den tilhører prosjekt 627, som blir betegnet Novemberklassen av NATO (se figur 3). Denne ubåtklassen ble designet av designbyrået SKB-143, senere Malakhit, og er klassifisert som en angrepsubåt. Det ble totalt bygget 14 slike ubåter i årene fra 1955 til 1963, hvorav ingen er operative i dag (Pavlov, 1997; Polmar and Noot, 1991).



Figur 3: Tverrsnitt av Sovjetunionens første atomubåt K-3 av typen prosjekt 627, Novemberklassen: (1) Torpedorom (2) Sonar og batterier (3) Kontrollrom (4) Dieselgenerator og kompressorer (5) Reactorer (6) Turbiner (7) Elektromotorer og reaktorkontroll (8) mannskapsrom og bysse (9) Styresystem (10) Tårn (11) Sonarantenne (Ølgaard, 2001)

<b>Type</b>	Prosjekt 627A (KIT) Novemberklasse
<b>Dimensjon</b>	107,4 meter lang 7,96 meter bred 6,42 meter høy
<b>Vekt</b>	3,087 tonn i overflatestilling 3,986 tonn nedsenket
<b>Hastighet</b>	15 knop i overflatestilling 30 knop nedsenket
<b>Reaktorer</b>	2 VM-A 70 MW trykkvannsreaktorer
<b>Turbiner</b>	2 damp turbiner × 17500 shp

<b>Våpen</b>	8 533 mm torpedorør for 53-65K (antiship torpedo) eller SET-65 (Antisubmarine and multipurpose torpedo)
<b>Dyp</b>	300 meter maksimal dybde 380 meter kollapsdybde
<b>Utholdenhet</b>	48 timer ved full effekt 60 dager ved laveste effekt
<b>Mannskap</b>	110

Denne typen ubåt har dobbelt skrog av lavmagnetisk stål, et indre trykkskrog og et lettere ytre skrog. Båten har ni vann-tette seksjoner. Ubåten er drevet fram av damp-turbiner som forsynes med energi fra to trykkvannsreaktorer, hver med en termisk effekt på 70 megawatt. Reaktorene og hjelpesystemer befinner seg i seksjon 5.

### 3.2 Tilstanden til K-159

K-159 ble tatt ut av drift i 1989 og lå siden ved kai ved ubåtbasen Iokanga ved Gremikha langt øst på Kolahalvøya, i påvente av dekommisjonering. Kjernereaktorene var stengt av, men kjernebrenselet var ikke fjernet fra reaktorene. Gremikha har i lang tid manglet nødvendig utstyr for uttak av brensel og det finnes heller ikke noen mulighet for behandling av brensel på land. Siste brenselkifte for K-159 ble foretatt i 1972.

Man vet lite om den generelle tilstanden til K-159, men siden ubåten har ligget uvirksom i så lang tid er det grunn til å tro at ubåten var i svært dårlig forfatning. Dette inntrykket

bekreftes av de mange bildene som ble tatt av ubåten rett før og under slepet, se figur 2, 5 og 7. En kilde oppgir at flere av ballasttankene var lekk. Det er sannsynlig at båten manglet normal oppdrift. Under slepet fra Gremikha var fire pongtonger festet til båten, se figur 2 og 5.



Figur 4: Emblemet til Gremikha

## 4 Generelt om dekommisjonering av atomubåter

Russland bygde 245 atomubåter fra 1950 til 1994. Siden nedrustingen startet for alvor på slutten av 80-tallet, er mer enn 190 ubåter tatt ut av drift. I 2004 lå 56 av Nordflåten utrangerte ubåter i opplag ved ulike ubåtbaser rundt om på Kolahalvøya. Over halvparten av disse hadde fremdeles kjernebrensel om bord. Det pågår i dag et internasjonal samarbeid for å ta hånd om disse på en forsvarlig måte (EBRD - Strategic Master Plan, 2004). Norge deltar aktivt i dette arbeidet.

Når en atomubåt tas ut av drift av Nordflåten, stenges reaktorene og sikres fysisk blant annet ved å gjøre det umulig å heve kontrollstavene. Ubåten legges så ved kai ved ubåtbasen for å kvitte seg med restvarme i brenselet før brenselet kan tas ut.

