

Konsekvensvurdering av miljøgiftutlekking fra vraket av MS "Server" utenfor Fedje, Hordaland



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Konsekvensvurdering av miljøgiftutlekking fra vraket av MS "Server" utenfor Fedje, Hordaland	Løpenr. (for bestilling) 6385-2012	Dato 19.10.2014
	Prosjektnr. Undernr. O-12191	Sider Pris 37
Forfatter(e) Bakke, Torgeir Farmen, Eivind	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

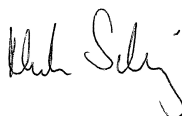
Oppdragsgiver(e) GARD AS	Oppdragsreferanse WSWR-LEGAL. FID492292
-----------------------------	---

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA har gjennomført en miljøkonsekvensvurdering av mulige utslipp og utlekking av miljøgifter fra vraket av MV Server som sank utenfor Fedje i Hordaland 12. januar 2007, som et grunnlag for å vurdere eventuell fjerning av vraket. Flere miljøbetenkelige stoffer forventes å forekomme i vraket, men vurderingen er for noen stoffer, først og fremst PCB og bromerte flammehemmere (BFH), usikker grunnet for liten informasjon om mengder og kilder. Vurderingen skiller mellom kroniske og akutte utslipp. Influensområdet er i geografisk konflikt med Hellisøy naturreservat, men sjøfugl vil neppe bli eksponert for toksiske nivåer av stoffene. Et influensområde ut til 500 m kommer ikke i konflikt med registrerte akvakulturanlegg, gyte-, beite- eller oppvekstområder for fisk. Mangan, krom, vanadium, wolfram, aluminium og sink gir ikke grunn til miljøbetyrning. Risikoen fra bly, kadmium, kvikksølv, organohalogen, ftalater og PFAS vurderes som lav. Risikoen er, med noe mer usikkerhet, også lav for PCB og BFH. Fjerning av eventuelt gjenværende utstyr vil være miljømessig mer kostnadseffektivt enn å fjerne hele vraket. Dette siden miljørisikoen generelt ansees som lav, analyser av sedimenter og organismer med ett unntak viser god til meget god miljøtilstand, og lokal flora og fauna synes å være rik og uten tegn til negativ påvirkning.</p>


<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøkonsekvensutredning Miljøgiftlekkasje Skipsvrak Vrakfjerning 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Environmental impact assessment Contaminant leakage Shipwreck Shipwreck removal
---	---



Torgeir Bakke
Prosjektleder



Morten Schaanning
Forskningsleder



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Konsekvensvurdering av miljøgiftutlekking fra vraket av MS "Server" utenfor Fedje, Hordaland

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Avena Shipping Co. Ltd., Dalnave Navigation Inc., og Assuranceforeningen Gard – gjensidig gjennomført en miljøkonsekvensvurdering av mulig pågående utlekking av miljøgifter fra vraket av MV «Server». Akterenden av skipet ligger som vrak på grunt vann ved Hellisøy, Fedje, etter grunnstøting i 2007. Forsker Eivind Farnen, NIVA; har stått for økotoksikologiske vurderinger av aktuelle stoffer, seniorforsker Torgeir Bakke har vært prosjektleder, kontaktperson overfor oppdragsgiver og ansvarlig for utforming av rapporten. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Tonje Castberg, Gard.

Oslo, 19.10.2014

Torgeir Bakke

Innhold

Sammendrag	7
Summary	9
1. Innledning	11
2. Situasjonsbeskrivelse	13
3. Metodikk for miljørisikovurderingen	15
4. Karakteristikk av potensielle utslipp og lekkasjer	17
5. Økologiske og andre viktige ressurser i influensområdet	23
6. Lokal miljøgifttilstand	25
7. Utlekking, spredning og fortynning av utslippsstoffer	27
8. Risiko i forhold til akseptabel utlekking	29
9. Konsekvenser av vrakfjerning	33
10. Konklusjoner	35
11. Referanser	37

Sammendrag

Norsk institutt for vannforskning NIVA er gitt i oppdrag fra Avena Shipping Co. Ltd., Dalnave Navigation Inc., og Assuranceforeningen Gard - gjensidig å gjennomføre en miljøkonsekvensvurdering av utslipp og utlekking fra vraket av MV Server som sank utenfor Fedje i Hordaland 12. januar 2007. Akterskipet ligger på 16-25 m dyp og er etter hvert blitt brutt ned av tung sjø. Etter at oljen ble fjernet fra vraket i 2007, knyttes den største miljøbekymringen til hvordan utlekking av andre miljøfarlige stoffer over tid kan påvirke sårbare ressurser i nærområdet. Det er bedømt hvorvidt utlekking av miljøgifter i dag er så stor at vraket bør fjernes. Ut fra forventede fortynningsforhold i resipienten er det beregnet hvilke utlekkingsrater som ikke må overskrides dersom influensområdet skal være innenfor henholdsvis 200 og 500 m avstand i hovedstrømretningen. Det er så evaluert om det er realistisk å forvente en slik utlekking.

Vraket ligger innenfor grensen for Hellisøy naturreservat og ethvert influensområde for spredning av miljøgifter vil være i geografisk konflikt med reservatet. Reservatet er opprettet først og fremst på grunn av sjøfuglforekomst. Det finnes flere naturreservater for sjøfugl finnes i regionen, det viktigste på Herdla. Det er liten grunn til å tro at fugl vil bli eksponert for toksiske nivåer av miljøgifter fra vraket på grunn av den sterke naturlige fortyningen. Hele vestsiden av Øygarden og Fedje er klassifisert som viktig naturtype på grunn av tareskog, og influensområdet vil bare dekke en brøkdel av disse biotopene. Et influensområde ut til 500 m kommer ikke i konflikt med registrerte gyte-, beite- eller oppvekstområder for fisk, og heller ikke med registrerte akvakulturanlegg. Fiske med passivt redskap foregår imidlertid flekkvis i hele området rundt Fedje. Det er forøvrig ikke registrert spesielt sjeldne eller sårbare arter eller naturtyper i området.

Tilgjengelige kilder har listet opp en rekke miljøbetenkelige stoffer som man forventer kan være i vraket. Vurderingen er begrenset til disse. Vurderingen skiller mellom stoffer som forventes å lekke ut gradvis fra større områder og de som forventes å utgjøre et kortvarig punktutslipp. Selv om mye ble avklart i to dykkeundersøkelser våren og sommeren 2014 der også 27 blybatterier, 2 brannslukkingsapparater og 3 offeranoder ble fjernet, er det fortsatt noe usikkert hva som reelt sett finnes av miljøskadelige stoffer ombord.

Vi kan med rimelig trygghet ekskludere mangan, krom, vanadium og wolfram i stållegeringer og aluminium i offeranoder som miljørisiko. Dykkeobservasjoner av offeranodene i 2014 tyder også på at sinkutlekkingen ikke er så høy at den er giftig. Videre vurderes miljørisikoen fra eventuelt innhold av bly, kadmium, kvikksølv, TBT i bunnstoff, restolje, etylenglykol, organohalogen (KFK, HFK, halon), ftalater og PFAS i brannskum som lav, enten fordi det er lite sannsynlig at vraket inneholder stoffrester av betydning, eller fordi utlekkingen til sjø er for lav til å gi giftvirkninger ut over de anvendte influensområdene. Noe usikkerhet knyttes til eventuell forekomst og utlekking av PCB og bromerte flammehemmere. Miljørisikoen fra vraket ansees imidlertid også for disse stoffene for å være liten.

Den største miljørisikoen ved en fjerning av vraket er at utstyr med miljøgifter i væskeform ødelegges, eller at frie miljøgifter i lommer i vraket blir spredt til omgivelsene. Det siste vil først og fremst gjelde PCB-olje og kvikksølv. Dykkeinspeksjonene har ikke avdekket slike forekomster, men de kan ikke utelukkes helt. Vi har ikke grunnlag for å bedømme sannsynligheten av at det fortsatt finnes uidentifisert utstyr om bord som representerer en mulig miljørisiko, men om så er tilfelle anser vi fjerning av slikt utstyr som et mer kostnadseffektivt tiltak enn å fjerne hele vraket. Dette begrunnes med at miljørisikoen i dag synes å være relativt liten. De begrensede analysene som er gjort, av sedimenter og lokal fauna tyder med ett unntak (TBT i enkelte sedimentprøver) på at kjemisk tilstand er god til meget god etter Vannforskriftens klassifisering. Flora og fauna på og rundt vraket synes videre, ut fra videoobservasjonene i august 2014, å være rik og uten åpenbare tegn til påvirkning.

Summary

Title: Environmental impact assessment of leakage of contaminants from the ship wreck MS "Server" outside Fedje, Hordaland County

Year: 2012

Authors: Torgeir Bakke and Eivind Farnen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6120-2

Avena Shipping Co. Ltd., Dalnave Navigation Inc., og Assuranceforeningen Gard - gjensidig have requested the Norwegian Institute for Water Research NIVA to perform an environmental impact assessment of leakage of contaminants from the ship wreck MV «Server» which sank outside Fedje in Hordaland County on January 12 2007. The stern of the ship lies at shallow depth and has gradually been broken down by rough sea. After bunker oil was removed in and around the wreck the main concern is whether leakage of other contaminants is causing or may cause environmental damage to an extent that justifies removal of the wreck. On basis of assumed local dispersion and dilution conditions we have estimated the leakage rates that should not be exceeded if the zone of impact is to be less than a distance 200 and 500 m from the wreck in the main current direction. It is then assessed if such leakage is likely or not.

The wreck lies in the Hellesøy nature reserve implying that any influence are will be in geographical conflict with this. The Hellesøy nature reserve, as for several other reserves in the region, was established primarily due to seabird populations. It is not likely at seabirds will be exposed to adverse levels of contaminants from the wreck today. The whole western coast of Øygarden and Fedje is classified as important due to well-developed kelp forests, and the influence area will only overlap with a small fraction of this. An influence zone out to 500 m will not be in conflict with registered fish spawning, nursery or foraging areas or aquaculture installations. No rare or particularly sensitive species or biotopes are registered in the area.

Available sources of information list several compounds of environmental concern that may be present in the wreck. The assessment is limited to these. It distinguishes between long term and acute leakage. Diver surveys in spring and summer 2014 gave updated information on the condition of the wreck. In the last survey 27 lead batteries, two fire extinguishers, and three galvanic anodes were removed to the surface. However, lack of information on what could still be inside the wreck does to some extent hamper the assessment.

Manganese, chromium, vanadium and tungsten in steel alloys and aluminium and zinc in galvanic anodes are not considered an environmental problem of concern. Also the environmental risk is considered low from lead, cadmium, mercury, TBT in hull coating, remaining oil, ethylene glycol, organohalogens (KFK, HFK and halon), ftalates and PFAS in fire foam. This is either because the likely amount in the wreck is insignificant, or the leakage to the sea probably is too low to cause toxic effects outside the agreed zones of impact. The possible presence and leakage of PCB and brominated flame retardants is most uncertain, but also for these compounds the environmental risk is considered to be low.

