



KYSTVERKET

Kystverkets vurderinger og anbefalinger etter undersøkelse og kartlegging av U-864 i 2025



Sammendrag

Tittel:	Kystverkets vurderinger og anbefalinger etter undersøkelse og kartlegging av U-864 i 2025	Title:	The Norwegian Coastal Administration's Assessments and Recommendations Following the Investigation and Mapping of U-864 in 2025
Prosjektgruppe:	Kystverket: Lill Veronika Benjaminsen Stine Eriksen Hammer Marstrand: Henning Vahr Daniel Mohn Sara Hoddevik DNV Mads Hell Hansen Jan Holme Jens Laugesen Expected Value: Nicolaj Tidemand	Project team:	NCA: Lill Veronika Benjaminsen Stine Eriksen Hammer Marstrand: Henning Vahr Daniel Mohn Sara Hoddevik DNV Mads Hell Hansen Jan Holme Jens Laugesen Expected Value: Nicolaj Tidemand
Dato:	15.09.2025	Date:	15.09.2025
Rapport Nr:	1 (foreløpig versjon)	Report No:	1 (Interim version)
Sider:	60	Pages:	60
ISBN papir:		ISBN Paper:	
ISBN elektronisk:		ISBN electronic:	
ISSN:		ISSN:	
Prosjekt:	Undersøkelse og kartlegging av U-864 i 2025	Project:	Investigation and mapping of U-864 in 2025
Prosjektleder:	Lill Veronika Benjaminsen (Kystverket)	Project manager:	Lill Veronika Benjaminsen (NCA)
Emneord:		Key words:	

Oppdraget

Kystverket har fått i oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) å gjennomføre undersøkelser av vraket etter U-864 og omkringliggende sjøbunn for å redusere usikkerhet knyttet til eventuell heving av kvikksølvlast. Undersøkelsen skal gi bedre kunnskap om vrakets tilstand, kvikksølvbeholdere, ammunisjon og forurensning i sedimentene. Funnene skal danne grunnlag for en anbefaling om videre håndtering, der miljørisiko og økonomisk forsvarlighet skal vektlegges.

Statens prosjektmodell

Utredningen følger prinsippene i Statens prosjektmodell og bygger på tidligere faser i prosjektet, inkludert KVVU (2011), KS1 (2012), forprosjektene (2014) og ekspertutvalgets arbeid (2022). Alternativene som i tidligere faser har vært vurdert inkluderer tildekking, heving av vrak, heving av kvikksølvlast og kombinasjoner med mudring. I forbindelse med forprosjektfase i 2013-14 ble antall gjenværende alternativer redusert til to, 1: Tildekking av vrak og forurensede sedimenter og 2: Heving av kvikksølvlast med påfølgende tildekking. Alternativet med heving av vrak ble inkludert i ekspertutvalgets arbeide (2020-22), men ble forkastet med begrunnelse i et uakseptabelt risikonivå. Alternativet er heller ikke en del av NFD sitt oppdrag til Kystverket. Kystverket har valgt å inkludere nullalternativet som referanse, i tråd med rundskriv R-108/23 og kravene til KS1. Miljøkrav og akseptkriterier fra tidligere faser er videreført i denne utredningen.

Miljøfaren

U-864 inneholder kvikksølv som representerer en potensiell miljøfare. Tidligere undersøkelser har dokumentert kvikksølvforurensning i sedimentene rundt vraket, og det er fortsatt usikkerhet knyttet til mengde, tilstand og lokalisering av kvikksølvbeholdere. Det er satt strenge krav til hvor mye kvikksølv som kan spres utenfor tiltaksområdet. I tidligere utredninger er det lagt til grunn at det endelige tiltak må forventes å kunne fjerne minst 50 % av kvikksølvet for å vurderes som alternativ til tildekking.

Erfaringer fra markedsdialog

Gjennom markedsdialog har Kystverket fått innsikt i tilgjengelig teknologi og kapasitet i markedet. Flere aktører har bekreftet at det er teknologi tilgjengelig som muliggjør undersøkelser som er omfattet av Kystverkets oppdrag.

De viktigste funnene fra Tokt 1

Tokt 1 har gitt verdifulle data som styrker grunnlaget for planlegging av Tokt 2:

- Bedre billedgrunnlag med høyoppløselige bilder og sonar-data gir bedre oversikt over vrakets tilstand og omkringliggende sedimenter som grunnlag for en 3D-modell.
- Bildene gir en bedre visuell innsikt enn tidligere i vrakdelenes tilstand og viser omfattende skader på strukturen. I sjøbunnen rundt vrakdelene er det betydelige mengder vrakdeler og store steiner som gjør det krevende ved fjerning av sedimenter rundt vrakdelene for å få tilgang til kjølkassene
- Kartleggingen har bekreftet dybdeforholdene og vil bidra til operasjonell planlegging.
- Det er fortsatt usikkerhet om tykkelser av sedimentlag ned til fjell i området der for- og akterseksjonen til U-864 ligger. Derfor vil måling av dybde til fjell være en del av tokt 2.
- Formskroget er betydelig svekket, og hele paneler er korrodert bort eller har falt av. Tykkelsesmålinger av trykkskroget viser at det er betydelig korrosjon siden forrige måling i 2005 med opptil 15% reduksjon av tykkelser målt for 20 år siden.

- Mulige kvikksølvbeholdere i sedimentene er indikert ved ny teknologi, men funnene må verifiseres.

Det er imidlertid fortsatt usikkerhet knyttet til antall, plassering av og tilstand på kvikksølvbeholdere, skadeomfang på kjølen, samt omfanget av ammunisjon.

Avklaringer knyttet til håndtering av hevet kvikksølv

Kvikksølvholdig avfall må håndteres i henhold til nasjonale og internasjonale regelverk. Flytende kvikksølv må stabiliseres før eksport, og miljømyndigheter i både Norge og mottakerland må godkjenne transporten. Langtidslagring skjer i dag kun utenfor Norge, ofte i Tyskland. Det er to mottaksanlegg i Norge som har bekreftet kapasitet til å mellomlagre opptil 30 tonn kvikksølv, gitt tidlig varsling og koordinering med nedstrøms aktører.

Uenighet i forsvarsektoren knyttet til håndtering av eksplosiver og ammunisjon

Det er fremskaffet ny informasjon mht. type og mengde ammunisjon som var om bord i ubåten da den ble torpedert, særlig hva angår type og antall torpedoer. Informasjonen baserer seg på hva man visste om denne typen transporter på slutten av krigen, og ikke om kunnskap om U-864 spesifikt. Informasjonen er derfor basert på antagelser og er ikke verifisert. For risikovurderingen har det ikke så stor betydning all den tid det uansett er mer enn en torpedo i vraket som påvirker muligheten for detonasjon under eller etter tiltak.

Det er uenighet i vurderingene fra forsvarsektoren når det gjelder risiko for detonasjon av torpedoer ved gjennomføring av tildekking. På grunn av denne motstriden har Kystverket tildelt FFI et oppdrag om å gjennomføre beregninger og modellering av blant annet risiko for og konsekvenser av en detonasjon av torpedoer under tildekking, brist i trykklufttank, fylling av vrak med masser, sannsynlighet for sympatidetonasjon (eksplosjon fra en torpedo medfører at nærliggende torpedoer eksploderer). Dette oppdraget pågår, og svar er ventet først vinter 2026. På grunn av dette vil Kystverket trenge mer tid på vurderingene knyttet til endelig tiltak enn det som var forutsatt.

Denne versjonen av rapporten er en foreløpig rapport som oversendes før Tokt 2 er gjennomført. En endelig versjon av Kystverkets rapport vil foreligge etter Tokt 2 er gjennomført og resultatene evaluert. Deretter vil det bli gjennomført og dokumentert en alternativanalyse (kapittel 8) som vil gi et grunnlag for at Kystverket kan anbefale hvilket alternativ som bør videreføres. I tillegg vil det bli beskrevet føringer for forprosjektfasen (kapittel 9).

Executive summary:

The Assignment

The Norwegian Coastal Administration (NCA) has been commissioned by the Ministry of Trade, Industry and Fisheries (NFD) to carry out investigations of the wreck of U-864 and the surrounding seabed to reduce uncertainty related to a potential recovery of the mercury cargo. The investigation aims to provide better knowledge about the condition of the wreck, mercury canisters, ammunition, and mercury pollution in the sediments. The findings will form the basis for a recommendation on further action, with emphasis on environmental risk and economic feasibility.

The State Project Model for large investment projects

The assessment follows the principles of the State Project Model for large investment projects and builds on previous project phases, including the Conceptual Appraisal (KVU, 2011), Quality assurance of choice of concept before Cabinet decision to start a pre-project (KS1, 2012), Pre-projects (2014), and the work of the expert committee (2022). Alternatives previously considered include capping, recovery of the wreck, recovery of the mercury cargo, and combinations involving dredging of mercury-contaminated sediments. During the pre-project phase in 2013–14, the number of remaining alternatives was reduced to two:

- Alternative 1: Capping of the wreck and contaminated sediments
- Alternative 3: Recovery of the mercury cargo followed by capping

The alternative involving recovery of the wreck (Alternative 2) was included in the expert committee's work (2020–22) but was rejected due to an unacceptable level of risk. Neither was this included in the mandate given by the NFD to the NCA.

Kystverket has chosen to include the “zero alternative” (no action) as a reference, in line with Circular R-108/23 from the Ministry of Finance and requirements at the KS1 tollgate. Environmental requirements and acceptance criteria from earlier phases, have been carried forward into this assessment.

Environmental Risk

U-864 contains liquid mercury, which poses a potential environmental hazard. Previous investigations have documented mercury contamination in the sediments around the wreck, and there is still uncertainty regarding the quantity, condition, and location of the mercury cannisters. Strict limits have been set for how much mercury may be dispersed outside the intervention area. Earlier assessments have assumed that any final measure must be expected to remove at least 50% of the mercury to be considered a viable alternative to capping.

Insights from Market Dialogue

Through market dialogue, the Coastal Administration has gained insight into available technology and market capacity. Several actors have confirmed that technology is available to carry out the investigations covered by Kystverket's assignment.

Key Findings from Survey campaign 1

Survey campaign 1 has provided valuable data that strengthens the basis for planning an Offshore campaign 2:

- Improved imaging with high-resolution photos and sonar data provides a better overview of the wreck's condition and surrounding sediments, forming the basis for a 3D model.
- The images offer better visual insight than before into the condition of the wreck sections and show extensive structural damage. Around the wreck sections, there are significant amounts of debris and large stones, making sediment removal around the wreck challenging in order to access the keel boxes.
- The mapping has confirmed earlier measurements of depth conditions and will support operational planning
- There is still uncertainty about the thickness of sediment layers down to bedrock in the area where the fore- and aft sections of U-864 are located. Therefore, depth-to-bedrock measurements will be part of Offshore campaign 2.
- The outer hull is significantly weakened, with entire panels corroded away or fallen off. Thickness measurements of the pressure hull show significant corrosion since the last measurement in 2005, with up to 15% reduction in thickness compared to 20 years ago.
- Possible mercury cannisters in the sediments have been indicated using new technology, but the findings must be verified.

However, there is still uncertainty regarding the number, location, and condition of mercury cannisters, the extent of damage to the keel, and the amount of explosives and ammunition.

Clarifications Regarding Handling of Recovered Mercury

Mercury-containing waste must be handled in accordance with national and international regulations. Liquid mercury must be stabilized before export, and environmental authorities in both Norway and the receiving country must approve the transport. Long-term storage currently

only takes place outside Norway, often in Germany. Two facilities in Norway have confirmed capacity to temporarily store up to 30 tonnes of mercury, given early notification and coordination with downstream actors.

Disagreement Within the Defence Sector Regarding Handling of Explosives and Ammunition

New information has emerged regarding the type and quantity of ammunition on board the submarine when it was torpedoed, particularly concerning the type and number of torpedoes. This information is based on what was known about such transports at the end of the war, not on specific knowledge about U-864. Thus, the information consists of unverified assumptions. For the risk assessment, this has limited impact, as the presence of more than one torpedo in the wreck already influences the potential for detonation during or after intervention.

There is disagreement within the defence sector regarding the risk of torpedo detonation during capping operations. Due to this disagreement, the Coastal Administration has commissioned the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) to carry out calculations and modelling of, among other things, the risk and consequences of a torpedo detonation during capping, rupture of compressed air tanks, filling of the wreck with materials, and the probability of sympathetic detonation (i.e., one torpedo explosion triggering others nearby). This assignment is ongoing, and results are expected in winter 2026. As a result, the Coastal Administration will need more time to assess the final measure than originally planned for.

This version of the report is a preliminary version submitted before Offshore campaign 2 has been conducted. A final version of the Coastal Administration's report will be available after the Offshore campaign 2 is completed and the results evaluated. Subsequently, an alternatives analysis (Chapter 8) will be conducted and documented, forming the basis for the Coastal Administration's recommendation on which alternative should be pursued. In addition, recommendations for the pre-project phase will be described (Chapter 9).