Etter minimum tre år er restvarmen i reaktorene så lav at brenselet kan fjernes. Av økonomiske årsaker går det ofte enda lengre tid; K-159 lå i flytende opplag i 14 år. Et problem blir da å holde ubåten flytende så lenge.

Fjerning av kjernebrenselet krever spesielt utstyr som i hovedsak finnes på de store verftene i Nordvest-Russland: Verft nr. 10 ved Poliarny, Zvjozdotsjka ved Severodvinsk eller Nerpa ved Murmanskfjorden. Standard prosedyre er å taue ubåtene til et av disse verftene. Ved verftet fjernes kjernebrenselet samt flytende og fast radioaktivt avfall. Vanlig prosedyre er at brenselet fraktes med spesielle tekniske supportskip, f. eks Lotta og Imandra, til et mottaksområde hvor brenselet kan omlastes i spesialkonstruerte jernbanevogner for transport til gjenvinningsanlegget Majak i Syd-Ural. For skipsverftene ved Murmanskfjorden benyttes RTP Atomflot nord for Murmansk som omlastningssted.



Figur 5: K-159 ved kai straks før slepet. Fire pongtonger er festet til båten. (Foto: den russiske Nordflåten)

Selve reaktoren må også tas hand om. Etter at brenselet er fjernet kuttes reaktorseksjonen pluss de to naboseksjonene ut av ubåten. Deretter forsegles endeseksjonene slik at de tre seksjonene danner en flytende enhet (se figur 6). Reaktorseksjonen taukes så til Saidabukta for videre lagring. Det foregår nå (vinteren 2005/06) omfattende byggearbeider i Saidabukta for å fjerne de flytende reaktorseksjonene og få dem lagret forsvarlig på land. Det skal lages plass til 120 reaktorseksjoner (som må kuttes ned fra 3 til 1 seksjonsenheter av plasshensyn). Dette arbeidet gjennomføres med tysk finansiering.

Dekommisjonering av ubåter er svært dyrt. Mange utrangerte ubåter har ligget lenge og ventet på å bli hugget opp. Mange ubåter er tatt ut av drift i løpet av de siste 15-20 årene og

dette har overbelastet systemet for dekommisjonering. Det er flere flaskehalsar i systemet, bl.a. at midlertidige lagre for brukt brensel ved verftene er fulle og at det er liten kapasitet på transport til Majak.



Figur 6: Reaktorseksjon, Nerpa (Foto: EBRD, 2004).

De senere årene har internasjonal satsning ført til en økning i takten på dekommisjonering av gamle ubåter. Norge har blant annet finansiert spesielle jernbanevogner for transport av brensel til Majak og oppgradert lagringstanker for flytende avfall på Zvjozdotsjka.

Norge har også finansiert opphugging av to Victor II ubåter på verftene Nerpa og Zvjozdotsjka i 2004 og en ubåt av Victor III-klassen på Nerpa i 2005. I 2006 vil en fjerde ubåt, av Victor I-klasse, hugges opp på Nerpa for norsk finansiering.

## 5 Reaktorene

### 5.1 Generelt

Det finnes lite informasjon tilgjengelig om reaktorer i russiske marinefartøy, men det er antatt at de tidligste reaktorene har liknede design som reaktorene i atomdrevne isbrytere. Reaktorene i sovjetiske ubåter er hovedsakelig trykkvannsreaktorer.

Ubåten K-159 er utstyrt med den eldste typen trykkvannsreaktorer, VM-A. I reaktorene til K-

159 befinner det seg omlag 800 kg brukt kjernebrensel, mest sannsynlig en aluminium-uran-legering. K-159s søsterskip ligger fremdels ved kai i Gremikha, slik at man har mulighet til å bruke denne ubåten til å kartlegge forhold i K-159.

Siste gang K-159 fikk skiftet reaktorbrensel var i 1972. Det er derfor grunn til å tro at brenselet er svært utbrent. En kritikalitetsulykke, det vil si en ukontrollert kjedereaksjon i kjernebrenselet, er svært lite sannsynlig. I følge en NATO-studie vil en kritikalitetsulykke ikke kunne oppstå så lenge reaktorene er avstengt etter de sikkerhetsprosedyrer som Nordflåten følger (NATO, 1999) og så lenge ubåten ligger i ro.