The largest environmental risk from removal of the wreck is if equipment containing liquid contaminants is damaged or if contaminants that are free, but protected within the wreck are released. The latter may be the fact for PCB oil and mercury. The diver inspections did not reveal any free liquid contaminants, but that does not eliminate the possibility that they may be present.

We have no basis for assessing the probability that equipment representing an environmental risk is still on board, but if this is deemed likely we consider removing the equipment as more environmentally cost effective than removing the whole wreck. The main argument for this is that the environmental risk today appears to be minor. The analysis of contaminants in sediments and marine fauna, although limited in scope, indicate (with exception of high TBT in some sediment samples) that the chemical conditions are good to very good according to the Norwegian Water Framework Directive. Furthermore, the sessile flora and fauna at and around the wreck seems healthy and diverse and with no apparent signs of disturbance, as judged from the video footages from August 2014.

1. Innledning

Norsk institutt for vannforskning NIVA er gitt i oppdrag fra Avena Shipping Co. Ltd., Dalnave Navigation Inc., og Assuranceforeningen Gard - gjensidig å gjennomføre en miljøkonsekvensvurdering av utslipp og utlekking fra vraket av MV Server som sank utenfor Fedje i Hordaland 12. januar 2007. Akterenden av skipet ligger på grunt vann sørvest av Hellisøy på sydsiden av Fedje og er i dag sterkt nedbrutt av grov sjø (IMC 2014). Oppgaven omfatter å bedømme hvorvidt omfanget av eventuelle utlekkinger av miljøgifter fra vraket i dag er så store at vraket utgjør en uakseptabel miljørisiko der det ligger, og derfor bør fjernes.

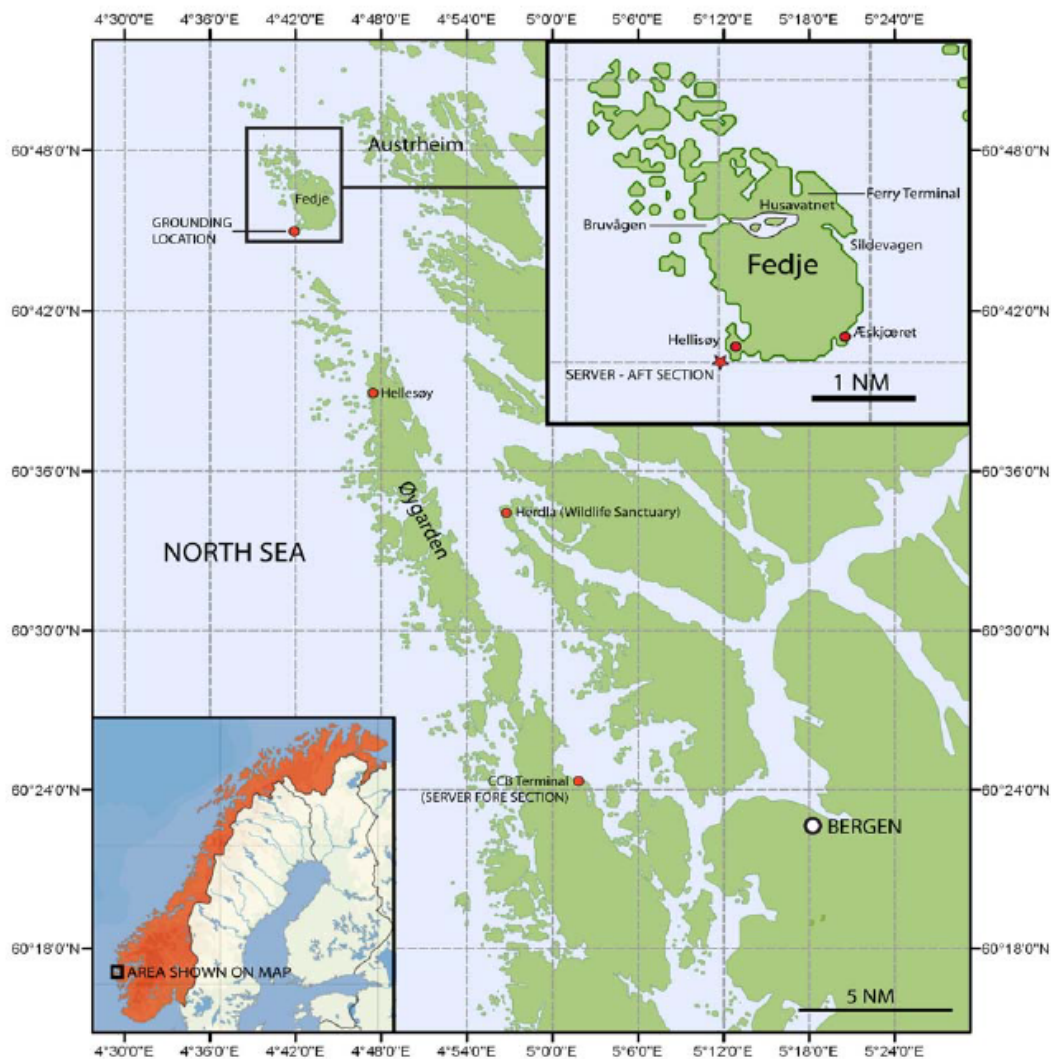
Følgende informasjon om Server spesielt og skipsvrak generelt er mottatt fra oppdragsgiver og lagt til grunn for vurderingen:

- Akvaplan-niva (2002). Forliset av “Gudrun Gisladdottir”. Miljøkonsekvenser og forslag til avbøtende tiltak. Akvaplan-niva rapport 421.2584.
- Anonymous (year?). Proposal on oil removal from the stern section of “Server”.
- Dalnave Navigation (2007). Technical drawings M/V server.
- Gard (2012). Server materials Spreadsheet.
- Holloway, Peter. LOC-group, London, Personal information from diving survey 5-8 Aug. 2014. By e-mail.
- IMC Diving (2014). Dive Report 5-8 Aug. 2014.
- IMC Diving (2014). Video recordings with comments from diver inspection, 5-8 Aug. 2014 (MV Server 1.avi – MV Server 6.avi)
- ITOPF (2012). ITOPF Report in the technical merits of the Server wreck removal order. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd Report February 2012.
- LOC (2014). Report MV “Server” sunk off Fedje island January 2007. London Offshore Consultants Ltd, Ref: 5369/PSH/R027LOCL
- Norconsult (2009). Miljøgifter i skipsvrak. Norconsult rapport 5012395/1/J3.
- Norconsult (2014) Miljøundersøkelse MV Server. Norconsult, Dokument 5142581-01, Revisjon J01.

2. Situasjonsbeskrivelse

Den 12. januar 2007 gikk lasteskipet MV Server på grunn og havarerte i dårlig vær på utsiden av Helligsøy i Fedje kommune i Hordaland (Figur 1). Skipet var bygget i 1985, hadde en lengde på 179,5 m og en tonnasje på 19864 BT. Skipet brakk i to etter grunnstøtingen. Forskipet ble tauet til lands mens akterskipet ble liggende på steinbunn på grunt vann og er etter hvert blitt brutt ned av tung sjø. Omtrentlig posisjon der vraket ligger er N 60° 45.051', E 4° 42.224'.

Akterskipet ligger på 16-25 m vanddyb. Vraket er ikke synlig over vann i dag. Grunneste konstruksjon er pr august 2014 skorsteinen på -3 m dyp (IMC 2014). Vraket er sterkt nedbrutt og overgrodd med hardbunns flora og fauna typisk for området. Som forurensningskilde vurderes vraket for øvrig å være på linje med andre skipsvrak av samme type.



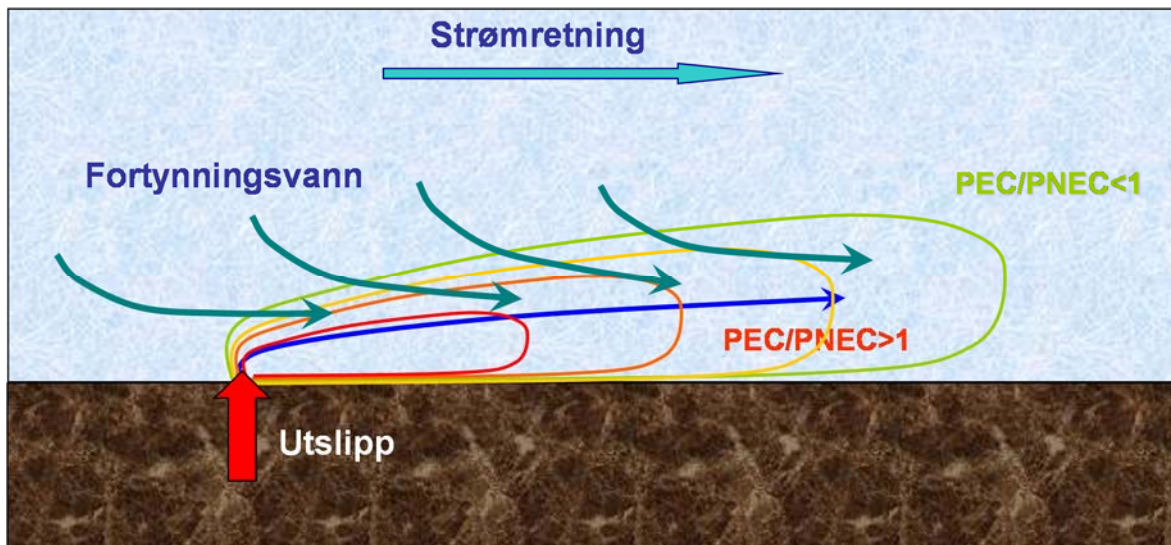
Figur 1. Posisjon for grunnstøtingen av MV Server i 2007. Kilde ITOPF (2012). Se også forsidebildet.

3. Metodikk for miljørisikovurderingen

Miljørisikovurderingen bygger i stor grad på toksisk virkning av de stoffene som forventes å forekomme og som kan lekke ut av vraket og influensområdet for slike virkninger. For noen stoffer, f.eks. PCB, er miljøbekymringen generelt mer knyttet til persistens og bioakkumulerbarhet enn til toksisk virkning. Effekter i form av bioakkumulering og transport i næringskjeden av persistente stoffer vil ikke være et lokalt problem i sammenheng med Server, men kan bidra til en regional tilførsel som påvirker vevsnivå i fisk og skalldyr. Betydningen av dette er vanskelig å vurdere.

En vanlig fremgangsmåte for å estimere miljøkonsekvenser av toksiske stoffer i et utslipp er å ta utgangspunkt i utslippspunkt og kjent eller forventet utslippshastighet (mengde pr tidsenhet), og ut fra det beskrive naturlig spredning av utslippsstoffene og forventet fortynningen i økende avstand. På basis av dette, samt varighet og toksisitet av utslippsstoffene, angis et sannsynlig influensområde for toksiske effekter. Konsekvensvurderingen baserer seg så på graden av overlapping mellom det beregnede influensområdet og forekomst av viktige ressurser og naturverdier.