Copyright © Kystverket

Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven

Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis

Language of Report: Norwegian

Innhold

Sammendrag.....	iii
1 Innledning	8
1.1 Om oppdraget og Kystverkets tilnærming	8
1.2 Historikk og behov for ny informasjon.....	9
1.3 Innplassering av utredningen i statens prosjektmodell	13
1.4 Forkortelser	15
2 Problembeskrivelse	16
2.1 Innledning.....	16
2.2 Fakta om kvikksølv som miljøgift	16
2.3 Utlekking og bioakkumulering av kvikksølv fra sedimenter nær U-864.....	16
2.4 Resultater fra overvåkning av fisk og skalldyr	17
2.5 Forurensning fra U-864 og berørt område.....	18
3 Behovsanalyse	20
3.1 Krav til behovsanalyse	20
3.2 Normative behov.....	20
3.3 Etterspørselsbaserte behov	21
3.4 Interessentbaserte behov	21
3.5 Oppsummering av behov	21
4 Strategiske mål	23
4.1 Krav til etablering av mål.....	23
4.2 Gjeldende samfunnsmål.....	23
4.3 Gjeldende effektmål.....	24
5 Nye undersøkelser	25
5.1 Innledning.....	25
5.2 Markedsdialog (RFI).....	25
5.3 Kartlegging av sjøbunn og vrakdeler (Tøkt 1).....	27
5.4 Inspeksjon av kjøll og kvikksølvbeholdere (Tøkt 2)	42
5.5 Undersøkelser om plassering av og tilstand på ammunisjon.....	43
6 Rammebetingelser for konseptvalg	47
6.1 Resultater som påvirker rammebetingelser.....	47
6.2 Trinnvis gjennomføring av operasjonen.....	51

6.3	Oppdaterte rammebetingelser	51
7	Mulighetsstudie	52
8	Alternativanalyse	54
9	Føringer for forprosjektfasen	55
	Vedlegg og referanser	56

1 Innledning

1.1 Om oppdraget og Kystverkets tilnærming

Bakgrunn for oppdraget

I oktober 2020 nedsatte regjeringen et ekspertutvalg for å vurdere om ny informasjon kunne gi grunnlag for en bedre løsning for håndtering av vrakdelene etter ubåten U-864. Mens tidligere anbefalinger fra Kystverket har vært basert på miljøhensyn, i tråd med Kystverkets mandat, hadde ekspertutvalget et utvidet vurderingsgrunnlag til også å omfatte andre samfunnsverdier.

Utvalget leverte sin rapport i september 2022 /D06/ der de konkluderte med at både tildekking og heving av last (etterfulgt av tildekking) var gjennomførbare alternativer med akseptabel risiko. Heving av hele vraket ble derimot ikke anbefalt, grunnet risiko knyttet til ammunisjon om bord og mulig fare for personell.

Rapporten pekte på betydelig usikkerhet knyttet til mengde og plassering av kvikksølv og eksplosiver/ammunisjon, vrakets tekniske tilstand, og omfanget av forurensede sedimenter. Utvalget gjennomførte en markedsdialog, hvor det kom frem at det foreligger teknologi som muliggjør flere relevante nye undersøkelser. Utvalget sørget derfor for at det ble gjennomført en ny undersøkelse med bistand fra FFI. Formålet med undersøkelsen var å vurdere ulike risikoforhold knyttet til mulige nye operasjonelle tiltak ifm. U-864, ved å få mer kunnskap om:

- a. ulike grunnforhold, med tanke på utstyr som skal plasseres
- b. tilstanden til vraket i dag, i.e. trykkskroget, med tanke på stabilitet, integritet og forflytning
- c. tilstanden til formskroget og hva som er mulig å fjerne i forkant
- d. tilstanden til kjølkassen i hele lengden, både delen som ligger over havbunnen, og den som er dekket av sedimenter, noe som vil være viktig for å kunne vurdere metoder for tilkomst til kjøll, og for heving av last
- e. hvor og hvordan lasten og kvikksølvet ligger i dag, både i og utenfor vraket
- f. tilstanden til støttefyllingen i dag

Undersøkelsen avdekket i hovedsak ikke noe nytt, og utvalget beskrev selv at resultatene fra surveyen ikke i vesentlig grad bidro til ny informasjon for utvalgets anbefaling.

Utvalget anbefalte alternativet der så mye som mulig av kvikksølvlasten heves, før vrakdeler og forurensede sedimenter dekkes til. Utvalget vurderte at det var betydelig usikkerhet knyttet til hvor store mengder kvikksølv som U-864 var lastet med, hvor det befinner seg, og tilstanden til både kvikksølvbeholderne og vrakdelene. Ekspertutvalgets vurdering var at flere forutsetninger måtte være oppfylt for å realisere oppsidene ved det anbefalte alternativet. Dette omfattet at tiltaket må kunne gjennomføres med en akseptabel miljørisiko, håndterbar operasjonell risiko og til en forsvarlig kostnadsramme.

Ettersom det ikke var mulig å avklare den beskrevne usikkerheten før en faktisk gjennomføring av tiltaket, anbefalte utvalget en trinnvis gjennomføringsmodell for heving av kvikksølvlasten. Dette er nærmere omtalt i kapittel 6.2.

Oppdraget fra Nærings- og fiskeridepartementet av august 2024

Med bakgrunn i ekspertutvalgets arbeid fikk Kystverket et oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) i august 2024 om å gjennomføre nye undersøkelser av vrakdelene og sjøbunnen rundt. Formålet var å redusere usikkerheten i en plan for en mulig heving av deler av kvikksølvlasten. Med bakgrunn i resultater fra undersøkelsene, skulle Kystverket levere en rapport til NFD med en vurdering og anbefaling av om man bør gå

videre med heving av deler av kvikksølvlasten før tildekking av vraket og forurensset sjøbunn, eller om man bør gå rett til tildekking.

Kystverket gjennomførte en offentlig anskaffelse for å sikre nødvendig fagkompetanse for å bistå Kystverkets prosjektorganisasjon. Selskapet Marstrand vant konkurransen sammen med underleverandørene Det Norske Veritas (DNV), Norges Geotekniske institutt (NGI) og Expected Value. Faglige vurderinger og råd fra Kystverket i utredningen inkluderer bidrag fra disse fagmiljøene.

I oppdraget fra NFD fremgikk det at Kystverket i arbeidet med planlegging og gjennomføring av undersøkelsen skulle involvere fagmiljøer med nødvendig kompetanse innen subsea- og offshore, ammunisjon, eksplosiver og miljø. Kystverket valgte derfor å invitere til en markedsdialog med mulige leverandører som kunne bidra med ny teknologi og metoder for å kartlegge kvikksølvlasten, kvikksølvforurensingen (i og utenfor vraket) og tilstanden for vrak og last. Leverandørene ble invitert til å svare på spørsmål knyttet til ni ulike temaer. De som leverte innspill fikk tilbud om en-til-en samtaler, og det ble gjennomført i alt 19 samtaler. Leverandørene leverte gode innspill om ny teknologi og løsningsmetoder der de så muligheten for å kartlegge kvikksølvbeholdere og flytende kvikksølv i sedimenter og å kunne kartlegge tilstanden på kjølen som ligger begravd i sedimenter også uten å grave eller mudre store mengder sedimenter. Temaene for markedsdialogen med påfølgende samtaler og resultatet av markedsdialogen er nærmere beskrevet i kap. 5.2, og en rapport som oppsummerer markedsdialogen er vedlagt /V01/.

Basert på markedsdialogen fremsto det som nødvendig å dele opp undersøkelsen av vraket i to faser (Tøkt 1 og Tøkt 2). Den første fasen omfattet kartlegging av vrakdelene og sjøbunn som grunnlag for å etablere en 3D-modell. Særlig interessant var det å kartlegge tilstanden på kjølen for å mer målrettet kunne få fysisk adkomst til kjøle og kvikksølvbeholdere i Tøkt 2. Det var også et mål om å kunne påvise kvikksølvbeholdere og eventuelle eksplosiver i sedimentene.

Kystverkets overordnede vurdering er at teknologien på flere områder ikke er så godt utviklet som presentert i markedsdialogen, men at tøktet resulterte i verdifull informasjon for det videre arbeidet. Resultatene er nærmere beskrevet i kapittel 5.3, og det vises til vedlagte sluttrapporter fra Reach Subsea AS /V02, V03, V04/.

Formålet med den andre fasen av Kystverkets undersøkelser (Tøkt 2) er å etablere tilgang til kjøle ved å fjerne sedimenter for å få tilgang til et representativt utvalg av kvikksølvbeholdere og vurdere tilstanden til disse. Anskaffelsen av leverandører som kan gjennomføre Tøkt 2 er nylig lyst ut og en tilbyderkonferanse er gjennomført. Tøkt 2 planlegges gjennomført rundt årsskiftet 2025/2026, men avhenger av tilbudene fra leverandører og deres mulighet for gjennomføring av tøktet. Det vises til kapittel 5.4 for en nærmere beskrivelse av Tøkt 2 og vedlagt presentasjon fra Kystverkets tilbyderkonferanse 5. september /D05/.

1.2 Historikk og behov for ny informasjon

Under andre verdenskrig ble det fraktet en mengde råvarer mellom aksemaktene Japan og Tyskland/Italia. Mesteparten av denne transporten ble gjennomført ved bruk av ubåter på grunn av blokader, og fordi overflatefartøy var mer utsatt for angrep. Utvekslingen var i hovedsak knyttet til militært nødvendige råvarer og militær teknologi.

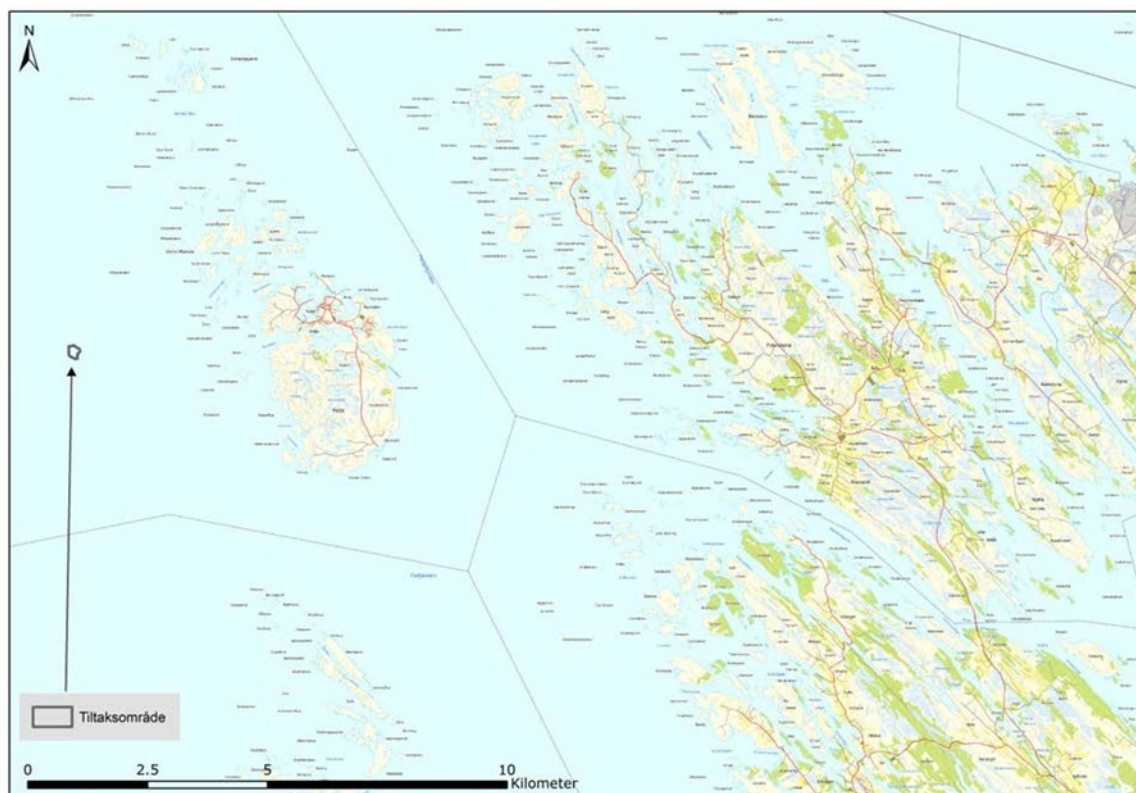
På grunn av Japans store råvarebehov til våpenproduksjon ble også vesentlige mengder kvikksølv fraktet til Japan fra Europa. Kvikksølv ble for det meste benyttet i sprengstoff som tennsatser i bomber, granater og torpedoer.