### 5.2 Aktiviteten i reaktorene

Så lenge reaktorene er operative dannes det stadig nye fisjonsprodukter samtidig som reaktorbrenselet forbrukes. Reaktorbrenselet i K-159 er sannsynligvis svært utbrent; en konsekvens av dette er et høyt innhold av ulike fisjonsprodukter i reaktorene.

Etter ulykken oppga det russiske atomministeriet (Minatom, nå Rosatom) at aktiviteten i reaktorene ikke oversteg  $7,4 \cdot 10^{15}$  Bq. Så snart norske myndigheter fikk kjennskap til havariet foretok Strålevernet to ulike beregninger av nuklideinnholdet i ubåten, med utgangspunkt i sammenliknbare hendelser: Kursk-ulykken i 2000 og en reaktor fra en annen november-klasse ubåt, som er dumpet på østkysten av Novaja Semlja. Disse beregningene ga en totalaktivitet på mellom  $3 \cdot 10^{15}$  Bq og  $13 \cdot 10^{15}$  Bq, avhengig av driftstimetall.

En annen relevant sammenlikning er K-8, en ubåt av samme type som gikk ned i Biscayabukta i 1970. IAEA har beregnet den totale aktiviteten i de to reaktorene i K-8 til  $9,25 \cdot 10^{15}$  Bq. (IAEA, 2001). Usikkerhetene tatt i betraktning, kan alle beregningene sies å understøtte hverandre. De er også i overensstemmelse med den aktiviteten som russiske myndigheter har oppgitt.

I de beregningene som Strålevernet har gjort utgjør isotopene cesium-137 og strontium-90 over 40 % hver av den totale aktiviteten i reaktorene.

## 6 Utslipp av radioaktivt materiale

### 6.1 Konstruksjon og korrosjon

Erfaringer fra tidligere havarier viser at et eventuelt utslipp fra sunkne atomubåter først og fremst utgjør en lokal miljøbelastning. I 1989 gikk den russiske ubåten Komsomolets ned utenfor Bjørnøya og ligger fortsatt på 1655 meters dyp. Målinger gjort på havbunnen rundt Komsomolets ti år etter havariet viser kun lave nivåer av radioaktive utslipp (AMAP, 1999).

Korrosjon er første skritt på veien mot utslipp av radioaktivt materiale fra sunkne ubåter. De ulike barrierene mellom det ytre miljøet og kjernebrenselet vil med tiden forvitne og sjøvann lekker inn i reaktoren, samtidig som radioaktivt materiale frigjøres til det marine miljøet.

En rekke faktorer har betydning for korrosjonshastigheten, blant annet oksygen- og saltinnhold i vannet, temperatur og ikke minst materialsammensetningen og de geometriske forholdene i ubåten. Det er ikke mulig å beregne nøyaktig det radioaktive utslippet fra K-159 som følge av korrosjon, siden det er uklart hvilke materialer og dimensjoner som er brukt i ubåten og selve reaktoren, og uklart hvilken tilstand båten var i etter mange år ved kai i Gremikha. En vurdering av dette må basere seg på erfaringer med tidligere ubåthavari.

Atomubåtens konstruksjon gjør at det tar lang tid før barrierene mot utslipp av radioaktivt materiale brytes ned. For eksempel er kjernebrenselet i Komsomolets, som hadde et skrog av titan, forventet å være beskyttet mot korrosjon i mer enn tusen år (FFI, 2003). Noen tilsvarende beregning er vanskelig å gjøre for K-159, men det er grunn til å anta en vesentlig

kortere korrosjonstid. K-159 er av en mye eldre modell enn Komsomolets. Dessuten er skroget i dårlig forfatning (figur 7) og vil neppe være noen barriere mot inntrenging av sjøvann i ubåtens ulike seksjoner. På den annen side brukes det spesielt korrosjonssikre materialer ved konstruksjonen av selve trykkvannsreaktorene og brenselstavene er i utgangspunktet innkapslet i et beskyttende materiale som zirkonium eller rustfritt stål. Dersom innkapslingen er intakt vil det ikke være noen lekkasje fra brenselet. Innkapsling av rustfritt stål vil være stabil i sjøvann i mange tiår dersom den er intakt, mens zirkonium-innkapsling vil være stabil i hundrevis av år. Hvis spesielle forhold er til stede, kan imidlertid punktrusting (galvanisk korrosjon) inntre og innkapslingen kan da brytes ned i løpet av måneder (Amundsen et al., 2001).