Yttergrense for influensområdet er det punktet der fortynningen er stor nok til at konsentrasjonen av et utslippsstoff i vannet (PEC^1) er lavere enn grenseverdi for effekter av stoffet ($PNEC^2$), dvs. hvor forholdet $PEC/PNEC < 1$. Hvorvidt $PNEC$ for effekter ved kronisk eller akutt eksponering brukes, avhenger av utslippsvarigheten. Prinsippet er vist i figur 1.



Figur 1. Skjematisk skisse av blandingsforløp og influensområde av et utslipp til sjø. Utslipet følger strømmen og blandes gradvis med omgivende vann. Stoffet i utslippet fortynnes, og konsentrasjonen (PEC) vil etter hvert nærme seg grenseverdi for effekter (PNEC). Når forholdet $PEC/PNEC < 1$ er det ikke lenger risiko for toksiske virkninger. Grønn linje angir derfor grensen for influensområdet.

I vurderingen av Server kan ikke denne tilnærmingen brukes, siden utslippshastighet og varighet ikke kan beskrives med tilstrekkelig pålitelighet. Vi har derfor valgt en motsatt tilnæringsmåte, men på basis av det samme spredningsmodell. Vi har tatt utgangspunkt i kriteriet om at et akseptabelt influensområde, dvs til det punktet der $PEC/PNEC=1$, ikke skal strekke seg lenger fra vraket enn en

¹ PEC: Predicted Environmental Concentration

² PNEC: Predicted No-Effects Concentration

bestemt avstand. Vi har deretter brukt forventede fortynningsforhold til å estimere hvilken maksimal konsentrasjon som da kan være i vannet ved utslippspunktet. Deretter har vi beregnet hastigheten på en utlekking (fluks) som kan forårsake denne konsentrasjonen i vannet som strømmer forbi, og evaluert hvorvidt en slik fluks er realistisk for de stoffene som forventes å være i vraket.

Vi har tatt utgangspunkt i to størrelser på et akseptabelt influensområde: ut til avstand 200 m og 500 m fra vraket. Et område ut til avstand 200 m vil dekke det grunne lokalområdet rundt vraket og inn til f.eks. Helligsøy fyr (Figur 2). En radius med avstand 500 m vil dekke hele sjøområdet rundt Helligsøy. I det enkelte tilfellet vil et utslipp bare spre seg i en del av influensområdet avhengig av strøm og værforhold.



Figur 2. Utstrekning av et influensområde med radius henholdsvis 200 og 500 m rundt vraket av MS Server. Et enkelt utslipp vil bare spre seg innenfor en del av influensområdet avhengig av strøm og værforhold.

Konsekvensvurderinger av denne type bør være konservative for ikke å underestimere miljørisikoen. I denne saken anser vi vurderingen for å være konservativ først og fremst fordi grensene for toksiske effekter (PNEC) er satt ut fra eksponeringstider som er lengre enn det som er realistisk. Grensen for akutte effekter er normalt basert på toksisk virkning etter eksponering i 96 timer, mens brudd og knusing av enheter sannsynligvis vil føre til at alt slipper ut på samme tid, dvs slik at organismer bare eksponeres i minutter eller timer før utslippet blir fortennet til under PNEC. Med fortykning og transport i vannmassene vil derfor eksponeringstiden bli mye kortere enn 96 timer. Likeledes er kronisk PNEC satt ut fra en vedvarende eksponering over udefinert, men lang tid. Kronisk utlekking fra vraket har lang varighet, men med skiftende strøm og transportforhold er det lite sannsynlig at organismer i nærområdet utsettes for denne utlekkingen hele tiden den foregår. Prosedyre for å fastsette PNEC-verdier gjør også at de er lave for å favne alle typer av marine organismer, noe som kan gjøre at de blir for konservative for lokal flora og fauna i mange tilfeller.

Andre forhold som gjør vurderingen konservativ er at vi har anvendt naturlig fortykning som ligger i den lave enden av hva vi forventer kan være naturlig fortykning i området. Videre har vi tatt utgangspunkt i de høyeste antatte mengdene av miljøbetenkelige stoffer i vraket.

4. Karakteristikk av potensielle utslipp og lekkasjer

Det største problemet med en vurdering av vraket som potensiell forurensningskilde er at det er liten direkte informasjon om hva som kan forventes å lekke ut av vraket og over hvor lang tid en slik utlekking vil kunne foregå. Vi har tatt utgangspunkt i rapporten utarbeidet av Norconsult (2009) som gir en generell sammenfatning av det man vet om miljøgifter i skipsvrak på norskekysten, og en rapport fra ITOPF (2012) som gjør en tilsvarende vurdering av hva som kan tenkes å være igjen i vraket av Server. Vi har også benyttet informasjon om tilstanden fra en dykkeundersøkelse som ble gjennomført i august 2014 (LOC 2014), der det også ble fjernet potensielt miljøskadelig utstyr fra vraket. Vurderingen omfatter kun de stoffene og anslåtte mengder som er listet opp av ITOPF (2012) og Norconsult (2009, 2014)

Nedenfor følger en kort beskrivelse av hvert av stoffene i form av egenskaper, giftighet, antatt forekomst i vraket og antatt utlekkingsmønster. Forekomst og utlekkingsmønster er beskrevet på basis av ITOPF (2012) og Norconsult (2009, 2014). De siste to gir en oversikt over miljøgifter som generelt forventes å kunne forekomme i skipsvrak, hvor de typisk forekommer og hva som er potensialet for utlekking. Denne informasjonen er ikke gjentatt her.

Vi har skilt mellom de stoffene som forventes å lekke ut gradvis fra større områder (f.eks. utlekking av metaller fra korrodert stål), og de som forventes å utgjøre et punktutslipp av kortere eller lengre varighet (f.eks. kjemikalier i utstyr som går i stykker). Risikoen for utlekking og spredning avhenger helt av hvordan stoffene forekommer i vraket. Tilstandsformen er ikke godt kjent, men Norconsult (2009) sier en del om hvordan man forventer at stoffene forekommer i vrak generelt. Rent metall og metaller i legeringer vil bare langsomt lekke ut i vannmassene og løseligheten varierer med hvilket metall det gjelder. Korrosjon vil binde metaller som sulfider og oksyder som også generelt reduserer løseligheten. I tillegg vil metallutlekkningen reduseres etter hvert som vraket blir overgrodd. For stoffer som er bundet til en fast matriks (f.eks. stoffer i maling, KFK i isolasjonsskum) har vi konservativt antatt at matriksen ikke påvirker utløsningshastigheten til vannet. De tyngre organiske miljøgiftene er som oftest lite løselige i vann, men binder seg til partikler og kan transporteres med disse.

Mangan (Mn)

Metall som finnes i de fleste stållegeringer om bord. Stoffet vil frigis gradvis som ioner i sjøvannet etter hvert som stålet korroderer. Total mengde er oppgitt til noen få kilo. Utlekkingen til sjø vil være diffus. Det er forventet en utlekkingstid på 30 – 300 år. Mangan er ikke blant metallene som er inkludert i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann eller bunnsedimenter (Veileder TA-2229/2007). Det forekommer som naturlig sporelement i sjøvann og akkumuleres i høye konsentrasjoner på bunnen i dyphavet (manganese nodules). Mulig utlekking ansees ikke som noe miljøproblem og behandles ikke videre.

Krom (Cr)

Metall med samme forekomst som mangan: i stållegeringene, og som frigis gradvis som ioner i sjøvannet ved korrosjon. Utlekkingen til sjø vil være diffus. Stoffet har en viss miljømessig oppmerksomhet og er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 3,4 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 36 µg/l.

Vanadium (V) og Wolfram (W)

Metaller med samme forekomst som mangan: i stållegeringene, og som frigis gradvis som ioner i sjøvannet ved korrosjon. Utlekkingen til sjø vil være diffus. Metallene er ikke blant metallene som er inkludert i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann eller bunnsedimenter. Mulig utlekking ansees ikke som noe miljøproblem og behandles ikke videre.

Sink (Zn)

Metall som i praksis bare forekommer i offeranoder, men er også antatt å forekomme i tauverk (ITOPF 2012). Oppgitt mengde i offeranoder er noen få kilo pr anode. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. Forventet utlekkingsvarighet er oppgitt til 3-5 år. Det er knyttet bekymring til marin sinkforurensning og metallet er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 2,9 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 6 µg/l.

Aluminium (Al)

Metall som forekommer sammen med sink i offeranodene. Oppgitt mengde er noen få kilo. Forventet utlekkingsvarighet er oppgitt til 3-5 år. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. Aluminium er først og fremst giftig i ferskvannsmiljø og ved lavere pH enn det som er typisk for sjøvannet. Metallet er heller ikke inkludert i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann eller bunnsedimenter. Mulig utlekking fra vraket ansees ikke som noe miljøproblem og behandles ikke videre.

Bly (Pb)

Metall som er oppgitt å finnes maling (anslått mengde om bord ved forliset er 1,2 – 2,4 kg, Norconsult 2014), batterier (blyakkumulatorer) og ulike elektriske installasjoner. IMC (2014) fant et stort antall blybatterier samlet på vraket og 27 batterier ble bragt i land. Det er ikke kjent om annet utstyr ombord kan inneholde bly, men vi har antatt at det bare er batterier som inneholder bly i betydelig mengde, og der i form av blyoksid (PbO₂). Vi har antatt at blyet vil bli eksponert til sjøvannet når batterier etter hvert bryter sammen (korrosjon), eller om de knuses etter som vraket brytes ned i tung sjø. IMC sine videoopptak viser at mange av batteriene var åpne. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. Blyoksid er praktisk takt uløselig i vann så utlekkingen vil være svært langsom. Oppgitt utlekkingstid fra vraket er 5-200 år. Det er knyttet bekymring til marin blyforurensning og metallet er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 2,2 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 2,9 µg/l.

Kadmium (Cd)

Metallet kan forekomme i elektronisk utstyr og installasjoner om bord i vraket, og vil kunne eksponeres til sjøvannet når dette utstyret brytes ned eller på andre måter ødelegges. Forventet mengde av kadmium er ikke oppgitt. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. Forventet utlekkingstid er 0-200 år (ITOPF 2012). Kadmium er sammen med bly og kvikksølv det metallet som generelt skaper størst miljøbekymring. Metallet er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 0,24 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 1,5 µg/l.