Mot slutten av krigen var den tyske ubåten U-864 på vei fra Tyskland via Norge med krigsmateriell til Japan. Ifølge historiske dokumenter kan U-864 ha fraktet ca. 67 tonn metallisk kvikksølv (i væskeform), lagret i stålbeholdere i kjølen. Den 9. februar 1945, om

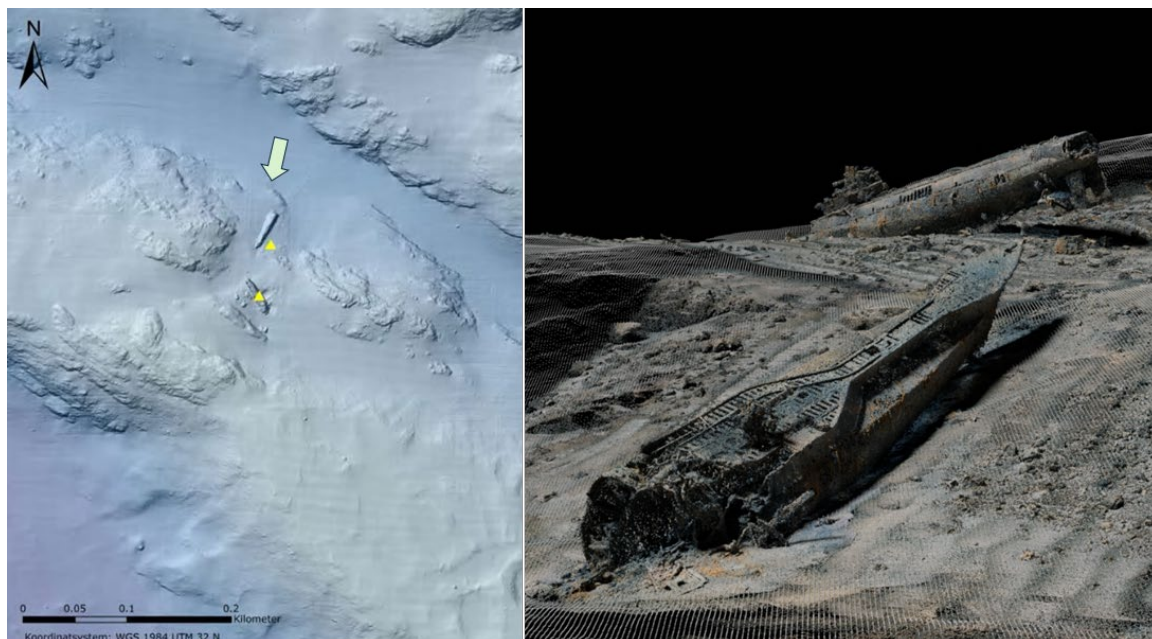
lag 2 nautiske mil vest for øya Fedje i Hordaland (som vist i figuren nedenfor) ble ubåten U-864 ble senket av den britiske ubåten HMS Venturer.

Da U-864 ble senket var det ingen presis registrering av hvor den gikk ned. Ubåten ble imidlertid funnet av Sjøforsvaret i 2003 på 150-175 meters dyp. Ubåten ble som følge av eksplosjonen fra torpederingen delt i to hoveddeler.

Etter 2003 har vrakdeler og sjøbunn blitt grundig undersøkt. Undersøkelsene har vist høye konsentrasjoner av kvikksølv i sedimentene rundt vrakdelene. I 2005 ble det funnet en intakt beholder i sedimentene. I 2006 ble det funnet ytterligere en beholder, og i 2013 ble seks beholdere funnet. Syv av åtte beholdere var korrodert igjennom hele godstykkelsen, og kvikksølvet har lekket ut i sedimentene. Kystverket kan med sikkerhet fastslå at det var kvikksølvlast om bord, men at omfanget (antall beholdere og antall tonn) er usikkert og er basert på en antagelse ut fra bestillingen fra Japan.

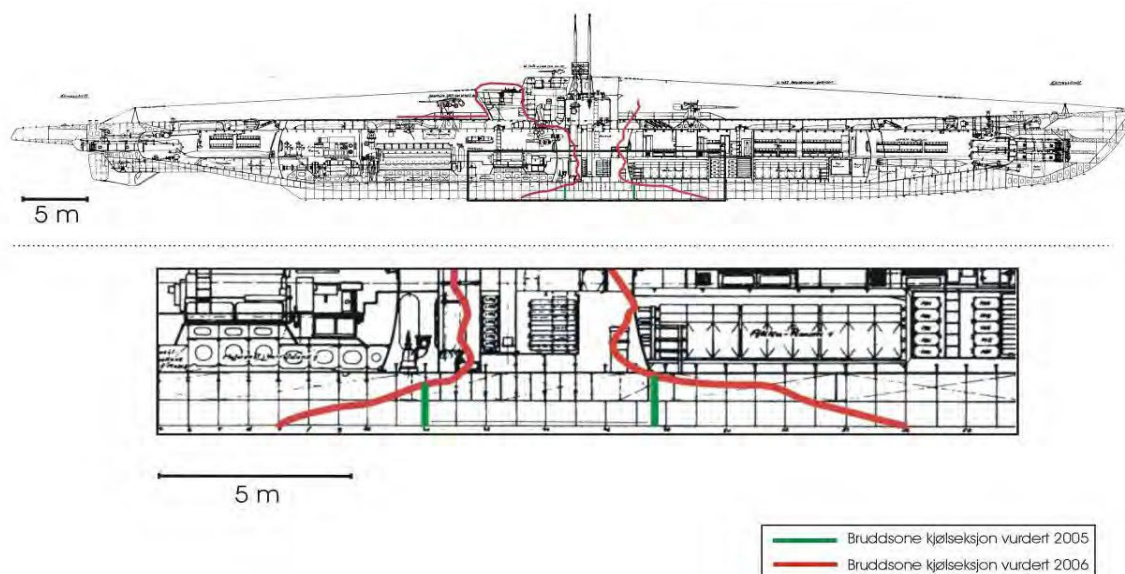


Figur 1 Tiltaksområdet hvor vraket av U-864 ligger er ca. 2 NM (3,7 km) utenfor Fedje



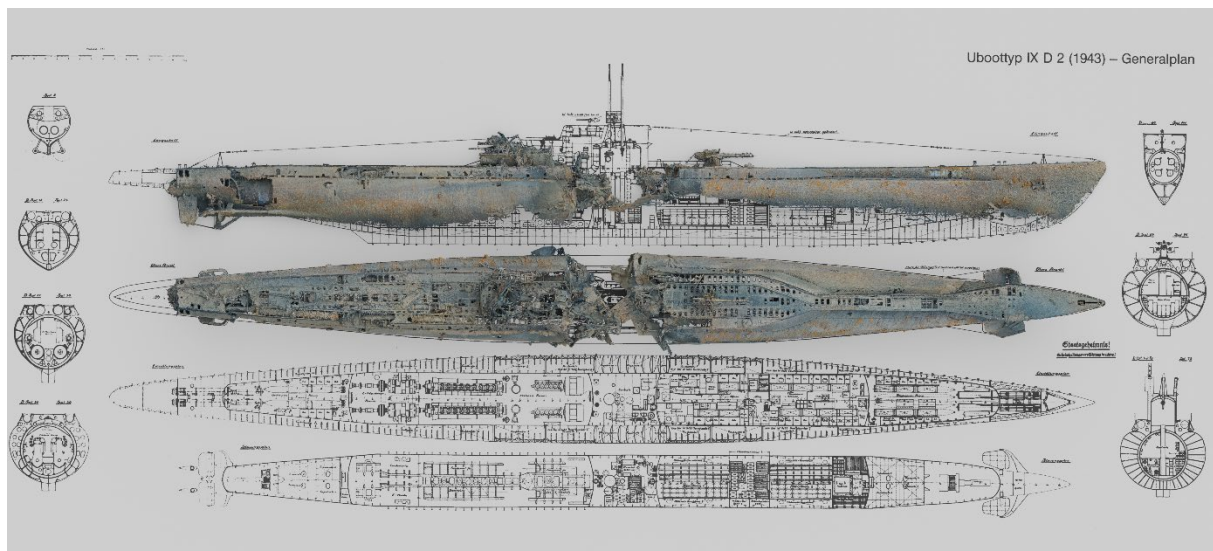
Figur 2 Områdekart for vrakposisjonen på sjøbunnen (Kystverket) sammen med fotogrammetribilde fra Tokt 1 (2025). Pilen i bildet til venstre viser retning på bildet vist til høyre, forseksjonen nærmest

Skadene som er observert på skroget viser at profilskroget på babord side er revet bort mens det på styrbord side er tegn til at eksplosjonen har presset vrakdelene oppover. Dette indikerer at torpedoen traff nær kjølen og dens retning bekrefter den visuelle dokumentasjonen fra fase 1 i 2005 og fase 2 i 2006 som tilsier at forskipet ble hardest rammet.



Figur 3 Antatt bruddsone for vraket av U-864 som følge av torpedering. Det er stor usikkerhet knyttet til vinkel på bruddsone ned mot kjølen. Kilde: Originale tegninger av U-864 /D08/ med inntegnet bruddsoner av Geopartner.

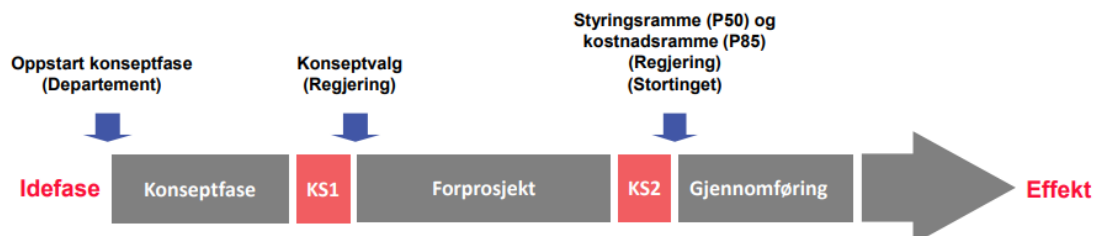
Ut fra beregninger for treffpunkt kan en konservativ antakelse tilsi at omtrent 25 % av kjølen er borte eller sterkt skadet, men dette er ikke påvist og det er usikkerhet rundt hvor stor del av kjølen som ble ødelagt i selve eksplosjonen. Det kan virke sannsynlig at lasten som befant seg i denne delen av kjølen ble fragmentert eller sterkt skadet under eksplosjonen fra torpedoen.



Figur 4 Tegninger av U-864 med fotogrammetri fra vrakdeler som med tydelighet viser bruddsonen for de deler av vraket som er over sedimentene

1.3 Innplassering av utredningen i statens prosjektmodell

Prosjektet har en lang historikk med ulike undersøkelser og utredninger helt tilbake til funn av vrakdelene etter U-864 i 2003. I 2010 vedtar Stortinget at prosjektet skal underlegges regelverket i statens prosjektmodell. Valg av konsept og senere finansiering skal besluttes av politiske myndigheter som følger av statens prosjektmodell som vist i figuren nedenfor.



Figur 5 Statens prosjektmodell (Finansdepartementets rundskriv R-108/23)

Etter gjennomført konseptvalgutredning (KVU) i 2011 /D01/ og etterfølgende ekstern kvalitetssikring (KS1) av KVU i 2012 /D02/ ble det ikke tatt et konseptvalg, men antall aktuelle konsepter ble redusert til to.

Regjeringen valgte å gjennomføre parallelle forprosjekter (2013-2014) av alternativ 1 *Tildekking av hele vraket og forurensede sedimenter* /D03/ og 3 *Heving av last og tildekking av vrak og forurenset sjøbunn* /D04/. Leveransene fra forprosjektene, som også omfattet Kystverkets anbefaling om valg av tiltak /D05/, har ikke vært underlagt ekstern kvalitetssikring som både ville ha inneholdt elementer i en KS1 (KS av konseptvalg) og KS2 (KS av kostnadsramme og gjennomføringsplan) før Stortingets beslutning om gjennomføring og finansiering av tiltaket.

I de tre innledende fasene i statens prosjektmodell, KVU, KS1 og forprosjekt, er alternativ 1 *Tildekking av hele vraket og forurensede sedimenter* anbefalt ført videre som vist i tabellen nedenfor.

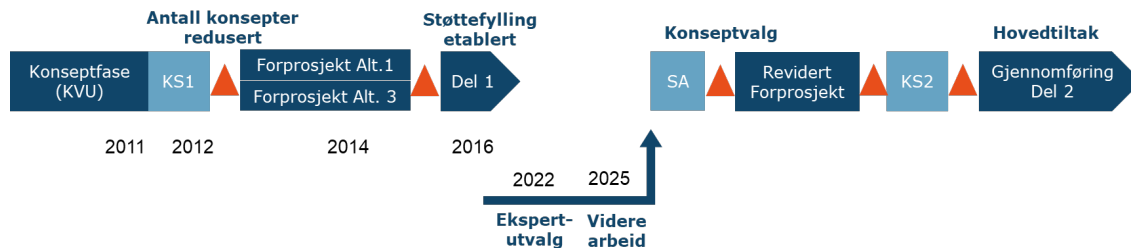
Tabell 1 Utredede alternativ i de ulike faser (utredninger) i prosjektet. Anbefalt alternativ for videreføring til neste fase markert med **uthevet skrift**.