Det er ingen umiddelbar fare for lekkasje av radioaktivt materiale fra K-159, men hvis ubåten blir liggende på havbunnen i lengre tid vil radioaktivt materiale til slutt frigjøres til omgivelsene.

På konferansen "Konsekvenser av samlet påvirkning på økosystemet i Barentshavet" arrangert av Naturressursministeriet i Moskva i februar 2006, ble måleresultater for prøver tatt rundt K-159 vist for første gang. Målingene viste ingen økt konsentrasjon av radionuklider i området rundt ubåten.

### 6.2 Konsekvenser av utslipp til det marine miljøet

En rekke av fisjonsproduktene i reaktorene løses lett i sjøvann og er i tillegg svært biologisk tilgjengelige. Av alle nuklidene i reaktorene, er det cesium-137 som har størst betydning for det marine miljøet og i siste instans dose til befolkning. Dette skyldes flere forhold. For det første utgjør cesium-137 en stor del av nuklideinnholdet i reaktoren. For det andre har nukliden også forholdsvis lang halveringstid (30 år). Cesium-137 er dessuten svært løselig i sjøvann og vil derfor spre seg i vannmassene. I tillegg er nukliden svært biologisk tilgjengelig slik at den lett tas opp i ulike marine næringskjeder. Rent kjemisk kan den

sammenlignes med kalium og akkumuleres bl.a. i muskelvev.

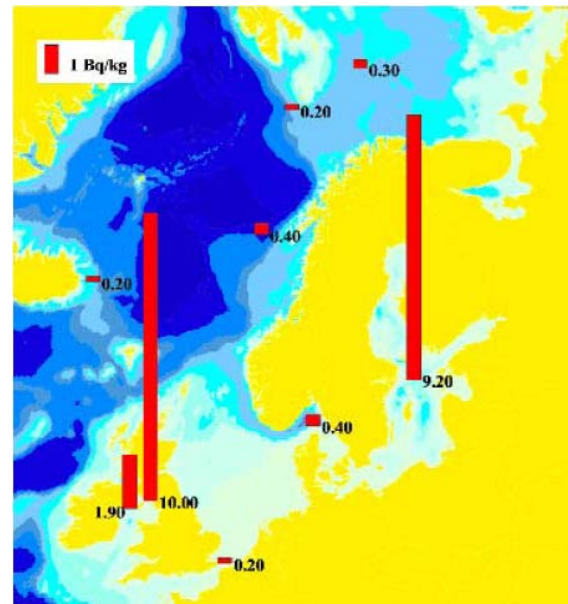


Figur 7: Akterstavnen på K-159 (Foto: den russiske Nordflåten).

Det er gjort en studie av to ulike scenarier for en sunket ubåt med brukt kjernebrensel ombord (NATO, 1999). Den tenkte ulykken finner sted i en trang fjord på Kola, der man antar at ubåten har ligget i opplag i 20 år. I det første scenariet har man antatt full gjennomstrømning av sjøvann inne i ubåten. Selv om korrosjon av metall vil frigjøre radioaktive stoffer, konkluderer undersøkelsen med at det radioaktive utslippet til frie vannmasser vil være relativt begrenset. I scenario to er ubåten skadet i en kollisjon og reaktoren åpen, videre har man antatt at innkapslingen rundt brenselet er borte. Korrosjon av brenselet vil dermed føre til et betydelig utslipp av radioaktivitet med store lokale konsekvenser, men lite av aktiviteten vil forlate fjorden. Det er ikke gjort beregninger av utslippet til Barentshavet i denne undersøkelsen, men det er klart at utslipp fra en sunket ubåt hovedsakelig vil gi lokale konsekvenser.

I forbindelse med Kursk-ulykken i Barentshavet i august 2000, gjorde Strålevernet beregninger av forventet aktivitet i sjøvann og fisk fra et hypotetisk cesium-137 utslipp, på grunnlag av et såkalt "worst case" scenario (Amundsen, 2001). Man tok utgangspunkt i at alt radioaktivt materiale fra Kursk ble frigjort til sjø etter ett år, som følge av en ulykke under heving. Dette var et lite sannsynlig men alvorlig scenario, konsekvensmessig sett.