Kvikksølv (Hg)

Metallet er oppgitt å forekomme i elektronisk utstyr og installasjoner om bord i vraket, og vil kunne eksponeres til sjøvannet når dette utstyret brytes ned eller på andre måter ødelegges. Antatt samlet mengde ved forliset er 50-500 gram (Norconsult 2014). Det er ikke kjent i hvilken tilstandsform kvikksølv forekommer i utstyret om bord og miljøegenskapene varierer med denne. Vi regner derfor med at alt kvikksølv er tilgjengelig for utlekking til sjøvannet. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. Kvikksølv er det metallet som generelt skaper størst miljøbekymring først og fremst i organisk form (metylkvikksølv) som har høyt bioakkumuleringspotensial. Eventuelt kvikksølv i vraket vil ikke forekomme som metylkvikksølv, men kan omdannes til dette av organismer etter at det slippes ut i sjøen. Kvikksølv er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 0,048 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 0,071 µg/l.

Tributyl-tinn (TBT)

Organisk bundet tinn, primært tributyl-tinn (TBT), forekommer som tilsetning til bunnstoff for å hindre begroing. TBT lekker langsomt ut av bunnstoffet og er et av de få kjemikaliene som bevisst er blitt tilført det marine miljø på grunn av sine toksiske egenskaper. På grunn av uforutsette miljøvirkninger ble det forbudt å påføre ny TBT-holdig maling på skrog etter 2003, og fra 2008 skulle ingen skip lenger ha slik maling. Det er overveiende sannsynlig at skipet fikk TBT-holdig bunnstoff ved siste påføring som skjedde to år før forliset (T. Castberg, pers. inf.). Utlekkingen til sjø vil være diffus. Mengdene er vanskelig å anslå. I følge Norconsult (2009) kan det opprinnelig ha vært inntil 40 g TBT/m² skrog, mens anslått total mengde i dag er 14 – 24 gram (Norconsult 2014). I følge ITOPF (2012) er levetiden for et påført bunnstoff 1-4 år, og Norconsult (2009) sier at utlekkingen kan foregå over en periode på 3-6 år fra en flate eksponert til sjøvannet. Man kan derfor regne med at mesteparten av påført TBT er lekket ut.

Hva som finnes igjen av bunnstoff er antakelig variabelt. Ved Norconsults dykkebefaring i mai 2014 ble det forsøkt å ta prøver av gjenværende bunnstoff, men dette satt godt festet og løst bare i små partikler (Norconsult 2014). Dykkekommentarene fra undersøkelsen i august 2014 (IMC 2014) sier at det ikke var bunnstoff (coating) igjen der dette ble undersøkt. Videoopptakene viser at begroingen på skroget er like rik som man kan forvente på vertikal hardbunn, noe som indikerer at en eventuell utlekking av TBT er for lav til å være toksisk. Vi har likevel formelt tatt TBT med i vurderingen siden stoffet er med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter, og med en meget lav grenseverdi for effekter i vann: 0,0002 µg/l ved kronisk belastninger (Veileder TA-2229/2007) og 0,0015 µg/l ved kortvarig belastning.

Olje

Skipet hadde ca. 590 tonn bunkersolje og ca. 70 tonn diesel ombord ved grunnstøtingen hvorav ca. 375 tonn slapp ut til sjø og forårsaket betydelig lokal forurensing (ITOPF 2012). Tre måneder senere samme år sjekket man hvorvidt de gjenværende tankene på akterskipet eller selve maskinrommet kunne inneholde olje. I en av disse ble det funnet og fjernet i underkant av 1 m³ olje. Konklusjonen fra undersøkelsen var at tilnærmet all olje som må ha vært i akterskipet ved forliset, er lekket ut. Kystverket mente etter dette at risikoen for fremtidig akuttutslipp fra vraket tilstrekkelig lav til at utvidet beredskap kunne avsluttes. Det er etter det vi forstår ikke observert oljesøl rundt vraket etter dette. Norconsult (2014) hevder likevel at det fortsatt kan finnes anslagsvis 500 – 5000 kg olje i vraket i beholdere, tanker og hydraulisk utstyr. Antakelsen begrunnes ikke nærmere. Olje er derfor tatt med i vurderingen.

PNEC på ca. 200 µg/l totalolje brukt for bunkers i andre sammenhenger. Kan regnes som kronisk grense. For hydraulikkolje kan 100 mg/l regnes som akuttgrense.

Etylenglykol

Kan finnes i kjøleanlegg. Dersom glykol finnes i slike anlegg ombord anslår Norconsult (2014) at det kan finnes 500 – 3000 liter i vraket.

Polyklorerte bifenyler (PCB)

Polyklorerte bifenyler (PCB) er en samlebetegnelse for 209 molekylvarianter av stoffet bifenyyl med 2-10 kloratomer. På grunnlag av toksisitet og persistens, ble PCB-produksjon forbudt av den amerikanske kongressen i 1979 og ved Stockholm-konvensjonen om persistente organiske miljøgifter i 2001. Miljøbekymringen rundt PCB skyldes først og fremst bioakkumulering og oppkonsentrering i næringskjeden og i mindre grad akvatisk toksisitet.

PCB er oppgitt å forekomme i elektronisk utstyr og installasjoner, og vil kunne eksponeres til sjøvannet når utstyr brytes ned eller på andre måter ødelegges. Siden byggeåret er 1985 kan man ikke utelukke at det har vært PCB-holdige enheter i Server. Norconsult (2014) antar likevel at skipet ikke inneholdt PCB da det forliste. Malingsprøver fra 2014 hadde ikke PCB. En annen vanlig kilde til PCB

er kondensatorer i eldre lysarmaturer og PCB-holdig olje i transformatorer. PCB-innholdet i kondensatorer varierer mye fra type til type, men i følge Miljødirektoratet (M. Lahti, pers. med.) er det i gjennomsnitt ca. 30 g ren PCB i en kondensator. Det er ikke opplyst hvorvidt det har vært denne type armatur-kondensatorer om bord eller om slike fortsatt kan finnes i vraket. Under dykkeinspeksjonen i august 2014 (LOC 2014) ble alle dykketilgjengelige rom i vraket undersøkt. Alle påviste lysarmaturer i akterskipet var ødelagt, antakelig på grunn av det høye vanntrykket og tung sjø. Det rapporteres ikke om funn av kondensatorer.

Hovedsakelig er giftigheten av PCB basert på et mindre antall forbindelser med samme strukturelle likhet og giftig virkemåte med dioksin, men toksiske effekter som hormonforstyrrelser og neurotoksisitet er også assosiert med PCB-forbindelser. For å finne en kronisk PNEC for en så variabel kjemikaliegruppe som PCB har det blitt søkt etter giftighetsdata for blandingen Aroclor (CAS 1336363).

De laveste konsentrasjonene med observert effekt (NOEC/LOEC) eller grenseverdier som er rapportert fra kortidstester på alger (grønnalger og kiselalger) i sjøvann ligger i området 1-25 µg/l. For krepsdyr finnes det få testresultater, men enzymaktivitet og genuttrykk har blitt rapportert å være påvirket. En 4-dagers test med en art av marin hoppekreps ga endret genuttrykk (biotransformasjons-enzym) ved 6,25 µg/L. Den mest følsomme observasjonen av fiskearter som har vært målt er redusert vekst hos *Tilapia* over en 30 dagers periode, med NOEC på 0,015 µg/l. Regnbueørret er rapportert å ha en NOEC på 2,9 µg/L. Som et konservativt utgangspunkt for etablering av en PNEC for kronisk eksponering i denne situasjonen benyttes den laveste kjente subkronisk/kronisk NOEC for alger, krepsdyr og fisk. Med en anbefalt applikasjonsfaktor³ på 10 ville det være riktig å sette en kronisk PNEC til 0,0015 µg/l. US EPA anvender en grense for skade på marint liv på 0,03 µg/l. I de hendelsene som er aktuelle her velger vi å bruke en PNEC for kortvarig belastning som er 0,05 µg/l.

Halogenholdige organiske forbindelser (KFK, HFK og halon)

Dette er organiske stoffer som inneholder halogenene fluor, klor og brom. HFK inneholder bare fluor, KFK inneholder begge fluor og klor. Halon inneholder fluor og brom. Disse stoffene vært mye brukt som kjølevæsker og løsemidler, men framstilling av slike forbindelser har blitt faset ut fordi de bidrar til fortykning av ozonlaget. Den vanligst forekommende kjølevæskens i produkter fra før 1994 er diklordifluormetan. Grunnet høyt damptrykk (4850 mm Hg ved 25 grader C) forventes diklordifluormetan å eksistere utelukkende i gassfase i atmosfæren, og antas derfor ikke være giftig for akvatiske organismer.

HFK er introdusert som erstatningsstoff for KFK. Vanligst forekommende er HFK-134a, eller 1,1,1,2-tetrafluoretan, som nå finnes i mange airconditionlegg. Stoffets vannløselighet er rapportert å være 150 mg/l. Det foreligger ingen data fra toksisitetstester med alger, men krepsdyr har en rapportert akutt LC50 på 24 mg/l (LeBlanc, 1980). For fisk er det målt akutt LC50 på 20 mg/l (Buccafusco et al, 1981). Med en applikasjonsfaktor på 1000, foreslåes en kronisk PNEC for HFC til 20 µg/l.

I vraket av Server er KFK og HFK oppgitt å kunne forekomme i brannslukkingsutstyr, isolasjonsmateriale og i kjøleanlegg. Halon har vært vanlig i slukkeanlegg på båter, sannsynligvis også på Server (Norconsult 2014). Ved eventuell utlekking har halon sannsynligvis gått til luft (Norconsult 2014). ITOPF (2012) gir en liste over hvilket brannslukkings- og kjøleutstyr som forventes å være i vraket. To intakte brannslukkingsapparater ble funnet og tatt til land ved dykkeinspeksjonen i august 2014 og andre kan ha vært fjernet av sportsdykkere (LOC 2014). Antall kjølemaskiner er anslått til 1-3 med 1,2 – 3,6 kg KFK/HFK i dag (Norconsult 2014). Mengde i isolasjonsmateriale er tilsvarende anslått til 4,6 – 46 kg. Stoffene er lite løselige i vann og forekommer i gassform i kjøleaggregater og fast form i isolasjonsskum. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter. I tidligere utredninger har NIVA anvendt akutt PNEC på 500 mg/l og kronisk PNEC på 5 mg/l for disse organohalogenene.

³ Faktor som brukes for å ta høyde for usikkerhet i datagrunnlaget for PNEC-verdien.

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS)

Perfluoralkylsulfonat (PFAS) er en gruppe fluorerte hydrokarboner. Den vanligste og mest kjente representanten for stoffgruppen er perfluoroktansulfonat (PFOS), et menneskeskapt overflateaktivt stoff og global miljøgift som ble lagt til vedlegg B i Stockholm-konvensjonen om persistente organiske miljøgifter i mai 2009. I tillegg til bruk som preventivt påføringsmiddel mot flekkdannelse på tekstiler og ulike typer plast, blir stoffene også benyttet i brannslukningsskum. Data fra kroniske tester viser effekter på reproduksjon (21d) hos krepsdyret *Daphnia magna* med NOEC verdi på 1250 µg/l og LOEC for dødelighet av fisk (28d) på 10 µg/l (Ji et al, 2008). Med en applikasjonsfaktor på 100, vil en kronisk PNEC for PFAS være 0,1 µg/l. Den mest vanlige forbindelsen, PFOS, er tatt med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 25 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 72 µg/l.