KVU (2011)	KS1 (2012)	Forprosjekter (2014)	Ekspertutvalg (2022)	Videre arbeid (2025)
0. Nullalternativ	0. Nullalternativ			0. Nullalternativ
1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking
2. Heving av vrak	2. Heving av vrak		2. Heving av vrak	
3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last
	4A. Heving av vrak + mudring			
	4B. Heving av last + mudring			

Etter forprosjektene ble det besluttet å gjennomføre en del av tiltaket som var utlegging av en støttefylling (2016), vist som Del 1 i figuren nedenfor. Støttefyllingen var nødvendig for å

stabilisere området før gjennomføring av selve slutttiltaket, og var uavhengig av hvilket av de to slutttiltak som ble valgt.

Det ble senere gjennomført en utredning i regi av et statlig oppnevnt ekspertutvalg (2020-22) /D06/ som også tok inn igjen *alternativ 2 heving av hele vraket med last og tildekking av forurensede sedimenter*. Alternativ 2 var tidligere valgt bort i forbindelse med regjeringens valg av de alternativene som skulle føres videre til et forprosjekt i 2013, se oversikt ovenfor og figur nedenfor. Ekspertutvalget anbefalte alternativ 3 *heving av last og tildekking av forurensede sedimenter*, men med en trinnvis gjennomføringsmodell og med gitte forutsetninger om gevinstrealisering.



Figur 6 Prosjektets utredningshistorikk fra det ble underlagt statens prosjektmodell. Ekspertutvalgets oppdrag og rapport og Kystverkets nåværende oppdrag ligger utenfor de ordinære fasene i modellen.

Verken ekspertutvalgets oppdrag eller Kystverkets pågående oppdrag er en «ordinær» fase i statens prosjektmodell som vist i figuren over. Det er usikkert om det vil kreves en ekstern kvalitetssikring av konseptvalg (valg av alternativ) etter pågående oppdrag, og eventuelt omfanget av kvalitetssikringen. Kystverket ser at en mulig løsning for kvalitetssikring av konseptvalg kan være en forenklet kvalitetssikring i form av en supplerende analyse (SA) før beslutning om konseptvalg. Alternativt vil kvalitetssikringen gjennomføres i form av en ny KS1. Deretter kan et oppdrag om å forprosjekttere valgt konsept tildeles Kystverket.

Ettersom prosjektet er underlagt statens prosjektmodell skal det på et tidspunkt gjennomføres KS2 av et forprosjekt av valgt konsept som grunnlag for en investeringsbeslutning av Stortinget.

Det forventes at regjeringen skal ta et konseptvalg etter gjennomført oppdrag og en etterfølgende kvalitetssikring, og Kystverket har tilpasset innholdet i rapporten til den etterfølgende prosessen.

I rundskriv R-108/23 fra Finansdepartementet /D08/ er krav til innholdet i utredninger og ekstern kvalitetssikring av store investeringsprosjekter i staten beskrevet.

Prosjektet har på enkelte områder en høy detaljeringsgrad, blant annet fordi det tidligere er gjennomført forprosjekt (2013-14) av de samme to alternativene (alternativ 1 og 3) som inngår i Kystverkets nåværende oppdrag.

Kystverket vurderer det som tilstrekkelig å benytte en rapportstruktur tilsvarende en KVVU for å dokumentere anbefaling om konseptvalg. Derfor er det valgt å ta utgangspunkt i en standard struktur tilsvarende for en KVVU-rapport og at det tas høyde for at utredningen skal underlegges ekstern kvalitetssikring i form av en ordinær KS1.

Innenfor KVVU-strukturen har Kystverket tilpasset innholdet til oppdraget. For enkelte kapitler innebærer dette at innholdet hovedsakelig består av en kort oppsummering fra tidligere utredninger, supplert med nødvendige oppdateringer. Kapittel 5 er et ekstra kapittel som avviker fra standard KVVU struktur for å beskrive nye undersøkelser og resultater fra disse. Kapittel 6 om rammebetingelser er utvidet med en beskrivelse av hvordan resultatene fra de undersøkelsene som Kystverket gjennomfører påvirker rammebetingelsene for løsningsalternativene som inngår i oppdraget.

1.4 Forkortelser

I rapporten er det benyttet ulike forkortelser. I tabellen nedenfor er forkortelsene listet opp og definert.

Tabell 2 Definisjoner av forkortelser benyttet i rapporten

Forkortelse	Definisjon
ADR / RID	Internasjonalt regelverk for transport av farlig gods på hhv veg og jernbane
CPT	Cone Penetrometer Test
DFØ	Direktoratet for økonomistyring
DNV	Det Norske Veritas
EV	Expected Value (firmanavn)
FD	Forsvarsdepartementet
FFI	Forsvarets Forskningsinstitutt
FMA	Forsvarsmateriell
FOH	Fellesoperativt Hovedkvarter
GIS	Geografisk informasjonssystem
GVI	Generell Visuell Inspeksjon
Hg	Det kjemisk tegnet for grunnstoffet kvikksølv
HI	Havforskningsinstituttet
IMDG Code	International Maritime Dangerous Goods Code
IXD2	Typebetegnelse for tysk ubåt av samme klasse som U-864 tilhørte
KVU	Konseptvalgutredning
KS1 / KS2	Ekstern kvalitetssikring ved ulike milepæler i statens prosjektmodell
MBES	Multi-Beam Echosounder (multistråle-ekkolodd)
MDK	Minedykkerkommandoen
NIFES	Nasjonalt institutt for ernærings og sjømatforskning
NFD	Nærings- og fiskeridepartementet
NGI	Norges Geotekniske Institutt
NIVA	Norsk Institutt for Vannforskning
RFI	Request For Information (Markedsdialog)
ROV	Remote Operated Vehicle (fjernstyrt miniubåt)
SA	Supplerende analyse
SBP	Sub-Bottom Profiler
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SSD	Sentralt styringsdokument (del av leveransen fra et forprosjekt)
U-864	Tysk ubåt fra 2.verdenskrig som ble senket ca 2 nautiske mil vest av Fedje i Hordaland
UXO	Unexploded Ordnance (udetonerte eksplosiver)

2 Problembeskrivelse

2.1 Innledning

Et skipsvrak inneholder ofte materiale og stoffer som kan føre til forurensning av både sedimenter og vannmassene omkring. Dette kan omfatte drivstoff, ulike oljer, maling med skadelige komponenter og rester av last. Som en del av forprosjektfasen ble det i 2013 gjennomført en operasjon for å tømme olje fra vraket av U-864 for å redusere risikoen for akutt utslipp og videre spredning.

Den mest alvorlige forurensningen knyttet til U-864 er imidlertid kvikksølv. Egenskapene til kvikksølv, og mengden som antas å ha vært ombord, gjør dette til den mest kritiske miljøtrusselen. Konsentrasjonen av kvikksølv som er påvist i sedimentene rundt vraket viser at det har vært betydelige mengder om bord, og som er spredt ut til omgivelsene som en følge av eksplosjonen fra torpederingen.

2.2 Fakta om kvikksølv som miljøgift

Kvikksølv er et naturlig grunnstoff og metall som har vært brukt i ulike produkter og prosesser gjennom tusenvis av år. Det finnes i flere kjemiske former, men det er særlig den organiske formen, metylkvikksølv, som utgjør den største helserisikoen. Metylkvikksølv tas lett opp i menneskets mage- og tarmkanal og har evne til å passere blod-hjernebarrieren, og kan dermed skade sentralnervesystemet.

Norge har fra 1. januar 2008 innført forbud mot all bruk av kvikksølv i produkter (med noen få unntak).

I marine miljøer kan uorganisk (rent) kvikksølv omdannes til organisk metylkvikksølv gjennom biologiske prosesser, særlig ved hjelp av mikroorganismer i sedimenter. Denne omdannelsen trenger karbon og skjer mest effektivt i næringsrike og grunne områder med høy biologisk aktivitet, som elvemunninger og viker med stor produksjon av alger og plankton. Vraket av U-864 ligger imidlertid på om lag 150 meters dybde, i et område med lav sedimentering og begrenset biologisk produktivitet. Sedimentene består av relativt grovt materiale, og tilførselen av organisk stoff (karbon) er lav. Dette begrenser mikroorganismenes aktivitet og dermed også omdannelsen til metylkvikksølv. Laboratorieforsøk utført av NIVA og Texas Tech University har bekreftet at omdannelsespotensialet fra kvikksølv til metylkvikksølv i sedimentene rundt vraket er svært lavt.

Selv om risikoen for metylkvikksølv dannelsen er begrenset, utgjør kvikksølv fortsatt den mest alvorlige forurensningen knyttet til U-864. Den store mengden kvikksølv som antas å ha vært om bord, kombinert med påviste lekkasjer til sedimentene, gjør det nødvendig med tiltak for å hindre videre spredning og sikre området mot langvarige miljøskader.

2.3 Utlekking og bioakkumulering av kvikksølv fra sedimenter nær U-864

Utlekking av uorganisk (rent) kvikksølv og metylkvikksølv, samt opptak i sedimentlevende organismer, ble undersøkt i et forsøksoppsett med tre sedimentprøver hentet i umiddelbar nærhet til vraket av U-864. Forsøkene ble gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og dokumentert i 2005 /D09/.

Forsøksoppsettet inkluderte sentrale utlekkingsmekanismer som diffusjon (transport av kvikksølv fra områder med høy konsentrasjon til områder med lav konsentrasjon) og bioturbasjon (omrøring av de kvikksølvforurensede sedimentene forårsaket av bunnlevende organismer). Hensikten med forsøket var å gi et så realistisk bilde som mulig

av spredningen av kvikksølv fra det sedimentet som målingen ble gjort på. To ulike sedimentlevende organismer akkumulerte 450-1300 ganger mer kvikksølv fra sedimentet nær U-864 sammenliknet med kontrollsediment (bakgrunn). For én av disse artene ble det målt opptak av metylkvikksølv som var fem ganger høyere enn i kontrollgruppen. For den andre arten var det ikke signifikant forskjell i opptak av metylkvikksølv mellom sedimentprøver hentet nær U-864 og kontrollsedimenter med bakgrunnsnivåer. Basert på forsøksdata fra tre sedimentprøver hentet i området rundt vraket, ble den gjennomsnittlige årlige utlekking av kvikksølv estimert til 142 kg/km² (NIVA 2005) /D09/.

Dersom dette nivået er representativt for det forurensede området rundt U-864 som er anslått til 30 000 m² og utvidet til 47 000 m² i forprosjektet, tilsvarer den totale utlekkingen fra området rundt U-864 omtrent 4 kg kvikksølv per år.

Dette estimatet av kvikksølvutlekking stemmer godt overens med beregnet utlekking fra sjøbunnen (3 kg per år) gjort i forbindelse med vurdering av tilstand for tildekkingsalternativet (DNV 2008) /D10/. Samlet sett gir dette et konsistent bilde av at sedimentene rundt U-864 utgjør en vedvarende kilde til kvikksølvforurensning, selv om omdannelsen til metylkvikksølv er begrenset.

2.4 Resultater fra overvåkning av fisk og skalldyr

Nasjonalt institutt for ernærings og sjømatforskning (NIFES), nå Havforskningsinstituttet (HI) etter at NIFES i 2018 ble fusjonert med HI, har siden 2004 fanget og analysert fisk (blant annet: torsk, brosme, lange, sei og uer) og krabbe fra området ved U-864. Konsentrasjonen av kvikksølv i fisk- og krabbe fra området rundt vraket er sammenlignet med prøver tatt 2 – 4 sjømil nord for vraket, med data fra andre undersøkelser i Norskehavet, Barentshavet og Nordsjøen (NIFES miljødatabase), og med EUs øvre grenseverdi for mattrygghet for fisk /D11/. Fisk og krabbe fanget ved U-864 inneholder kvikksølv over eller tilsvarende øvre del av det konsentrasjonsområdet som er vanlig å finne i fisk fra Norskehavet, Barentshavet og Nordsjøen.

I 2022 og 2023 ble det analysert filet fra henholdsvis 75 og 69 brosmer, samt klokjøtt og innmat fra 51 og 62 krabber. Totalt 21 brosmer hadde kvikksølvnivåer over grenseverdien for mattrygghet (0,5 mg/kg våtvekt), med flest overskridelser sør for vraket. Gjennomsnittsnivåene var likevel under grenseverdien, og det er ikke påvist noen tydelig økning over tid. For krabbene var kvikksølvnivået i klokjøtt generelt lavt og under grenseverdien, med unntak av én kokt krabbe i 2023 som hadde et nivå like over grenseverdien for mattrygghet. Innmat viste høyere kvikksølvkonsentrasjoner, særlig ved vraket og nord for det, mens krabbe fanget sør for vraket hadde lavere nivåer. Dette tyder på lokal påvirkning fra vraket, men det kan ikke utelukkes at spredning med strømmen har ført til forurensning også nord for vraket. Det er stor individuell variasjon, og ingen klar trend over tid.