Beregningene viser at etter et halvt år ville aktiviteten i sjøvann i området rundt ubåten kunne være 150-200 Bq/m<sup>3</sup> for <sup>137</sup>Cs, som raskt reduseres med tiden. Etter ti år ville aktiviteten i Barentshavet være 0,1-2,8 Bq/m<sup>3</sup> for <sup>137</sup>Cs, noe som er langt lavere enn f. eks. nivået i Østersjøen i dag. Maksimumskonsentrasjonen i fisk ville i følge beregningene nås etter et år. Da ville de høyeste konsentrasjonene kunne være 80-100 Bq/kg for <sup>137</sup>Cs i enkeltfisk. Gjennomsnittlig aktivitet i fisk fra Barentshavet ble beregnet til 10-20 Bq/kg. Nivået i dag er på under 1 Bq/kg, se figur 8 som viser nivået av <sup>137</sup>Cs i torsk i ulike havområder i 2002. Til sammenlikning er tiltaksgrensen for matvarer i Norge 600 Bq/kg for <sup>137</sup>Cs.



Figur 8: Nivået av <sup>137</sup>Cs i torsk i ulike havområder i 2002 (RAME, 2002).

Vi har grunn til å anta at konsekvenser ved utslipp fra K-159 ikke vil kunne bli større enn de beregninger som er gjort for Kursk, og mest sannsynlig vil de bli mindre.

### 6.3 Overvåking av det marine miljøet

Norskekysten og havområdene utenfor overvåkes regelmessig gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet for radioaktivitet i det marine miljø (RAME). RAME er delt i to:



1) På oppdrag fra Fiskeridepartementet overvåker Strålevernet nivået av cesium-137 i viktige fiskeslag langs norskekysten i samarbeid med Fiskeridirektoratet og Mattilsynet.

2) I samarbeid med Havforskningsinstituttet leder Strålevernet et bredt anlagt program for overvåkning av radioaktivitet i det marine miljøet, både kystnære områder og åpent hav. Prøver av sjøvann, sedimenter, fisk, tang og skalldyr samles inn og analyseres for cesium-137 og technetium-99 (se figur 9). Utvalgte prøver blir også analysert for plutonium-isotoper, americium-241, strontium-90 og naturlig forekommende radioaktive stoffer som radiumisotoper og polonium-210. Programmet finansieres av Miljøvern-departementet.

Norge samarbeider også med Russland om overvåkning av havmiljøet. Den norsk-russiske ekspertgruppen for radioaktivitet har opprettet en egen arbeidsgruppe for marin overvåkning. Hensikten er å styrke den permanente overvåkingen av radioaktivitet i norske og russiske kyst- og havområder, et system som kombinerer overvåkning fra stasjoner på land og fra fartøy.



Figur 9: Provetaking av sedimenter om bord på G.O. Sars høsten 2002 (Foto: Statens strålevern).

## 7 Heving av ubåten

Fra russisk side ble det umiddelbart etter ulykken uttalt at ubåten skulle heves. Tidspunktet for den planlagte hevingen har imidlertid blitt skjøvet fram i tid flere ganger. Per mars 2006 ser det ikke ut til at det er konkrete planer for heving med det aller første.

Umiddelbart etter ulykken ble det fra myndighetshold sagt at båten skulle heves uten utenlandsk bistand, men senere har man åpent for bistand utenfra. I følge russisk presse har designbyrået Malakhit i St. Petersburg fått ansvaret for hevingen, men den tekniske løsningen er imidlertid ikke klar. Finansieringen av operasjonen er heller ikke avklart ennå. Til sammenlikning kostet hevingen av Kursk om lag 60 millioner amerikanske dollar. Det er derfor sannsynlig at kostnadene ved en heving av K-159 vil være i samme størrelsesorden. I april 2005 uttalte øverstkommanderende i den russiske marinen, Vladimir Kuroyedov, at hele operasjonen vil koste om lag 2 milliarder russiske rubler (72 millioner amerikanske dollar), men at det per i dag ikke er avsatt nok penger på marinens budsjett til å gjennomføre hevingen og at det derfor var ønskelig å involvere utenlandske investorer.