I vraket oppgis PFAS å kunne forekomme i brannslukningsutstyr, men mengden av PFAS er ikke kjent. Miljødirektoratet (Veileder TA-2139/2005) oppgir typisk mengde PFOS i brannskum på norske skip til 10-20 kg. I det nedbrutte vraket kan vi regne med betydelig mindre mengde selv om den er vanskelig å anslå. Norconsult (2009) betegner mengden i vrak fra den aktuelle tidsperioden som moderat. Utlekkingen til sjø vil være fra enkeltpunkter.

Ftalater

Ftalater er estere av ftalatsyre og stoffene brukes hovedsakelig som mykgjørere (stoffer tilsatt plast for å øke fleksibilitet, holdbarhet og levetid). Finnes i vinylbelegg på dørk og vaskelister, fugemasse og plastmantling på rør kg (Norconsult 2014, ITOPF 2012). Samlet mengde i Server ved forliset er anslått til 18,4 – 184 kg (Norconsult 2014). Med tid vil ftalaten lekk ut av sine respektive produkter og bli en kilde til forurensning. Den vanligste ftalaten er di-2-ethyl hexyl ftalat, også kjent som DEHP, som har blitt klassifisert som en kategori 1A reprotoksin og er nå i vedlegg XIV i EUs REACH-direktiv. Løselighet i vann er 270 µg/l, men biokonsentrasjonsfaktor er til dels høy. Ftalater er ikke inkludert i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann eller bunnsedimenter. Toksisitetstester viser akutt EC50 for alger på >320 µg/l (Adema et al, 1981), subkronisk/kronisk NOEC for krepsdyr og fisk (kjønnsutvikling) på 77 µg/l (Rhodes et al, 1995) og 1-50 µg/l (Kim et al, 2002) respektivt. Øvrige ftalater som DIDP og DINP er foreløpig ikke i myndighetenes søkelys i forhold til risiko, så dersom det legges til grunn at DEHP er representativ for stoffgruppen, foreslås det en kronisk PNEC på 0,01 µg/l.

Ftalater vil frigis etter som plaststoffene brytes ned. Utlekkingen til sjø fra flater vil gå meget langsomt og regnes derfor som kronisk. Forventet utlekkingsvarighet er 10 – 1000 år.

Bromerte flammehemmere (BFH)

Dette er en gruppe bromorganiske kjemikalier brukt som flammehemmende tilsetning i ulike produkter. På samme måte som PCB er bromerte flammehemmere en kompleks gruppe stoffer med til dels ulik giftighet. Totalt er det produsert 70 ulike stoffer der det finnes utfyllende giftighetsinformasjon om noen, mens andre er ukjente. Målinger i fisk har vist at bromerte flammehemmere som HBCD og TBBPA har en moderat til høy evne til biokonsentrering.

BFH er oppgitt å kunne forekomme i isopor (anslått 10 – 50 m²), rørisolasjon (Norconsult anslår 50 - 500 løpemeter isolasjon) og elektronisk utstyr og installasjoner i vraket (ikke informasjon om antall). Norconsult (2009) betegner mengden i vrak fra den aktuelle tidsperioden som moderat, mesteparten som polybromerte difenyletere PBDE. Norconsult (2014) anslår total mengde BFH i vraket til 0,2 – 1,2 kg da det forliste alt bundet til isolasjonsmaterieell. Utlekkingen til sjø vil derfor være langsom og diffus.

Grunnlag for kronisk PNEC har fremkommet ved søk på heksabromosyklododekan (HBCD) og tetrabromobisfenol-A (TBBPA). HBCD har en vannløselighet på 3,4 µg/l, og ingen studier som har

blitt søkt frem har rapportert gifteffekter ved denne konsentrasjonen eller lavere. Dermed blir stoffets vannløselighet ofte benyttet som NOEC. Noen studier har imidlertid blitt utført med konsentrasjoner over vannløselighet, og HBCD er rapportert å ha EC50 på 9-1500 µg/l i akutte giftighetstester med alger (Walsh et al, 1987). For amfibier har det blitt bestemt en NOEC på 1000 nM, tilsvarende 642 µg/l i en 8-dagers test (Schriks, 2006), mens det for fisk har blitt observert økning i leversomatisk indeks etter 28 dager ved injeksjon av 500 mg/kg (Ronisz et al, 2004). Oppsummert, virker det som et konservativt estimat å anta en kronisk PNEC for toksisitet av HBCD på 3,4 µg/l. Stoffet er imidlertid også bioakkumulerende og kan oppkonsentreres i næringskjeden.

TBBPA har som HBCD svært begrenset løselighet i vann, og laveste rapportert EC50 for alger er 80 µg/l (Walsh et al, 1987). For krepsdyr har det blitt rapportert akutt LC50 på 860 µg/l (Goodman et al, 1988), mens laveste akutte LC50 for fisk er 60 µg/l (Brooke, 1991). TBBPA er tatt med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter. Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 0,052 µg/l (Veileder TA-2229/2007), ved kortvarig belastning 0,9 µg/l. Pentabromdifenyleter (PBDE) er også tatt med i Miljødirektoratets miljøklassifisering for sjøvann og sedimenter (Veileder TA-2229/2007). Grenseverdi for effekter ved kronisk belastninger i vann er 0,53 µg/l og ved kortvarig belastning 1,4 µg/l. Vi har konservativt valgt å legge de laveste av disse PNEC-verdiene til grunn, dvs. kronisk 0,052 µg/l, akutt 0,9 µg/l.

Klorerte parafiner

Forekommer i isolerglass brukt på den tid Server ble bygget (Norconsult 2014). To vinduer som dykkerne undersøkte våren 2014 hadde ikke isolerglass, men det kan ikke utelukkes at det kan finnes andre deler av vraket. Anslått total mengde klorparafiner ved forliset er 0,23 – 0,45 kg (Norconsult 2014).

5. Økologiske og andre viktige ressurser i influensområdet

Etter at oljen ble fjernet fra vraket av Server, knyttes den største miljøbekymringen til hvordan utlekking av andre miljøfarlige stoffer over tid kan påvirke sårbare ressurser i nærområdet på kort og lang sikt.

Selve vraket ligger innenfor grensen for Hellisøy naturreservat (DNs Naturbase), og ethvert influensområde for utlekkinger vil komme i geografisk konflikt med reservatet. Reservatet er opprettet først og fremst på grunn av sjøfuglforekomsten. Det er liten grunn til å tro at fugl vil bli eksponert for toksiske nivåer av miljøgifter som kan lekke ut, spesielt fordi eksponeringstiden for miljøgifter i vannet vil være svært kort. Det er en viss risiko for at PCB-olje fra kondensatorer kan havne på sjøoverflaten og derved komme i kontakt med fugl, men det er ikke mulig å anslå i hvilken grad dette gir risiko for at PCB akkumuleres i enkeltindivider. Vi vurderer risikoen for akkumulering til å være lav på grunn av små volumer av PCB-olje og relativ høy tetthet som gjør at den heller synker til bunns enn flyter opp.

I Austrheim, Radøy og Øygarden kommuner ligger det også en rekke tilsvarende mindre naturreservater for sjøfugl. På Herdla, ca. 25 km sørøst for vrakposisjonen, er det et større, viktig fuglereservat med høy artsrikhet. På grunn av den sterke naturlige fortynningen er det svært usannsynlig at stoffer som lekker ut fra vraket vil kunne nå disse områdene i konsentrasjoner som medfører noen miljørisiko.

Området rundt Hellisøy og spesielt på nordsiden er klassifisert i DN's Naturbase som nasjonalt og regionalt viktige naturtyper, primært på grunn av tareskogsforekomst, i nordøst (Fyrsundet) også på grunn av skjellsandforekomst. Både vrakposisjonen og de valgte influensområdene kommer i kontakt med disse områdene. Tareskogen er levested for et rikt samfunn av marine arter, og flere av disse kan være sårbare for stoffer som lekker fra vraket. I praksis er hele vestsiden av Øygarden og Fedje klassifisert som viktig naturtype på grunn av tareskog, og influensområdet vil bare dekke en brøkdel av disse biotopene. Områdene kommer ikke i konflikt med registrerte gyte-, beite- eller oppvekstområder for fisk. Fiske med passivt redskap foregår flekkvis i hele området rundt Fedje, også innenfor de to valgte influensområdene. Det er ikke registrert akvakulturanlegg innenfor influensområdene (Fiskeridirektoratets registreringer). Det er heller ikke registrert spesielt sjeldne eller sårbare arter eller naturtyper.

6. Lokal miljøgifttilstand

Det finnes få målinger som kan belyse om utlekking fra vraket har hatt negative virkninger på økosystemet lokalt. Norconsult (2014) undersøkte miljøgiftinnholdet i øvre 2 cm av bunnsedimentene rundt vraket, blåskjell fra vraket og strandsnegl og albuskjell 100 m nordvest for vraket.

Sedimentprøvene ble tatt av dykkere eller med grabb rundt vraket og på referansestasjoner i Fyrsundet nord om østre Hellesøy. Analysene viste forhøyet nivå av TBT i flere av sedimentprøvene nær vraket. En av prøvene inneholdt 49 000 µgTBT/kg tørt sediment, de øvrige fra <1 til 240 µgTBT/kg tørt sediment. Nivåer over 100 µgTBT/kg tørt sediment ligger i miljømyndighetenes klasse V (meget sterkt forurenset) (Miljødirektoratet veileder TA-2229/2007). Den ene svært høye konsentrasjonen og den store variasjonen mellom prøver over kort avstand i nærområdet indikerer at dette skyldes TBT bundet til partikler av avskallet bunnstoff. Tilsvarende nivåer er ofte funnet utenfor norske skipsverft der gammelt bunnstoff er fjernet ved sandblåsing. Bunnsedimentet der prøvene ble tatt var også relativt grovt. Dette, samt den store vannutskiftingen rundt vraket, tilsier også at de høye enkeltforekomstene av TBT i lokale sedimenter ikke skyldes utlekking fra skroget, men avskalling av bunnstoffpartikler.

Nivå av de øvrige miljøgifter lå under grensen for effekter ved vedvarende eksponering, dvs. en miljøtilstand som klassifiseres som meget god til god etter det norske vanddirektivet.