Den siste rapporten med analyser fra 2022 og 2023 konkluderer med at det var ingen forskjell i kvikksølvnivå mellom brosme prøvetatt ved vraket og de to lokalitetene fire nautiske mil nord og fire nautiske mil sør for vraket, og kvikksølvnivået var heller ikke forhøyet sammenlignet med bakgrunnsnivå for kysten av Vestlandet. Rapporten konkluderer også at det ser ut til at kvikksølvnivåene i fisk (brosme) fanget ved vraket, uavhengig av fiskens størrelse, svinger opp og ned i perioder på to til tre år. Samlet sett viser rapporten at sjømat fra området rundt U-864 fortsatt kan inneholde kvikksølv over grenseverdiene, men det er ikke grunnlag for å si at det har vært noen økning i perioden (2004-2023) overvåkingen har pågått. Mattilsynet har tidligere gitt et kostholdsråd som anbefaler gravide og ammende ikke å spise sjømat fra området rundt vraket. De nye resultatene vurderes ikke å endre mattrygghetsbildet.

2.5 Forurensning fra U-864 og berørt område

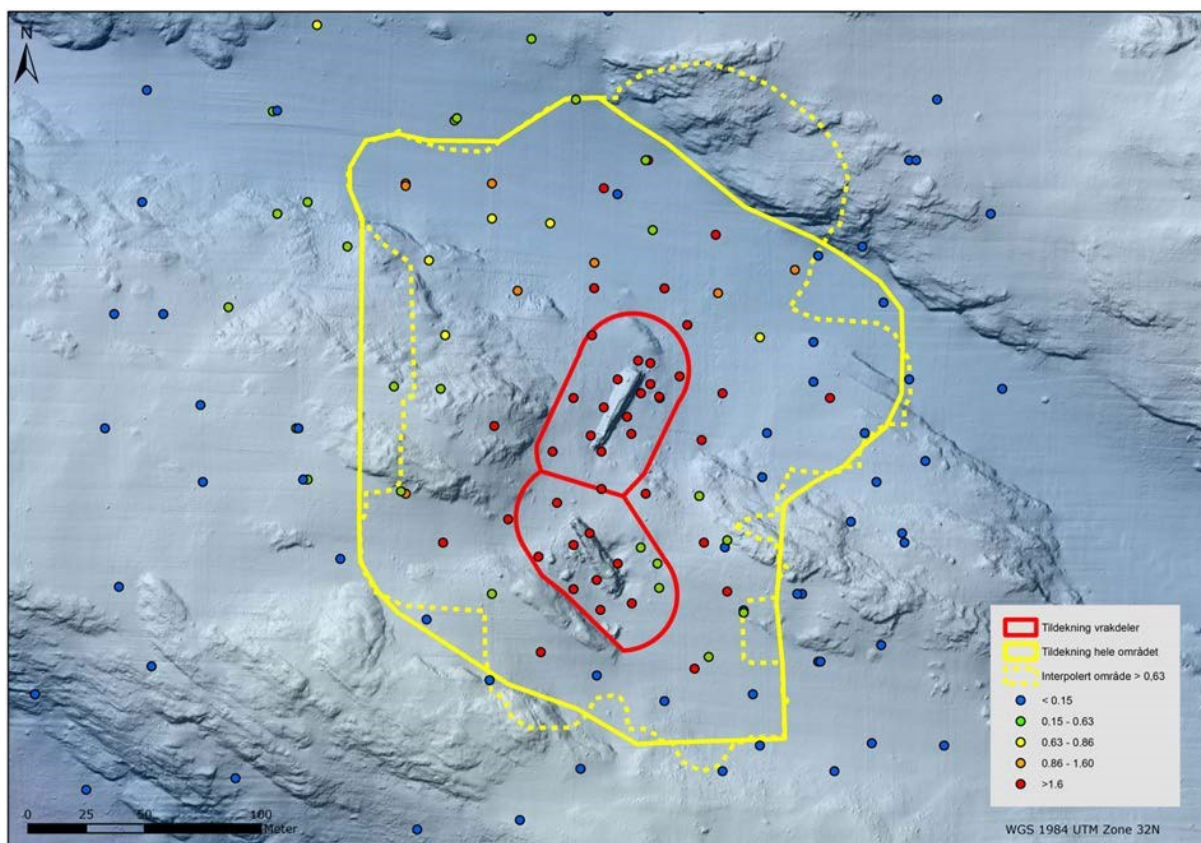
Vrakseksjonene utgjør en miljørisiko både på kort og lang sikt. Det må antas at det lekker kvikksølv både fra vrakseksjonene og fra sedimentene rundt vrakseksjonene, og dette er den største trusselen. I 2008 beregnet DNV at rundt 3 kg kvikksølv lekker ut hvert år /D10/, mens NIVA i 2005 anslo lekkasjen til ca. 4 kg kvikksølv per år /D09/.

I figuren nedenfor er det vist en oversikt over sedimentprøver som er tatt fra 2003 og frem til 2013 og som viser ulik grad av innhold av kvikksølv i overflatesediment inndelt etter Miljødirektoratets inndeling i tilstandsklasser som vist i tabellen **Feil! Fant ikke referanseilden.** nedenfor.

Det ytre området som er innringet med en gul stiplet linje er tiltaksområdet ut fra en grense på kvikksølvinnhold i sedimentene tilsvarende 0,63 mg Hg/kg (tidligere øvre grense for tilstandsklasse II, nå 0,52 mg Hg/kg). De indre områdene rundt vrakseksjonene, som er markert med en rød linje, er områder der det foreslås ekstra tykkelse på tildekkingen. Figuren vil bli oppdatert med oppdaterte grenseverdier i forbindelse med endelig rapport til NFD. Den gule heltrukne linjen angir yttergrensene for det området som planlegges tildekket.

Tabell 3 Miljødirektoratets gjeldende tilstandsklasser for kvikksølv i sediment (M-608/2016 revidert 2020)

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kvikksølv (mg Hg/kg)	0-0,05	0,05 - 0,52	0,52 - 0,75	0,75 - 1,45	>1,45



Figur 7 Alle analyser på kvikksølv fra overflatesedimenter rundt U-864 med fargeinndeling i henhold til Miljødirektoratets gamle veileder for tilstandsklasser for forurensede sedimenter (veileder TA 2229/2007), nå gjeldende veileder er M-608/2016 (revidert 2020). Stiplet gul linje viser GIS-interpolert avgrensning for tiltaks mål 0,63 mg Hg/kg. Den heltrukne gule linjen viser manuelt tilpasset avgrensning til topografi (47 000 m²) av område som tildekkes. Rød linje viser område rundt vrakdelene som tildekkes med ekstra tykt lag. Merk at prøvene er tatt før utlegging av støttefyllingen. Figuren vil bli oppdatert i henhold til nye veileder i forbindelse med endelig rapport til NFD.

For å vurdere miljørisikoen knyttet til U-864, har Kystverket sett på hvordan kvikksølv sprer seg fra vrakdelene og området rundt vrakdelene. Kvikksølvkonsentrasjonen i porevannet i sedimentene og vannet kan tas opp av bunndyr, noe som utgjør en risiko for økosystemet. I tillegg kan mennesker bli utsatt for kvikksølv gjennom inntak av fisk og skaldyr fra vrakområdet (risiko for human helse). Risikoen for både natur og mennesker henger sammen med hvor mye kvikksølv som lekker ut fra vrakdelene og fra de forurensede sedimentene.

Det prosjektutløsende behovet for å håndtere vrakdelene av U-864 er beskrevet i detalj i KVU /D01/ sammen med øvrige behov knyttet til det problemet forurensningen fra kvikksølvlasten utgjør for omgivelsene. Med prosjektutløsende behov menes det samfunnsbehovet som gjør at tiltaket planlegges utført til et bestemt tidspunkt. Kort oppsummert kan det prosjektutløsende behovet beskrives til å være «et behov for en god miljøtilstand i et langsiktig perspektiv». Beskrivelsen dekker behovet for mattrygghet for befolkningen, rene råvarer til næringslivet i området, og et helsemessig trygt miljø i vrakets influensområde. Siden det forurensede området befinner seg på forholdsvis dypt vann, vil en eventuell påvirkning fra forurensingen på mennesker skje gjennom bioakkumulering i næringskjeden ved inntak av fisk og skaldyr fra området.

I senere tid har man i statens prosjektmodell /D07/ gått bort fra betegnelsen «prosjektutløsende behov» og i stedet beskrive bredden i aktuelle, konkrete behov relatert til problembeskrivelsen, vurdert i et overordnet samfunnsperspektiv. Dette er nærmere beskrevet i etterfølgende kapittel om behovsanalysen (kapittel 3).

3 Behovsanalyse

3.1 Krav til behovsanalyse

Kravene til en behovsanalyse i Statens prosjektmodell (R-108/23) er følgende;

«Behovsanalysen skal beskrive bredden i aktuelle, konkrete behov relatert til problembeskrivelsen, vurdert i et overordnet samfunnsperspektiv. Den skal inneholde en kartlegging av relevante interesser/aktører i en interessentanalyse. Analysen skal få frem hvem som berøres av tiltaket og avdekke interessekonflikter. Analysen må inneholde en vurdering av styrken i de ulike identifiserte behovene og det må fremkomme hvilket behov som skal legges til grunn for den videre utredningen.»

Som en del av konseptvalgutredningen (2011) ble det utarbeidet en behovsanalyse. Denne ble senere kvalitetssikret (KS1) i 2012 og konklusjonen fra KS1 var følgende;

«Behovsanalysen dokumenterer det prosjektutløsende behovet på en tilfredsstillende måte. Problemstillingene knyttet til vrakdelene og de omkringliggende sedimentene er godt beskrevet, herunder også konsekvensene av og de mekanismene som forårsaker kvikksølvforurensning.

Ved valg av alternativ, bør man også se denne kvikksølvforurensningen opp mot den totale kvikksølvforurensningen i Norge og Nordsjøen.

De normative behovene er tilfredsstillende beskrevet og godt forankret i politiske strategier om miljø sikkerhet, matvaresikkerhet og bærekraftig utvikling.

De interessegruppebaserte behovene vurderes som tilfredsstillende beskrevet. Det vil imidlertid kunne dannes helt nye interessegrupper avhengig av endelig løsningsvalg.»

I dokumentasjonen fra de to forprosjekterte alternativene 1 *Tildekking av vrak og forurenset sjøbunn* og 3 *Heving av last og tildekking av vrak og forurenset sjøbunn* (begge 2014) ble det henvist til behovsanalysen i KVVU.

Etter forprosjektrapportenes utgivelse i 2014 er begrepet «det prosjektutløsende behov» erstattet av en bredere tilnærming til problembeskrivelsen som nevnt innledningsvis der behovsanalysen «skal beskrive bredden i aktuelle, konkrete behov relatert til problembeskrivelsen, vurdert i et overordnet samfunnsperspektiv.» Det skal dog vurderes styrken i de ulike behovene og hva som skal vektlegges i den videre utredningen.

Behovsanalysen gjennomføres normalt som en tredelt analyse der det vurderes henholdsvis;

1. Normative behov
2. Etterspørselsbaserte behov
3. Interessentbaserte behov

I det videre er det beskrevet hvordan de tre ulike bidragene til behovsanalysen er ivarettatt i tidligere faser av prosjektet, og hva som skal legges til grunn for Kystverkets pågående utredning.

3.2 Normative behov

Med normative behov menes problemstillingens forankring i relevante politiske strategier, lover og forskrifter. De normative behovene er godt kartlagt i KVVU og vurdert i KS1, og der konklusjoner er fulgt opp i forprosjektene.

Det skal i Kystverkets pågående utredning sikres at normative behov er oppdatert iht. gjeldende politiske strategier, lover og forskrifter. Dette vil bli nærmere beskrevet i den endelig versjon av rapporten.

3.3 Etterspørselsbaserte behov

Etterspørselsbaserte behov er i utgangspunktet et uttrykk for misforholdet mellom tilbudt kapasitet/ytelse og etterspørsel. Etterspørselen etter vrakdelene eller forurensede sedimenter vurderes til å ikke være til stede.

Etterspørselsbaserte behov ble ikke vurdert som relevant i denne problemstillingen i KVVU og ble støttet av KS1. Kystverkets vurdering er at dette fortsatt vil være gjeldende og at behov anses som dekket av normative og interessentbaserte behov.

3.4 Interessentbaserte behov

Interessentbaserte behov er bredt utredet i KVVU og er senere utvidet i forprosjektene.

Interessentanalysen i ekspertutvalgets rapport (2022) bygger på analysen fra KVVU (2011) og forprosjektene (2014). Utvalgets vurdering av konsekvenser for interessenter er gjort ut ifra hvilke interessenter som kan bli direkte eller indirekte påvirket i etterkant av et tiltak, og hvilke interessenter som kan bli direkte og indirekte påvirket under tiltaket.