Ubåten K-159 ligger langt dypere enn Kursk. Ubåten er også i langt dårligere forfatning, noe som øker risikoen ved en hevingsoperasjon.

Strålevernet har i sine bilaterale møter med russerne gjentatte ganger reist spørsmålet om planer for heving av K-159. Ved utgangen av 2005 foreligger det ingen slike planer. Generelt er det Strålevernets synspunkt at grundige konsekvensutredninger av hevingsoperasjoner bør utarbeides på forhånd for å unngå ulykker under utførelsen som eventuelt kan gi spredning av radioaktivt materiale til miljøet.

Hvis heving igangsettes, vil Strålevernets normale beredskapsapparat være ekstra skjerpet med hensyn på mulige komplikasjoner under hevingen som kan føre til utslipp som når norsk territorium. Det vil dessuten være et ønske at norsk ekspertise er tilstede under hevingen.

---

## 8 Referanser

AMAP. Radioactivity: chapter 8. In: AMAP. Assessment report: Arctic pollution issues. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP, 1998: 525-619.

Amundsen I, Lind B, Reistad O, Gussgaard K, Iosjpe M, Sickel MAK. The Kursk accident, StrålevernRapport 2001:5. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2001. <http://www.nrpa.no/applications/system/publish/view/showLinks.asp?ips=1&archive=1000144> (12.06.06)

EBRD. The European Bank for Reconstruction and Development Project. Strategic approaches to solving problems related to decommissioning of the retired Russian nuclear fleet in North-West region: Summary report of strategic master plan, phase I, Northern Dimension Environmental Partnership (NDEP). Moscow: EBRD, 2004.

FFI-Rapport-2003/02523. Høibråten S, Haugan A, Thoresen P. The environmental impact of the sunken submarine Komsomolets. FFI-Rapport-2003/02523. Kjeller: Norwegian Defence Research Establishment, FFI, 2003. <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/02523.pdf> (12.06.06)

IAEA-TECDOC-1242. Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material. IAEA-TECDOC-1242. Vienna: International Atomic Energy Agency, IAEA, 2001. [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1242\\_prn.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1242_prn.pdf) (12.06.06)

NATO/CCMS. Cross-border environmental problems emanating from defence-related installations and activities: Phase II 1995-1998: Final report, volume 4: Environmental risk assessment for two defence-related problems. NATO/CCMS Report nr. 227. Oslo: North Atlantic Treaty Organization, NATO, 1998.

Pavlov AS.: Warships of the USSR and Russia 1945-1995. Annapolis: Naval Institute Press, 1997.

Polmar N, Noot J. Submarines of the Russian and Soviet navies 1718-1990. Annapolis: Naval Institute Press, 1991.

RAME. Radioactivity in the marine environment 2002: Results from the Norwegian Marine Monitoring Programme. StrålevernRapport 2004:10. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2004.

<http://www.nrpa.no/applications/system/publish/view/showLinks.asp?ips=1&archive=1000124> (12.06.06)

Ølgaard P. The potential risk from Russian nuclear ships. NKS-57. Roskilde: Nordic Nuclear Safety Research, NKS, 2001. [http://130.226.56.167/nordisk/publikationer/1994\\_2004/NKS-57.pdf](http://130.226.56.167/nordisk/publikationer/1994_2004/NKS-57.pdf) (12.06.06)

**StrålevernRapport 2006:1**  
Virksomhetsplan 2006

**StrålevernRapport 2006:2**  
Statens strålevern i Mammografiprogrammet. Resultater fra teknisk kvalitetskontroll hentet fra databaseprogrammet TKK

**StrålevernRapport 2006:3**  
Avvikshåndtering ved norske stråleterapisentre

**StrålevernRapport 2006:4**  
The Norwegian UV Monitoring Network 1995/96 - 2004

**StrålevernRapport 2006:5**  
Sikkerhet ved russiske RBMK-reaktorer  
En oppdatert gjennomgang av status

**StrålevernRapport 2006:6**  
Radiologi i Noreg. Undersøkingsfrekvens per 2002, tidstrender, geografisk variasjon og befolkningsdose

**StrålevernRapport 2006:7**  
Tiltak mot radon i privatboliger  
Oppsummering av tiltak under Nasjonal kreftplan 1999-2003