Blåskjell fra riggen på vraket hadde nivå av TBT, bly, kvikksølv og PCB som ikke overskrider god tilstand etter vanddirektivet. For øvrige analyserte stoffer er det ikke utarbeidet norsk klassifisering. Analysene av strandsnegl og albuskjell i bukta ca. 100 m NV for vraket viste nivåer på linje med det som ble funnet i blåskjell, men for disse artene er det heller ikke utarbeidet miljøklassifisering. De utførte analysene gir ikke mistanke om bioakkumulering av eventuelle miljøgifter fra vraket.

7. Utlekking, spredning og fortynning av utslippsstoffer

Det er lite av detaljert informasjon om strøm og spredningsforhold rundt vraket som grunnlag for å anslå spredning og fortynning av stoffer som lekker ut og NIVA har ikke utført strømmålinger som ledd i konsekvensvurderingen. Det er derfor lagt til grunn en skjønnsmessig beskrivelse av sprednings- og fortynningsforhold som man ut fra annen kunnskap kan forvente i et område som der vraket ligger. Med den usikkerhet som ligger i dette har vi forsøkt å gi en konservativ vektlegging, dvs at vi ikke skal underestimere en reell miljørisiko.

Spredningsberegningene er gjort ut fra følgende forutsetninger:

- Naturlig fortynningsfaktor i 200 m avstand i hovedstrømretningen er 25 x. Tilsvarende fortynning i 500 m avstand 90 x. Dette er satt skjønnsmessig ut fra sprednings- og fortynningsberegninger gjort i andre tilsvarende sammenhenger. Fortynningsfaktorene er konservative, dvs. de gir en lavere fortynning og følgelig større områder med forhøvede miljøgiftkonsentrasjoner enn det som forventes å være typisk.
- Midlere strømhastighet forbi vraket er 25 cm/sek. Dette er også valgt ut fra erfaringstall fra andre kystområder.
- Ved utlekkingen fra et punktutslipp (f.eks. korrosjonshull i en beholder) siver stoffene ut og blandes inn i et grensesjikt av sjøvann på 2 cm tykkelse og 10 cm bredde før naturlig fortynning trer inn.
- Utlekking fra et diffust utslipp (f.eks. utlekkning av metaller fra skrog) blandes inn i et grensesjikt av sjøvann på 2 cm tykkelse over hele flaten som det lekker fra.

Ut fra disse forutsetningene har vi for hver miljøgift beregnet maksimalt akseptabel utlekkingsfluks uten at PNEC overskrides i henholdsvis 200 m og 500 m avstand. For diffuse utslipp er fluksen gitt som mengde miljøgift pr kvadratmeter og tid og for punktutslipp som mengde pr tidsenhet. For punktutslipp av varighet opp til 1 døgn har vi lagt PNEC for kortvarig belastning til grunn. For lengre varighet er PNEC for kronisk belastning lagt til grunn. Beregningene er vist Tabell 1A (diffuse utslipp) og B (punktutslipp).

Tabell 1. Beregnede maksimale konsentrasjoner ved og flukser av miljøgifter fra vraket for å unngå toksiske virkninger (PEC:PNEC > 1) i avstand lengre ute en hhv 200 og 500 m. A: stoffer med diffus utlekking. B: stoffer med punktutslipp delt i hhv 200 m sone (B1) og 500 m sone (B2).

A.

Stoff	PNEC	Konsentrasjon v/utslipp	Maksimal fluks som sikrer PEC:PNEC<1 utenfor 200 m avstand			Konsentrasjon v/utslipp	Maksimal fluks som sikrer PEC:PNEC<1 utenfor 500 m avstand		
			µg/m ² og sek	g/m ² og døgn	kg/m ² og år		µg/m ² og sek	g/m ² og døgn	kg/m ² og år
Cr	3,4	85	1901	164	59,9	306	6842	591,2	215,8
Zn	2,9	72,5	1621	140	51	261	5836	504	184
TBT	0,0002	0,005	0,11	0,010	0,004	0,018	0,40	0,035	0,013
Ftalater	0,01	0,25	6	0,5	0,2	0,9	20	1,7	0,6

B1

200 m sone	PNEC kronisk	PNEC akutt	µg/l ved utslipp 1)	fluks µg/sek 1)	mg/15 min 2)	g/døgn 2)	g/uke 1)	g/år 1)
Pb	2,2	2,9	55	27,5	32,6	3,1	16,6	867
Cd	0,24	1,5	6	3	16,9	1,6	1,8	94,6
Hg	0,048	0,071	1,2	0,6	0,799	0,077	0,36	18,9
PCB	0,0015	0,05	0,04	0,02	0,56	0,05	0,01	0,6
KFK/HFK	20	200	500	250	2250	216	151	7884
PFAS (PFOS)	25	72	625	313	810	77,8	189	9855
BFH (TBBPA)	0,052	0,9	1,3	0,65	10,1	0,97	0,39	20,5
Olje	200	100000	2,5x10 ⁶	1,25x10 ⁶	1,1x10 ⁶	108000	756000	3,9x10 ⁷
Etylenglykol	850000	2x10 ⁶	5x10 ⁷	2,5x10 ⁷	2,25x10 ⁷	2,16x10 ⁶	1,5x10 ⁷	7,9x10 ⁸

1) Ut fra PNEC kronisk

2) Ut fra PNEC akutt

B2

500 m sone	PNEC kronisk	PNEC akutt	µg/l ved utslipp 1)	fluks µg/sek 1)	mg/15 min 2)	g/døgn 2)	g/uke 1)	g/år 1)
Pb	2,2	2,9	198	99	117,5	11,3	59,9	3122
Cd	0,24	1,5	21,6	10,8	60,8	5,8	6,53	340
Hg	0,048	0,071	4,32	2,16	2,88	0,28	1,31	68,1
PCB	0,0015	0,05	0,135	0,07	2,03	0,2	0,04	2,1
KFK/HFK	20	200	1800	900	8100	778	544	28328
PFAS (PFOS)	25	72	2250	1125	2916	280	680	35478
BFH (TBBPA)	0,052	0,9	4,68	2,34	36,5	3,5	1,4	73,8
Olje	200	100000	9 x10 ⁶	4,5x10 ⁶	4,1x10 ⁶	388800	2,7x10 ⁶	1,4x10 ⁸
Etylenglykol	850000	2x10 ⁶	1,8x10 ⁸	9x10 ⁷	8,1x10 ⁷	7,8x10 ⁶	5,4x10 ⁷	2,8x10 ⁹

1) Ut fra PNEC kronisk

2) Ut fra PNEC akutt

8. Risiko i forhold til akseptabel utlekking

Med akseptabel utlekking menes her den maksimale utlekking pr tidsenhet pr hendelse (punktutslipp) eller pr areal (diffuse utslipp) som kan skje uten at influensområdet (PEC:PNEC > 1) strekker seg lengre ut en henholdsvis 200 og 500 m i hovedstrømretningen.

Krom lekker ut gradvis og diffust. For å oppnå et influensområde mindre enn 200 m avstand er akseptabel utlekking $164 \text{ g/m}^2 \cdot \text{døgn}$ eller $60 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{år}$ (Tabell 1A). Med et influensområde ut til 500 m er tilsvarende tall $590 \text{ g/m}^2 \cdot \text{døgn}$ eller $216 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{år}$. Vi kan regne at det er ca. $10\text{-}20 \text{ kg/m}^2$ i 1 cm tykt stål, dvs bare 5-10 % av det som kan aksepteres som årlig utlekking. Siden stålet i vraket ikke på langt nær har korrodert helt i løpet av 7 år og utlekking hemmes av begroing og nedslamming, er influensområdet for krom-utlekkingen en brøkdel av 200 m. Utlekkingen av krom ansees derfor ikke å utgjøre noen miljørisiko.

Sink vil lekke ut gradvis fra offeranodene. Disse skal i følge Norconsult (2009) kunne ligge i flukt med skroget, men video-opptak i august 2014 (IMC 2014) viser at iallfall flere av dem står på bøylere sveist til skroget. For å oppnå et influensområde mindre enn 200 m avstand kan utlekkingsraten være $140 \text{ g/m}^2 \cdot \text{døgn}$ eller $51 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{år}$. Med et influensområde ut til 500 m er tilsvarende tall $504 \text{ g/m}^2 \cdot \text{døgn}$ eller $185 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{år}$. På de 7 årene som har gått siden Server sank vil det derfor kunne løses ut totalt 360 og 1290 kg/m^2 uten at et influensområde på hhv 200 og 500 m overskrides. Det ble fjernet fire eroderte anoder fra vraket i august 2014 og de tre største var ca. 40-50 cm lange og ca. 10-14 cm i diameter, noe som skulle tilsi en vekt på ca. 20 kg pr anode, eller 3 kg pr m^2 anodeoverflate. Dette er så mye lavere enn den mengden som kan løses ut før influensområdene overskrides at vi ikke anser utlekkingen fra de anodene som måtte være igjen for å være et miljøproblem. Anodene var også overgrodd noe som indikerer at en sinkutlekking ikke er så høy at den er giftig. Det bør videre påpekes at sinkutlekking fra offeranoder på skip generelt ikke har vært ansett som et miljøproblem.

Bly, kadmium og kvikksølv utgjør punktutslipp av varierende varighet. Det er ikke usannsynlig å forvente at plutselig knusing av utstyr som inneholder disse stoffene kan medføre at alt kommer i kontakt med sjøvannet i løpet av kort tid. I følge Norconsult (2009) kan det virke som om disse metallene etter alt å dømme forekommer som rene metaller (ikke metallsalter) i utstyr ombord, og i slik tilstand er de meget tungt løselig i sjøvann. Dette betyr at oppløsning vil gå svært langsomt når de eksponeres. På grunnlag av fluksene i Tabell B1 og B2 må det skje en årlig oppløsning på over 19 g kvikksølv, 95 g kadmium og 886 g bly fra en ødelagt enhet før influensområdet overskrides 200 m avstand. Tilsvarende for overskridelse av 500 m avstand er 82 g kvikksølv, 400 g kadmium og 3,8 kg bly pr år. Det er vanskelig å bedømme om slike oppløsningsrater er realistiske, men de kan virke for høye til å være sannsynlige, og i så fall utgjør utlekkingen av disse metallene fra vraket en lav miljørisiko. Risikoen fra utlekking av bly antas å være redusert, eventuelt helt eliminert, etter at 27 blybatterier ble bragt til land i august 2014.

TBT utgjør diffust utslipp fra bunnstoff. Våre beregninger viser at maksimal utlekking før influensområdet strekker seg lengre ut enn henholdsvis 200 og 500 m er 80 og $180 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{år}$. Med 40 g TBT pr m^2 skrog (Norconsult 2009) og en levetid for bunnstoff på anslagsvis 4 år (mot åpen sjø), vil utlekkingen være i snitt $10 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$. Dette samsvarer med typisk utlekkingshastighet i følge Norconsult (2014) på $0,04 \text{ g/m}^2 \cdot \text{døgn}$ eller 15 g/år . Dette er betydelig høyere enn det som gir de anvendte influensområdene, men etter de ca. 9 årene som har gått siden sist bunnstoff ble påført, vil mye av bunnstoffet være slitt bort.