Utvalget skriver i sin rapport at det er reist bekymring fra ulike interessenter og kompetansemiljø som gjelder enkelte forhold ved tildekkingsalternativet som eksempelvis risiko for spredning av kvikksølv i forbindelse med jordskjelv, metyleringseffekt under tildekkingen og detonasjon av torpedoer under tildekkingen. Utvalget fant ikke informasjon relatert til disse forholdene som endret deres vurdering av risiko forbundet med tildekkingsalternativet.

Ekspertutvalget har i større grad enn i tidligere utredninger valgt å vektlegge lokalbefolkningens bekymring og uro knyttet til forekomsten av kvikksølv. Valget begrunnes med at metodene samfunnet har for å analysere og verdsette miljø, samfunn og risiko (Finansdepartementets rundskriv R-109/2021 og veilederen for samfunnsøkonomisk analyse DFØ 2018), etter deres vurdering, ikke er gode nok til å belyse alle aspekter i en verden som utvikler seg raskt. De opplyser at den samfunnsøkonomiske analysen legger mest vekt på hvordan samfunnet som helhet blir påvirket, mens påvirkningen på et lite lokalsamfunn og enkeltpersoner blir tillagt mindre betydning. Kystverket har lagt rundskrivet og veileder til grunn i sine utredninger, og som har vært en del av Kystverkets mandat.

3.5 Oppsummering av behov

Det skal i Kystverkets pågående utredning sikres at normative behov er oppdatert iht. gjeldende politiske strategier, lover og forskrifter.

I KS1-rapporten står det at *«de interessegruppebaserte behovene vurderes som tilfredsstillende beskrevet. Det vil imidlertid kunne dannes helt nye interessegrupper avhengig av endelig løsningsvalg.»*

I ekspertutvalgets rapport står det følgende *«Det er utvalgets oppfatning at hevingsalternativene i større grad bidrar til samfunnsstabilitet enn kun tildekking. Dette gjelder spesielt lokalt, men også blant en utvidet interessentgruppe (indirekte berørte) som har vist engasjement i saken over en årrekke.»*

I oppdraget fra NFD er Kystverket bedt om å vektlegge miljø i vurderingene og videre at tiltaket skal være økonomi forsvarlig. Kystverket vil i den samfunnsøkonomiske analysen inkludere virkninger av tiltaket på miljø på kort og lang sikt, og i tillegg inkludere andre relevante virkninger av tiltakene som kan påvirke utfallet av den samfunnsøkonomiske

analysen. Dette vil som et minimum omfatte virkninger på kort sikt på helse og operasjonell sikkerhet.

Kystverket vil i denne utredningen følge oppdraget fra NFD og statens prosjektmodell med bakgrunn i ovennevnte rundskriv og veileder. Det er opp til besluttende myndigheter å vektlegge andre forhold enn de virkninger som den samfunnsøkonomiske analysen omfatter i valg av løsningsalternativ.

4 Strategiske mål

4.1 Krav til etablering av mål

Kravene til å etablere strategiske mål i Statens prosjektmodell (R-108/23) er følgende;

Med grunnlag i problembeskrivelsen og behovsanalysen skal det defineres mål for virkningene av tiltaket:

- *for samfunnet: Samfunnsmål*
- *for brukerne: Effektmål*

Samfunnsmålet skal beskrive den positive tilstanden eller utviklingen som prosjektet skal bygge opp under. Det er knyttet til tiltakets virkninger for samfunnet og skal gi den overordnede begrunnelsen for tiltaket. En realisering av samfunnsmålet må til en viss grad kunne tilbakeføres til prosjektet.

Effektmålene skal beskrive hvilke virkninger som søkes oppnådd for brukerne av tiltaket. De skal være prosjektspesifikke og utformet slik at de beskriver relevante egenskaper ved den ønskede tilstanden etter gjennomføring av tiltaket. Dersom det er flere effektmål, bør de være innbyrdes konsistente og prioritering mellom målene skal fremgå. Helheten av mål må være realistisk oppnåelig og graden av måloppnåelse skal kunne verifiseres i ettertid.

Det bør drøftes hvorvidt prosjektet er i tråd med samfunnets mål og prioriteringer på andre områder. Tiltakets relevans, prioritering og avhengigheter mot andre tiltak bør fremgå slik at prosjektet kan vurderes opp mot porteføljen av andre tiltak under departementet eller innenfor andre relevante områder. Målkonflikter bør synliggjøres.

Nedenfor er det med utgangspunkt i tidligere utredninger sammenfattende gjeldende samfunnsmål og effektmål for prosjektet.

4.2 Gjeldende samfunnsmål

Samfunnsmålet for håndtering av vraket av U-864 ble formulert i KVVU (2011) og er basert på behovet for en god miljøtilstand på lang sikt som skal oppnås ved å redusere kvikksølvforurensningens påvirkning på miljøet og bringe konsentrasjonen av kvikksølv ned mot det naturlige bakgrunnsnivået. Samfunnsmålet ble formulert som følger;

«Miljøet rundt U-864 er og forblir som det som er typisk for kyststrømmen på Vestlandet»

I forprosjektene ble samfunnsmålet justert noe der det er benyttet angivelsen «den nordlige delen av Nordsjøen» i stedet for «kyststrømmen på Vestlandet». Dette gav en bedre referanse for senere oppfølging av måloppnåelse. Samfunnsmålet er i forprosjektrapportene (2014) formulert som følger;

Samfunnsmål

Miljøet rundt U-864 er og forblir som det som er typisk for den nordlige delen av Nordsjøen

Samfunnsmålet i ekspertutvalgets rapport (2022) var identisk med samfunnsmålet i KVVU og hadde ikke fanget opp justeringen av samfunnsmålet i forprosjektene.

I denne utredningen legger Kystverket til grunn formuleringen av samfunnsmålet som ble definert i forprosjektene.

4.3 Gjeldende effektmål

Effektmål for prosjektet er uendret fra KVVU til forprosjektene med unntak av den samme presisering som ble foretatt i samfunnsmålet der angivelsen «den nordlige delen av Nordsjøen» er benyttet. Effektmålene skal beskrive hvilke virkninger som søkes oppnådd for brukerne av tiltaket, og ifølge rundskrivet «... være *prosjektspesifikke og utformet slik at de beskriver relevante egenskaper ved den ønskede tilstanden etter gjennomføring av tiltaket*».

I forprosjektene ble det også presisert at effekten av tiltaket skal kunne verifiseres ut fra verdier fremskaffet i miljøovervåking før og etter tiltak.

I forprosjektrapporten ble det også fremhevet at «for direkte konsistens med samfunnsmålet vil virkning av et tiltak på U-864 være at konsentrasjonene av miljøgifter bringes ned mot bakgrunnsnivået i området og at opptak i næringskjeden forhindres.»

Nr	Effektmål	Indikator
1	Kvikksølvnivået i vannsøylen og i overfatesediment fra dette området skal være på samme nivå som er typisk for den nordlige delen av Nordsjøen	Prøvetaking av sedimenter i vrakposisjon og referanseposisjoner benyttes som sammenligningsgrunnlag.
2	Områder utenfor tiltaksområdet skal ikke påvirkes av kvikksølvforurensing som kan gi varig målbar forurensning som overstiger det som er typisk for den nordlige delen av Nordsjøen	Miljøovervåking under tiltak skal detektere spredning av forurensede masser utover tiltaksområdet
3	Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i fisk og skalldyr fra vrakposisjonen skal være på samme nivå som er typisk for den nordlige delen av Nordsjøen	Overvåkingsprogram for fisk og skalldyr videreføres for å overvåke innhold av miljøgifter samt sammenlignes med data fra referanseområder. (Reduksjonen av kvikksølvkonsentrasjon i fisk og skalldyr vil ta noe mer tid og må følges opp med overvåkingsdata)

Effektmålene som beskrevet ovenfor vil legges til grunn for denne utredningen.

5 Nye undersøkelser

5.1 Innledning

I august 2024 fikk Kystverket i oppdrag fra NFD å gjennomføre en nye undersøkelser av vrakdelene etter U-864 og områdene rundt. Hensikten med oppdraget var å redusere usikkerhetene knyttet til en eventuell heving av deler av kvikksølvlasten som befinner seg i vraket.

Undersøkelsen skal ifølge oppdraget gi oppdatert informasjon om:

- Endringer i grunnforhold og tilstanden på trykkskroget siden forrige undersøkelse
- Tilstanden på kjølkassen der kvikksølvbeholderne ligger
- Tilstanden på kvikksølvbeholderne
- Tilstanden og plasseringen av ammunisjon
- Mengden flytende kvikksølv i vraket og i nærliggende sedimenter

Undersøkelsen skal gjennomføres i tråd med gjeldende miljøkrav og akseptkriterier, og det skal tas særskilt hensyn til å unngå spredning av forurensede sedimenter.

Basert på resultatene fra undersøkelsen skal Kystverket utarbeide en rapport til NFD med en faglig vurdering og anbefaling om videre håndtering mht. om det bør gjennomføres en heving av kvikksølv før tildekking av vraket og forurensset sjøbunn, eller om tildekking bør gjennomføres direkte. Miljørisiko skulle tillegges avgjørende vekt i vurderingen, og en eventuell hevingsoperasjon må være økonomisk forsvarlig.

Kystverket fant det nødvendig å dele opp undersøkelsene i to tokt, noe som har ført til en lengre gjennomføringsperiode av oppdraget enn opprinnelig planlagt. Denne versjonen av rapporten er en foreløpig rapport som oversendes før Tokt 2 er gjennomført.

En endelig versjon av Kystverkets rapport vil foreligge etter Tokt 2 er gjennomført og resultatene evaluert. Deretter vil det bli gjennomført og dokumentert en alternativanalyse (kapittel 8) som vil gi et grunnlag for at Kystverket kan anbefale hvilket alternativ som bør videreføres. I tillegg vil det bli beskrevet føringer for forprosjektfasen (kapittel 9).

5.2 Markedsdialog (RFI)

I tidligere faser, også under arbeidet til det regjeringsoppnevnte ekspertutvalget, ble det fremhevet at fagmiljøer med praktisk erfaring fra offshoreindustrien har særlig relevant kompetanse. Den teknologiske utviklingen innen samme næring er også trukket frem som viktig for å håndteringen av U-864 og de forurensede områdene rundt.

I oppdraget fra NFD til Kystverket, fremgår det at Kystverket i planleggingen og gjennomføringen av undersøkelsen skal involvere fagmiljøer med nødvendig kompetanse innen subsea- og offshore operasjoner, ammunisjon, eksplosiver og miljø.

For å sikre at all relevant kompetanse innen subsea- og offshore operasjoner og miljø blir involvert, og at teknologisk utvikling blir belyst, gjennomførte Kystverket en omfattende markedsdialog i februar 2025.

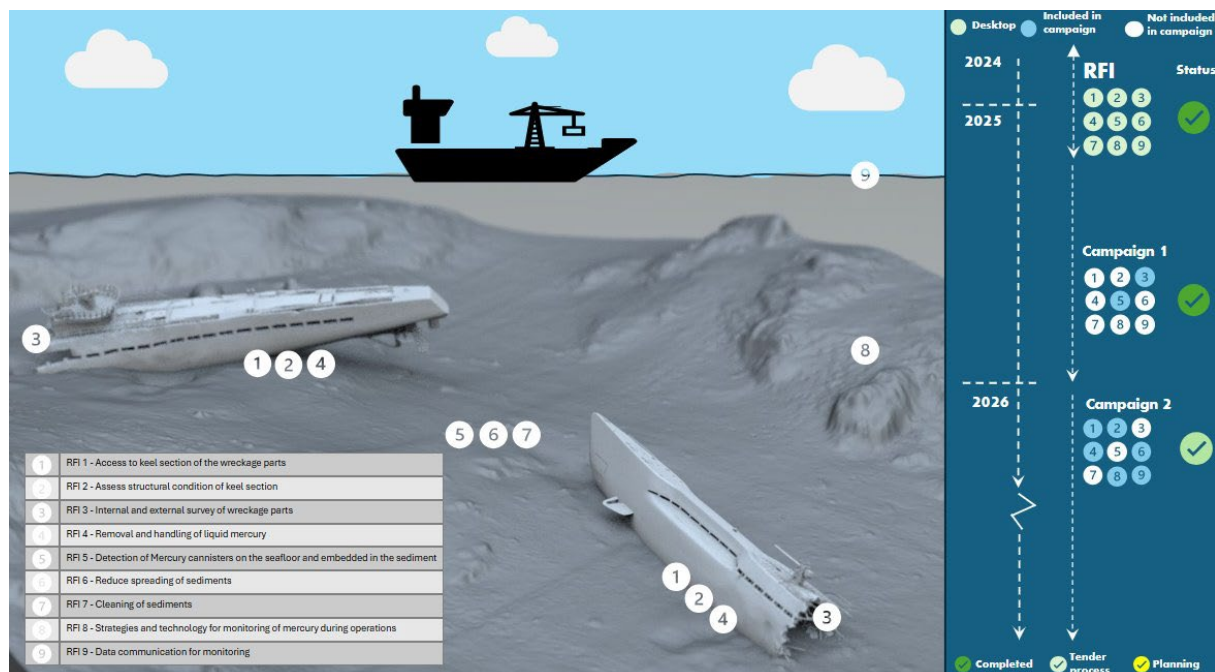
Formålet med markedsdialogen var å:

- Skaffe oppdatert kunnskap om teknologi og metoder for å undersøke og håndtere kvikksølvbeholdere i vraket.
- Innhente forslag til hvordan man kan gjennomføre operasjoner på en miljømessig trygg måte.
- Forberede fremtidige tiltak og beslutninger om håndtering av vraket

Det ble utarbeidet *Request For Information* (RFI) innen i alt ni ulike tema som ble sendt til over 100 epost-mottakere tilknyttet selskaper i Europa og USA som ble ansett som relevante i leverandørmarkedet. De ulike RFI-ene beskrev problemstillingen, erfaringer fra tidligere faser i prosjektet og inneholdt konkrete spørsmål som Kystverket ønsket besvart.