Dykkeinspeksjonene (IMC 2014, Norconsult 2014) støtter også at mesteparten av den TBT som var på skroget allerede har lekket ut i eller er forsvunnet med avskallet bunnstoff. Analysene utført av Norconsult (2014) viser forhøyet TBT i flere av sedimentprøvene nær vraket men som tidligere nevnt

aanser vi dette for å skyldes avskallet bunnstoff, ikke utlekking. Tilsvarende nivåer er ofte funnet utenfor norske skipsverft der gammelt bunnstoff er fjernet ved sandblåsing. Eventuell rest-TBT på skroget vil ikke lenger utgjøre noen miljørisiko.

Olje. Norconsult antar at det kan finnes en rest på 500 - 5000 kg olje i akterskipet. Det kan blandes hhv. 110 og 390 kg/døgn inn i vannet før influensområdene ut til 200 og 500 m overskrides. Siden mesteparten av et oljeutslipp går til overflaten og bare ca. 5 - 10 % blandes ned i vannet (typisk tall), kan utslippet være på 2000 til 8000 kg før toksiske nivåer rekker utenfor 200 og 500 m. Dette er over samlet, antatt, største mengde ombord. Det er heller ikke sannsynlig at alle enheter lekker samtidig. Derfor er risikoen for toksiske effekter lav. Utlekking kan forårsake oljefilm på overflaten, men etter det vi forstår er ikke oljesøl observert etter inspeksjonen i mars 2007. Risikoen knyttet til mulig utslipp av restolje ansees derfor som lav.

Etylenglycol

Norkonsult antar at det kan finnes 500 – 3000 kg etylenglykol i eventuelle intakte kjøleanlegg i akterskipet. Våre beregninger viser at det kan slippe ut hhv. 2100 og 7800 kg/døgn eller 15 og 54 tonn/uke. Dette er langt mer enn antatt største mengde i vraket, og konklusjon er at influensområdet er betydelig mindre enn ut til 200 og 500 m avstand. Miljørisikoen fra mulig utslipp av etylenglykol er derfor liten.

PCB utgjør punktutslipp av varierende varighet. Man kan forvente at plutselig knusing av utstyr som inneholder PCB fører til at alt kommer i kontakt med sjøvannet i løpet av kort tid. Knusing av en armatur-kondensator kan i gjennomsnitt frigjøre ca. 30 g ren PCB. Denne PCB'en vil være oljeaktig og lite løselig i sjøvannet. Det betyr at mesteparten ikke er umiddelbart biotilgjengelig og derfor heller ikke vil virke toksisk. Tettheten av kommersielle PCB-blandinger er høyere enn sjøvannets, slik at PCB-oljen vil ha tendens til å synke. Man kan derfor anta at spredningen av PCB-oljen er liten og at oppløsning av PCB i vannet kan sees på som et punktutslipp også etter at PCB-oljen har sluppet ut fra vraket.

I følge Tabell B1 og B2 er akseptabel fluks av løst PCB fra PCB-oljen henholdsvis 0,02 µg/sek og 0,07 µg/sek for influensområdene på 200 og 500 m. Med denne fluksen vil det teoretisk ta henholdsvis 48 år og 14 år å løse opp PCB-oljen fra en kondensator. Oppløsningen vil sannsynligvis gå mye raskere enn dette på grunn av turbulens rundt vraket slik at det er reell risiko for at influenssonen er større enn ut til 500 m. Hvor stort er det ikke mulig å anslå.

Tilgjengelig informasjon tyder på at det ikke er intakte kondensatorer med PCB i vraket i dag. Norconsult (2014) nevner ikke PCB i forbindelse med nødlisarmaturer, lysstoffrør eller annet EE-avfall. Under dykkeinspeksjonen inne i vraket (IMC 2014) fant man bare ødelagte lysarmaturer, men man kan ikke helt se bort fra at intakte armaturer kan finnes på steder som var utilgjengelige for dykkerne. Sannsynligheten for dette anser vi likevel som lav. Analyser utført av Norconsult (2014) viser ikke tegn på at PCB er akkumulert i lokale sedimenter eller organismer. Det ble ikke påvist PCB ved analyse av sedimentprøver tatt rundt vraket, og blåskjell fra riggen på vraket hadde nivå av PCB som ikke overskrider god tilstand etter Vannforskriften. Analysene av strandsnegl og albuskjell i bukta ca. 100 m NV for vraket viste nivåer på linje med det som ble funnet i blåskjell, men for disse artene er det ikke utarbeidet miljøklassifisering. De utførte analysene gir ikke mistanke om bioakkumulering av PCB. Samlet antar vi at miljørisikoen fra tilførsel av PCB fra vraket i dag er liten.

Organohalogen (KFK, HFK og halon) utgjør punktutslipp av varierende varighet. Det er bare HFK som forventes å kunne virke toksisk på marine organismer. Det er ikke usannsynlig at plutselig knusing av utstyr som inneholder disse stoffene, kan føre til at alt kommer i kontakt med sjøvannet i løpet av kort tid, enten i gassform, som væske eller bundet i isolasjonsskum (Norconsult 2009). Utslipp i form av gass/væske vil sannsynligvis stige til overflaten og fordampe slik at risiko for giftvirkninger på marine organismer vil være lav. I fast form (isolasjonsskum) vil utløsningen være

meget langsom, men kan gi en kronisk eksponering. Beregninger i følge Tabell 1B viser at det vil kunne lekke ut 216 g/døgn og 780 g/døgn av ren HFK fra et punktutslipp før influensområdet overskrider henholdsvis 200 m og 500 m. Vi har ikke grunnlag for å sette dette opp mot hva som reelt lekker ut, men siden anslått total mengde kjølemedium i beholdere i vraket er 1200 – 3600 gram fordelt på flere enheter (Norconsult 2014) og mesteparten vi finne veien til overflaten, vurderer vi at risikoen for miljøeffekter er liten. Utlekkingen fra isolasjonsskum som eksponeres til sjø vil være for lav til å utgjøre en miljørisiko.

PFAS utgjør punktutslipp fra brannslukkingsutstyr. Ved knusing kan utslippet være akutt, ved korrosjon mer langvarig. I et scenario med brudd og utlekking over ett døgn vil inntil 78 og 280 g (som PFOS) kunne løses ut til vann før influensområdet overskrider henholdsvis 200 m og 500 m. Siden PFAS er lite vannløselig betyr dette at betydelig større mengder brannskum kan frigis uten at denne utlekkingen vil skje. Dersom lekkasjen skjer over en måned (korrosjonslekkasje) er tilsvarende tall henholdsvis 800 og 2700 g pr hendelse. Ved dykkeinspeksjonen (IMC 2014) ble to tydeligvis intakte brannslukkingsapparater funnet og tatt opp, og tomme braketter viste at apparater enten var forsvunnet i grov sjø eller tatt av sportsdykkere. Vi vet ikke om det fortsatt finnes brannslukkingsutstyr med PFAS i vraket, men det er lite trolig.

PFAS er som PCB, persistent og bioakkumulerbar. Foruten mulig giftvirkning vil et utslipp av PFAS bidra til generell tilførsel av persistente stoffer til det marine miljø. Uten mer informasjon om sannsynlige mengder om bord kan vi ikke bedømme bidragets betydning. PFAS ble ikke analysert i 2014 (Norconsult 2014).

Ftalater utgjør diffuse utslipp gjennom langsom utlekking fra vinylgulv og plastkabler. Våre beregninger viser at det kan lekke ut inntil 200 og 600 g/m²·år før influensområdet strekker seg lengre ut enn henholdsvis 200 og 500 m. Typisk utlekkingstid er imidlertid fra 10 år og oppover. Ved raskeste tid vil man derfor kunne akseptere en total utlekking på 2 og 6 kg/m². Med et antatt areal av vinylflater på 100 – 1000 m² i vraket (Norconsult 2014) betyr det en akseptabel utlekking på minimum 200 kg/år. Samlet mengde i Server ved forliset er anslått til 18,4 – 184 kg (Norconsult 2014). De er derfor ikke sannsynlig at ftalat-utlekkingen vil utgjøre noen miljørisiko.

Bromerte flammehemmere (BFH) utgjør diffuse utslipp fra isolasjonsmaterieell der vi har lagt PNEC for kronisk belastning til grunn. Utlekkingen er generelt langsom. Akseptabel utlekking vil kunne være hhv 21 og 73 g/år fra en kilde før influenssonen for toksisitet på 200 og 500 m overskrides. Norconsult (2014) anslår total mengde BFH i vraket til 200 – 1200 g da det forliste. Med akseptabel utlekking vil det ta fra 3 til 57 år før alt er lekket ut. En slik utlekkingstid er ikke urimelig (utlekkingstidsrom 0-200 år, Norconsult 2009), men kan ikke anslås nærmere ut fra den informasjon som er tilgjengelig. BFH vil kunne akkumuleres i sedimenter og organismer. Norconsults analyser (Norconsult 2014) omfattet ikke BFH i organismer, men sedimentene viste nivåer av enkeltkomponenter av BFH stort sett under deteksjonsgrensen og god til meget god kjemisk tilstand. Totalt sett mener vi derfor at miljørisikoen fra BFH er liten.

9. Konsekvenser av vrakfjerning

Forholdet til vannforskriften

Den norske Vannforskriften er i dag styrende for miljøklassifisering av norske vannforekomster inklusive kystfarvann og for eventuelle miljøforbedrende tiltak. Forskriftens generelle mål for økologisk tilstand i vannforekomstene sier:

- Paragraf 4: Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemiske tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V.
- Paragraf 7: Det skal gjennomføres nødvendige tiltak med sikte på gradvis reduksjon av forurensning fra prioriterte stoffer til vann. Det skal gjennomføres nødvendige tiltak med sikte på stans i utslippene av prioriterte farlige stoffer til vann.

Tiltak for å nå målene i paragraf 7 skal iverksettes umiddelbart. Målsettingen i paragrafens setning 2 skal nås senest innen utgangen av 2020. Fristene kan forlenges med inntil 12 år for å sikre en gradvis måloppnåelse, forutsatt at det ikke forekommer ytterligere forringelse av tilstanden i den berørte vannforekomsten og minst ett av følgende forhold gjør seg gjeldende:

- forbedringene kan av tekniske årsaker ikke gjennomføres innen fristen, eller
- det ville være uforholdsmessig kostnadskrevende å gjennomføre forbedringen innen fristen, eller
- det foreligger slike naturforhold at en forbedring av vannforekomsten innen fristen ikke lar seg gjennomføre.

Forskriftens Vedlegg V fastslår følgende definisjon av god tilstand mht syntetiske/ikke-syntetiske forurensende stoffer i en vannforekomst som rundt Fedje (kategori Kystvann): Konsentrasjoner skal ikke overstige EQS verdien for de aktuelle stoffene.

Vi anser at det vil være opp til miljømyndighetene å avgjøre hvorvidt Vannforskriften skal legges til grunn for håndteringen av vraket av Server.

Miljørisiko forbundet med eventuell vrakfjerning

Vi anser at den største miljørisikoen ved fjerning av vraket er at utstyr som inneholder miljøgifter ødelegges i operasjonen slik at miljøgiftene frigis, eller at miljøgifter som allerede er frigitt, men ligger beskyttet i vraket blir spredt til omgivelsene når vraket løftes.

Bekymringen rundt ødeleggelse av utstyr vil først og fremst gjelde for beholdere som inneholder miljøgifter i flytende form slik som armaturer, evt. transformatorer med PCB og lagerbeholdere med brannskum. Dykkeinspeksjonen i august 2014 (LOC 2014) indikerte at det er lite eller ingenting av slikt utstyr igjen i vraket i dag. LOC (2014) hevder også at om beholdere med kjemikalier finnes, så ville de være ødelagt av vanntrykk eller grov sjø og innholdet vil allerede være lekket ut. Utlekkingshastighet og derved også miljørisikoen er mindre der miljøgiftene er bundet i en matriks slik som fluor-, klor- og brom-forbindelser i vinyl, isolasjon, mm., og for metaller i legeringer.

Mobilisering av flytende miljøgifter som eventuelt finnes frie i hulrom i vraket, vil først og fremst gjelde PCB-olje og kvikksølv. Dykkeinspeksjonene har ikke avdekket slike forekomster, men de kan ikke derfor utelukkes helt. Fjerning av vraket vil sannsynligvis føre til at de frigis til miljøet. Dette kan skje både når vrakdelene heves og under håndtering på overflata.

Vi har ikke grunnlag for å bedømme sannsynligheten av at det fortsatt finnes uidentifisert utstyr ombord med kjemikalier som representerer en mulig miljørisiko, men om så er tilfelle anser vi spesifikk fjerning av slikt utstyr som et mer kostnadseffektivt tiltak enn å fjerne hele vraket. I tillegg til risikoen for frigivelse av miljøgifter under operasjonen, begrunner vi dette med at miljørisikoen fra vraket i dag ansees for å være relativt liten. De analysene som er gjort av sedimenter og lokal fauna, om enn begrenset, tyder med ett unntak (TBT) på at kjemisk tilstand er god til meget god etter Vannforskriftens klassifisering. Flora og fauna på og rundt vraket synes videre, ut fra video-observasjonene i august 2014, å være i god tilstand, men høy artsdiversitet og uten åpenbare tegn til påvirkning.

10. Konklusjoner

Tilgjengelige kilder har listet opp en rekke miljøbetenkelige stoffer som man forventer kan finnes i vraket. Flere av disse kan ha en utlekking med influensområde for toksisk virkning som strekker lenger ut enn henholdsvis 200 og 500 m i hovedstrømretningen.

Vi kan med rimelig trygghet ekskludere mangan, krom, vanadium og wolfram i stållegeringer og aluminium i offeranoder for videre vurdering. Dykkeobservasjoner av offeranodene i 2014 tyder også på at sinkutlekkingen ikke er så høy at den er giftig.

Norconsult (2009) anser at bly, kadmium og kvikksølv opptrer i elementær form, dvs. som metaller i vraket. Som metall er de så lite løselig i vann at risikoen for toksiske nivåer i sjøvannet omkring vraket ansees som liten. Løseligheten i vann kan være høyere om de opptrer i annen tilstandsform, f.eks. som salter, men dette er det ingen informasjon om. Risikoen for effekter av bly ble kraftig redusert ved fjerning av 27 blyholdige batterier sommeren 2014.

Det er lite sannsynlig at det er gjenværende bunnstoff på vraket som lekker TBT av betydning til vannet. Man kan regne med at mesteparten av TBT i bunnstoffet har lekket ut i løpet av de 9 årene som har gått siden siste påføring. Dykkeinspeksjonene tyder også på at det er lite bunnstoff igjen. Skroget under vannlinjen er i dag sterkt begrodd, noe som indikerer liten eller ingen giftvirkning. Enkelte sedimentprøver rundt vraket hadde høyt innhold av TBT, men dette mener vi skyldes avskallede bunnstoffrester, ikke utlekking fra skroget.

Det er ikke funnet restolje i vraket og heller ikke rapportert om oljesøl i området etter 2007, men Norconsult (2014) antar likevel at det kan finnes en rest på 500 – 5000 kg olje i akterskipet. Siden bare en liten del av frigitt olje vil blandes ned i sjøen, og neppe all olje vil slippe ut samtidig, er den mulige restmengden for liten til at influensområdet for toksiske virkninger strekker seg ut til 200 m og risikoen fra olje ansees som liten.

Eventuell utlekking av etylenglykol, organohalogener (KFK, HFK, halon) og ftalater ansees heller ikke å utgjøre en risiko for miljøeffekter av betydning.

PCB-innholdet i eldre lysarmatur-kondensatorer er høyt nok til å kunne utgjøre en miljørisiko ved lokal toksisk virkning i et større influensområde enn 500 m avstand i strømretningen, kanskje også som bidrag til den allmenne PCB-belastningen i marint miljø. Tilgjengelig informasjon tyder på at det ikke er intakte kondensatorer med PCB i vraket i dag. Det er heller ikke tegn på at PCB er akkumulert i bunnsedimenter eller lokale marine organismer. Miljørisikoen fra PCB ansees derfor som liten.

PFAS i brannskum og bromerte flammehemmere i diverse utstyr kan også utgjøre en miljørisiko. Under dykkeinspeksjonen i 2014 ble det funnet og fjernet to intakte brannslukkingsapparater. Det var også tegn til at flere var forsvunnet eller fjernet. Det er lite trolig at det fortsatt finnes brannslukkingsutstyr med PFAS i vraket.

Isolasjonsmateriell kan gi langvarige diffuse utslipp av bromerte flammehemmere (BFH). Utbredelse av mulig toksisk virkning kan ikke anslås nærmere ut fra den informasjon som er tilgjengelig, men ansees ikke å forekomme utenfor influensområdene. BFH vil kunne akkumuleres i sedimenter og organismer. BFH er ikke analysert i organismer, men analyse av sedimentene viste god til meget god kjemisk tilstand. Totalt sett mener vi at miljørisikoen fra BFH er liten.

Den største miljørisikoen ved en fjerning av vraket er at utstyr som inneholder miljøgifter i væskeform, ødelegges slik at disse frigis, eller at miljøgifter som finnes fritt, men beskyttet i vraket

blir spredt til omgivelsene. Det siste vil først og fremst gjelde PCB-olje og kvikksølv. Dykkeinspeksjonene har ikke avdekket slike forekomster, men de kan ikke utelukkes helt.

Vi har ikke grunnlag for å bedømme sannsynligheten av at det fortsatt finnes uidentifisert utstyr om bord som representerer en mulig miljørisiko, men om så er tilfelle anser vi fjerning av slikt utstyr som et mer kostnadseffektivt tiltak enn å fjerne hele vraket. I tillegg til risikoen for frigivelse av miljøgifter under operasjonen, begrunner vi dette med at miljørisikoen fra vraket i dag ansees for å være relativt liten. De analysene som er gjort av sedimenter og lokal fauna, om enn begrenset, tyder med ett unntak (TBT i enkelte sedimentprøver) på at kjemisk tilstand er god til meget god etter Vannforskriftens klassifisering. Flora og fauna på og rundt vraket synes også, ut fra video-observasjonene i august 2014, å være i god tilstand, men høy artsdiversitet og uten åpenbare tegn til påvirkning.

11. Referanser

- Adema, D.M.M., J.H. Canton, W. Slooff, and A.O. Hanstveit. 1981. Research for a Useful Combination of Test Methods to Determine the Aquatic Toxicity of Environmentally Dangerous Chemical. Rep.No.CL81/100, Natl.Inst.Public Health Environ.Hyg.:107 p.
- Brooke, L.T. 1991. Results of Freshwater Exposures with the Chemicals Atrazine, Biphenyl, Butachlor, Carbaryl, Carbazole, Dibenzofuran, 3,3'-Dichlorobenzidine, Dichlorvos, 1,2-Epoxyethylbenzene (Styrene Oxide), Isophorone, Isopropalin, Oxy. Center for Lake Superior Environmental Studies, University of Wisconsin, Superior, WI:110 p.
- Buccafusco, R.J., S.J. Ells, and G.A. LeBlanc. 1981. Acute Toxicity of Priority Pollutants to Bluegill (*Lepomis macrochirus*). Bull. Environ. Contam. Toxicol.26(4): 446-452
- Goodman, L.R., G.M. Cripe, P.H. Moody, and D.G. Halsell. 1988. Acute Toxicity of Malathion, Tetrabromobisphenol-A, and Tributyltin Chloride to Mysids (*Mysidopsis bahia*) of Three Ages. Bull. Environ. Contam. Toxicol.41(5): 746-753
- ITOPF 2012. ITOPF Report in the technical merits of the Server wreck removal order. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd Report February 2012.
- Ji, K., Y. Kim, S. Oh, B. Ahn, H. Jo, and K. Choi. 2008. Toxicity of Perfluorooctane Sulfonic Acid and Perfluorooctanoic Acid on Freshwater Macroinvertebrates (*Daphnia magna* and *Moina macrocopa*) and Fish (*Oryzias latipes*). Environ. Toxicol. Chem.27(10): 2159-2168
- Kim, E.J., J.W. Kim, and S.K. Lee. 2002. Inhibition of Oocyte Development in Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) Exposed to Di-2-Ethylhexyl Phthalate. Environ. Int.28(5): 359-365
- LeBlanc, G.A. 1980. Acute Toxicity of Priority Pollutants to Water Flea (*Daphnia magna*). Bull. Environ. Contam. Toxicol.24(5): 684-691
- Norconsult 2009. Miljøgifter i skipsvrak. Norconsult rapport 5012395/1/J3.
- Rhodes, J.E., W.J. Adams, G.R. Biddinger, K.A. Robillard, and J.W. Gorsuch. 1995. Chronic Toxicity of 14 Phthalate Esters to *Daphnia magna* and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Environ. Toxicol. Chem.14(11): 1967-1976
- Ronisz D et al; Aquat Toxicol 69(3): 229-45 (2004).
- Schriks, M. 2006. Novel In Vitro, Ex Vivo and In Vivo Assays Elucidating the Effects of Endocrine Disrupting Compounds (EDCs) on Thyroid Hormone Action. Ph.D.Thesis, Wageningen Univ.The Netherlands:159 p.
- Walsh, G.E., M.J. Yoder, L.L. McLaughlin, and E.M. Lores. 1987. Responses of Marine Unicellular Algae to Brominated Organic Compounds in Six Growth Media. Ecotoxicol. Environ. Saf.14:215-222

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no