RFI-ene omfattet følgende temaer:

1. Etablering av tilgang til kjølen på begge vrakdelene
2. Undersøkelse av kjølens tilstand
3. Intern og ekstern undersøkelse av vrakdelene
4. Fjerning og håndtering av flytende kvikksølv
5. Detektering av kvikksølvbeholdere på sjøbunn og i sedimenter
6. Begrense spredning av sedimenter (under tiltak)
7. Rensing av sedimenter for kvikksølv
8. Utstyr og metodikk for monitorering av kvikksølvspreddning under tiltak
9. Datakommunikasjon ifm. monitorering av kvikksølv.



Figur 8 Oversikten viser hvordan de ulike temaene følges opp i fm. Tokt 1 og Tokt 2

Innledningsvis ble det gjennomført et åpent informasjonsmøte for alle interesserte aktører, med over 60 deltagere. Her ble det gitt generell informasjon om U-864, tidligere undersøkelser, det samlede utfordringsbildet og oppdraget fra NFD og de ni RFI-ene ble gjennomgått i detalj.

Etter møtet fikk alle som ønsket det anledning til å gi skriftlige svar på én eller flere av RFI-ene. De som leverte skriftlige innspill, ble også invitert til én-til-én-samtaler på Teams.

Det ble gjennomført én-til-én-samtaler med 20 selskaper fra ulike land. Basert på både muntlige og skriftlige innspill fikk Kystverket et godt grunnlag for å vurdere teknologisk modenhet på tilgjengelig utstyr og gjennomførbarheten av ulike metoder. En oppsummeringsrapport fra markedsdialogen er vedlagt /V01/.

Hovedfunnene fra markedsdialogen var:

- Flere metoder ble foreslått for å få tilgang til kjølkassene og å fjerne kvikksølvbeholdere og flytende kvikksølv, inkludert bruk av ROV, sugemudring, graving og ulike spesialverktøy.
- Det ble presentert ulike teknologier for å redusere spredning av forurensede sedimenter, som geobager, sugemudring og mekanisk graving.
- Det ble presentert metoder for å kartlegge lommer av kvikksølv i sedimentene.
- Utstyr for å kartlegge objekter i sjøbunnen er videreutviklet fra tidligere.

Basert på tilbakemeldingene fra leverandørmarkedet fremsto det som nødvendig å dele undersøkelsen av vrakdelene opp i to faser (Tøkt 1 og Tøkt 2). Den første fasen skulle omfatte kartlegging av vrakets geometri og sjøbunn, med mål om å etablere en 3D-modell og, om mulig, påvise kvikksølvbeholdere og eventuelle eksplosiver i sedimentene.

Formålet med den andre fasen er å skaffe tilgang til kjølen og hente ut et representativt antall kvikksølvbeholdere. Dette skal gi grunnlag for å vurdere tilstanden til beholdere som fortsatt ligger lagret i kjølkassene.

Kystverket anser denne fasen som særlig viktig da den vil gi mer informasjon om hvor stor del av kvikksølvlasten det kan være mulig å hente opp i form av hele beholdere og som flytende kvikksølv dersom korrosjonen er fremskreden. Aktiviteten vil også gi verdifull innsikt i hvor lang tid det tar å skaffe tilkomst til kjølkassen. Dette er avgjørende for å kunne gjøre realistiske tids- og kostnadsberegninger for et eventuelt hovedtiltak med å heve kvikksølvlasten fra begge vrakseksjoner.

5.3 Kartlegging av sjøbunn og vrakdeler (Tøkt 1)

5.3.1 Innledning

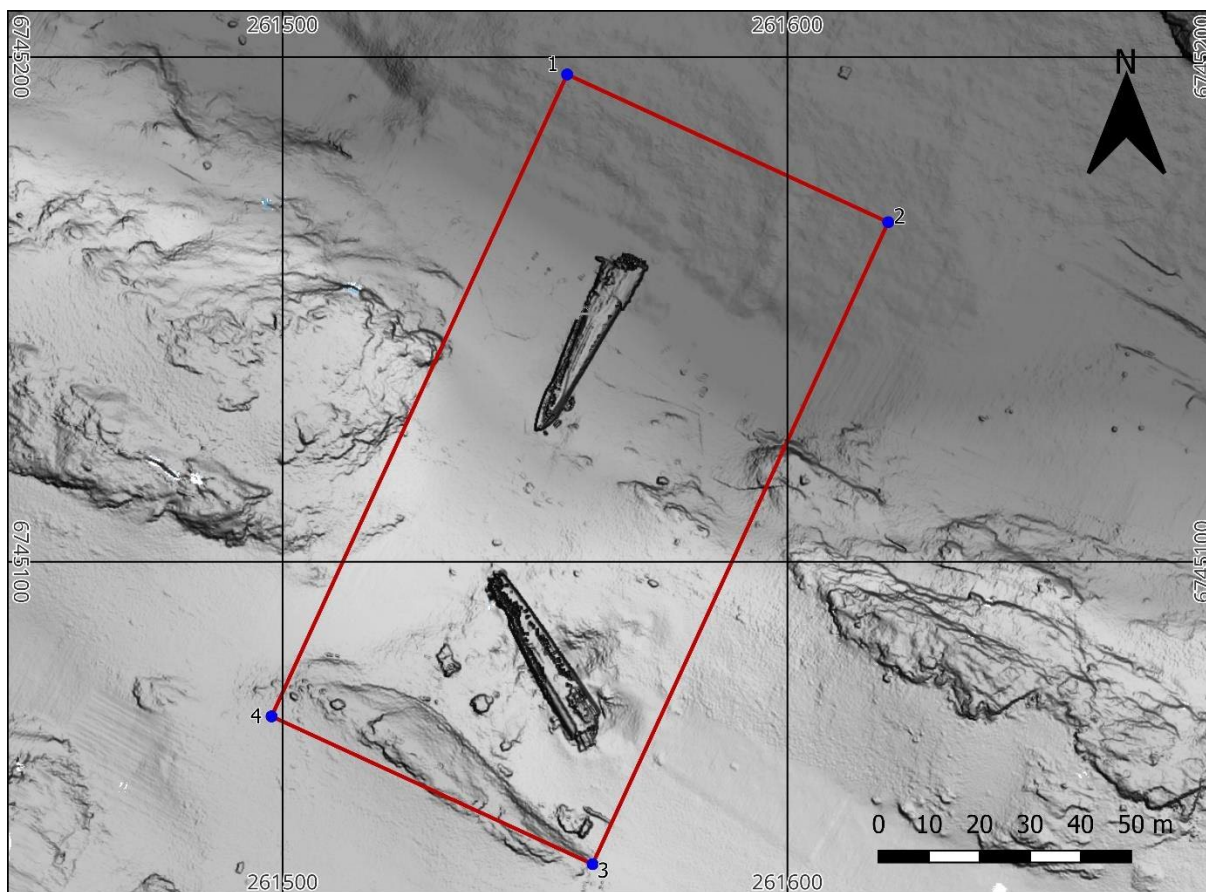
Formålet med det første tøktet var å få kartlagt sjøbunnen, vrakdelene og andre objekter på sjøbunnen innenfor et begrenset område rundt vrakdelene. Det var også et formål å få kartlagt vrakdelenes kjølstuktur der det var av interesse å få informasjon om hvor stor del av kjølen som ble ødelagt ved torpederingen og ved et mulig sammenstøt med grunnfjellet under sjøbunnen. I tillegg var det av interesse å få kartlagt lastekontainere under dekket på akterseksjonen.

Ny teknologi i form av fotogrammetri skulle anvendes med formål om å etablere en 3D-modell. Modellen skal anvendes som grunnlag for å planlegge Tøkt 2 og et eventuelt senere hovedtiltak med å heve kvikksølvlasten.

Kystverket utlyste i mars 2025 en åpen anbudskonkurranse for Tøkt 1 og i alt tre tilbud ble mottatt 7. april 2025. Tilbudssummen fra to av tilbyderne var innenfor forventet kostnad, mens ett tilbud var vesentlig over dette nivået. Kontrakten ble tildelt Reach Subsea AS.

Tøkt 1 ble gjennomført i månedsskiftet mai-juni 2025 og i perioden juli-august ble sluttrapporter oversendt Kystverket /V02, 03, 04/ etter en gjennomgang og kommentarrunde.

Figuren nedenfor viser området ved vrakdelene etter U-864 som kartleggingen omfattet.



Figur 9 Utstrekning av området som kartleggingen omfattet er markert i rødt

Tabellen nedenfor viser koordinatene for ytterpunktene av området som ble kartlagt

Tabell 4 Koordinater for ytterkant av undersøkelsesområdet

Boundary Point	Easting (m)	Northing (m)
1	261556.37	6745196.52
2	261619.96	6745169.25
3	261561.42	6745040.08
4	261497.83	6745069.35

5.3.2 Undersøkelser som ble gjennomført under Tokt 1

Aktiviteter som skulle inngå i Tokt 1 var en del av beskrivelsen i konkurransegrunnlaget som ble publisert. I tabellen nedenfor er disse aktivitetene gjengitt.

Tabell 5 Aktiviteter for Tokt 1 fra konkurransegrunnlaget

Nr	Oppgaver gitt i konkurransegrunnlaget (SoW)	Detaljer
1	Generell visuell inspeksjon (GVI) av vrakdeler	
2	Måling av krenge- og trimvinkler på vrakdeler	

Nr	Oppgaver gitt i konkurransegrunnlaget (SoW)	Detaljer
3	Detaljert ekstern visuell og fotogrammetrisk undersøkelse av vrakdeler	inkludert lagringsområder (stålcontainere) under dekket. Tilgang til disse lagringscontainerne krevde fjerning av dekket i relevante områder.
4	Detaljert intern visuell og fotogrammetrisk undersøkelse av vrakdeler og interne sedimentnivåer	
5	Visuell deteksjon og registrering av mulig udetonert (UXO) på overflaten rundt de undersøkte vrakdelene	Spesiell interesse er å kontrollere om luken til torpedorommet (fremre vrakseksjon) er åpen og å gå inn i torpedorommet for å telle og inspisere torpedoene
6	Tykkelsesmålinger av trykkskroget	
7	Fastslå kjødens posisjon/bruddsoner og geometri	
8	Identifisere kvikksølvbeholdere utenfor vrakdelene	
9	Kartlegging av havbunnens overflate og fjelloverflaten under sedimenter	
10	Identifisere mulige "dammer" av flytende kvikksølv i sedimentene	

På Tokt 1 gjennomførte Reach Subsea ulike kartleggingsaktiviteter som listet opp i tabellen nedenfor, og denne følger strukturen i deres sluttrapport /V03/. I tabellen er det beskrevet koplingen mellom den enkelte delaktivitet for Tokt 1 og hvilke oppgaver som beskrevet i konkurransegrunnlaget (1 -10) som delaktiviteten omfatter.

Tabell 6 Aktiviteter for Tokt 1 som dokumentert i sluttrapport fra Reach Subsea AS

Nr	Hovedaktivitet	Delaktivitet	Ref. Kystverkets konkurransegrunnlag
1	Geofysisk kartlegging av sjøbunn	Bathymetric survey	1, 5, 8
		Sub-bottom profiler survey (SBP)	5, 7, 8, 9, 10
2	Elektromagnetisk kartlegging av sjøbunn	TSS440	3, 5, 8
		Elwave Octopulse	3, 5, 8
3	Videokartlegging av vrakdeler	Ekstern visuell inspeksjon	3
		Kartlegging av vrakdeler i sjøbunn	3, 8
		Innvendig visuell inspeksjon	4
4	Kartlegging av lastekontainere under dekk		3
5	Fotogrammetri	Lengdeprofiler av vrakdelene	3
		Tverrprofiler	3

Nr	Hovedaktivitet	Delaktivitet	Ref. Kystverkets konkurransegrunnlag
		Måling av krenge- og trimvinkler for vrakseksjoner	2
6	Tykkelsesmålinger av trykkskrog		6

5.3.3 Resultater fra undersøkelsene

Resultater fra de ulike undersøkelsene som er vist i tabellen over er presentert i det følgende.

1. Geofysisk kartlegging av sjøbunn

Den geofysiske kartleggingen av sjøbunnen omfattet både en «bathymetric survey» og en «sub-bottom profiler survey». Formålet med «bathymetric survey» var en kartlegging av sjøbunnen, og det ble benyttet multistråle-ekkolodd (MBES). Formålet med en «sub-bottom profiler survey» (SBP) var en kartlegging av sedimentlag under sjøbunnen og av gjenstander som er begravet nede i sedimentene. Det var også planlagt å skråstille SBP-sensorene slik at det var mulig å få frem konturen av kjølkassen under sjøbunn ved bruddåpningene. Formålet med dette var å få et grunnlag til å vurdere hvor stor del av kjølkassen som er ødelagt fra eksplosjonen ved torpederingen.

Målingene som gav minst tilfredsstillende resultat, var fra sub-bottom profiler survey. Skråstilling av sensorene, for å få frem konturen av kjølkassen ved bruddåpningen, gav ikke resultater som var mulig å tolke på grunn av for store forstyrrelser fra selve vrakdelen.

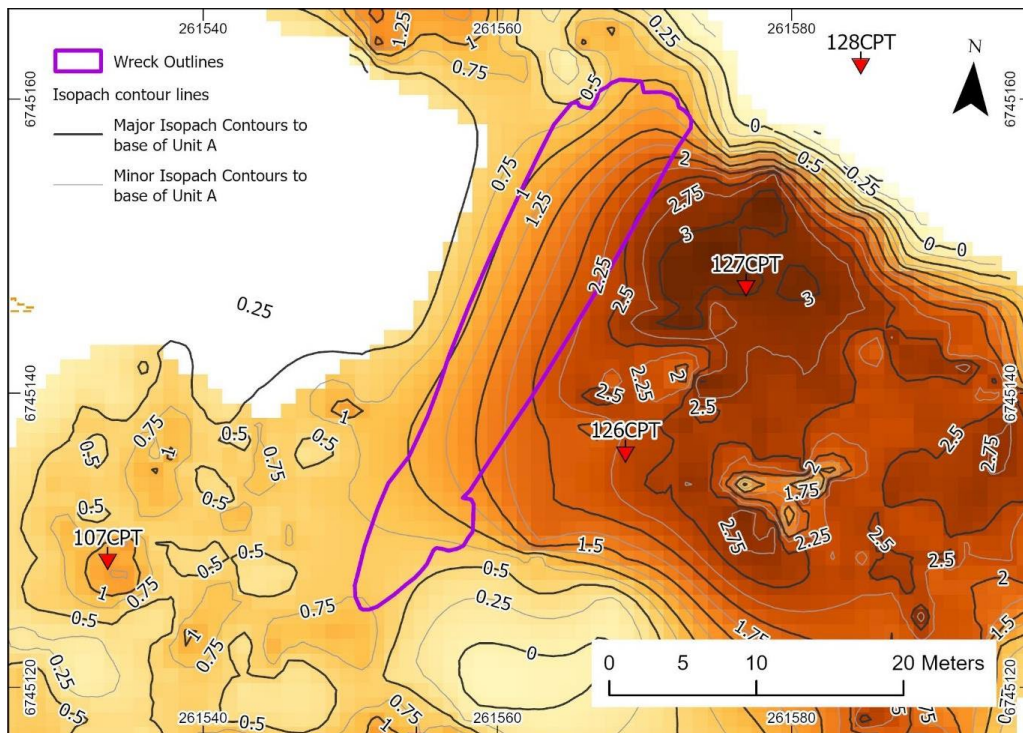
Det var også vanskelig å få gode resultater fra vertikalstilte sensorer i form av bilder av geologien og bunnforholdene i området på grunn av vrakets geometri og vrakdeler i området. Vrakdeler i sedimentene og stedvis grunt fjell begrenset gjennomtrengningen, noe som førte til dårlig oppløsning flere steder. Den minimale gjennomtrengningen ga begrenset informasjon om forholdene under overflaten og skapte usikkerhet i tolkning av resultater. Det er verdt å merke seg at samme type sensor (EdgeTech chirp) ble brukt under undersøkelser i 2016, med tilsvarende manglende gjennomtrengning og resultater.

Ved å kombinere data fra tidligere CPT (Cone Penetrometer Test) målinger med sub-bottom profiler-resultater, ble det mulig å estimere beliggenheten av hardere lag under sjøbunnen. Det er imidlertid fortsatt usikkerhet om disse lagene er fast fjell eller kun hardere sedimenter, og Kystverket har derfor valgt å gjennomføre boring til fjell i utvalgte punkt rundt vrakdelene som en del av Tokt 2.

Kartlegging av området rundt baugseksjonen

Tolkningen fra sub-bottom profiler rundt baugseksjonen, sammen med to nærliggende CPT-målinger øst for vraket, indikerer en sedimenttykkelse på ca. 3 meter eller mer. Ved å kombinere geologisk informasjon fra CPT-ene med lengde- og tverrprofiler fra fotogrammetri og konstruksjonstegninger av ubåten, er det mulig å gjøre en kvalifisert vurdering av kjølens tilstand. Basert på tegningene (spant 95), kan det estimeres at kjølens underside er mindre enn 2,5 meter under sjøbunnens overflate. Dersom grunnfjellet ikke stiger rett under vraket, er det sannsynlig at kjølen ikke har vært i kontakt med fjell og dermed fortsatt kan være intakt.

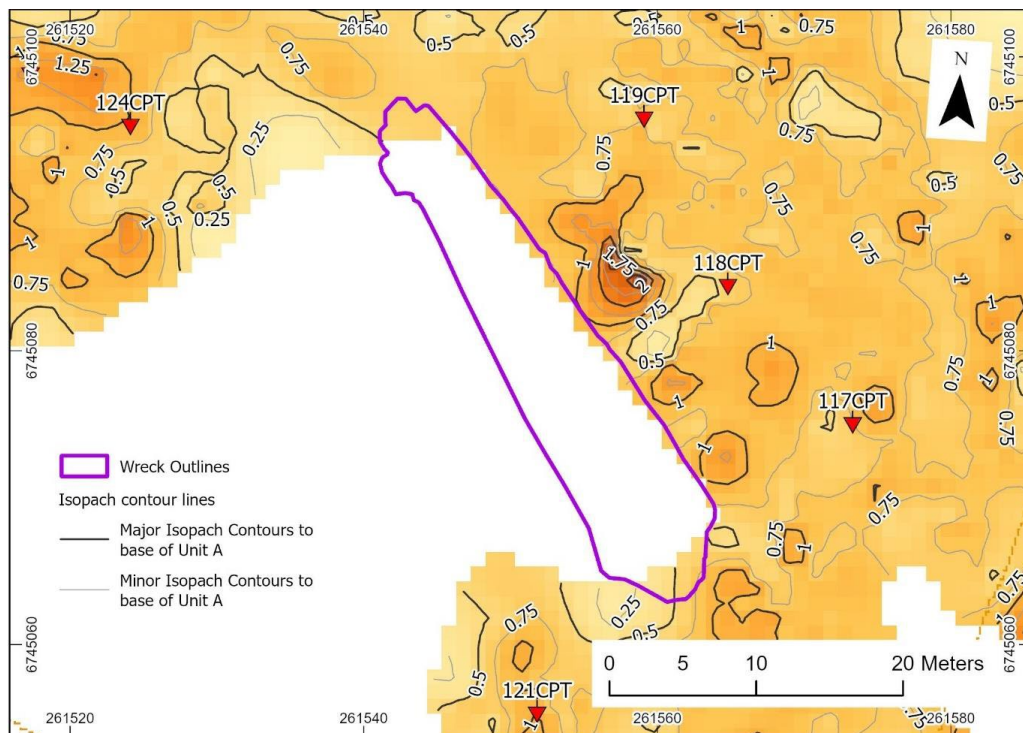
Kystverket har anbefalt utgravinger av sedimenter ved baugseksjonen nær spant 95, da volumet av sedimenter som må graves ut er antatt å være mindre enn i andre områder langs baugseksjonen, og at forventet dybde til fjell i områder gir håp om at kjølen kan være intakt. Det opplyses at status for baugseksjonen er usikker og denne kan være helt ødelagt.



Figur 10 Isopach-kart som viser dybden til berggrunnen under overflaten ved forseksjonen

Kartlegging av området rundt akterseksjonen

Rundt akterseksjonen viser tolkningen fra sub-bottom profiler og flere CPT-målinger en sedimenttykkelse mellom 1,5 og 2 meter. Tolkningene er imidlertid forbundet med høy grad av usikkerhet på grunn av begrenset datagrunnlag. For akterseksjonen er det kjent at kjølen ikke er fullstendig ødelagt da partiet lengst akterut tidligere er undersøkt i 2014 der det ble gravd adkomst til de to kjølkamrene på styrbord side som lå lengst akterut.



Figur 11 Isopach-kart som viser dybden til berggrunnen under overflaten ved akterseksjonen

Ansamling av kvikksølv

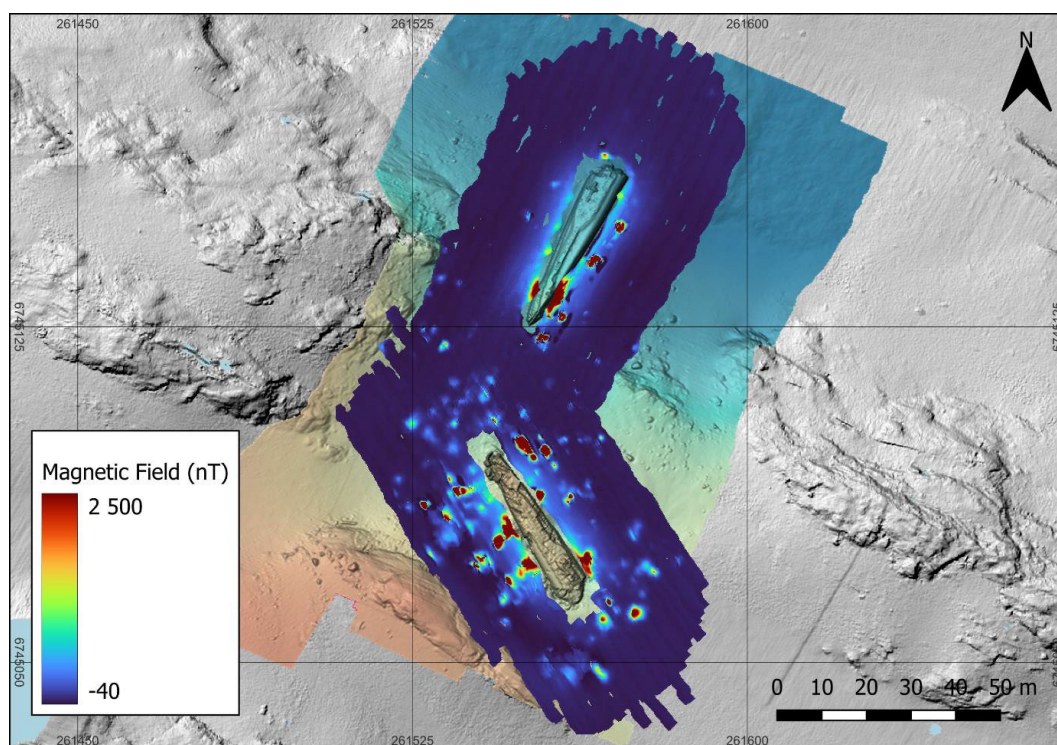
Et annet mål med undersøkelsen med sub-bottom profiler var å finne ut av om det kunne identifiseres ansamlinger av flytende kvikksølv i de underliggende sedimentlagene. Ingen slike ansamlinger ble observert i dataene. Mangelen på identifikasjon kan skyldes dårlig datakvalitet, eller at kvikksølvet ikke har samlet seg i området som ble undersøkt. Vraket ligger i en skråning, og med et topplag av sand er det mulig at kvikksølvet har migrert bort fra undersøkelsesområdet. Dersom sandlaget er tilstrekkelig gjennomtrengelig, kan kvikksølvet ha beveget seg innenfor laget uten å danne tydelige ansamlinger.

2. Elektromagnetisk kartlegging av sjøbunn

Den elektromagnetiske kartleggingen av sjøbunnen omfattet bruk av to ulike systemer (TSS440 og Elwave Octopulse) med formål å kunne observere vrakdeler, UXO og beholdere med kvikksølv i sedimentene, og å kunne skille på disse.

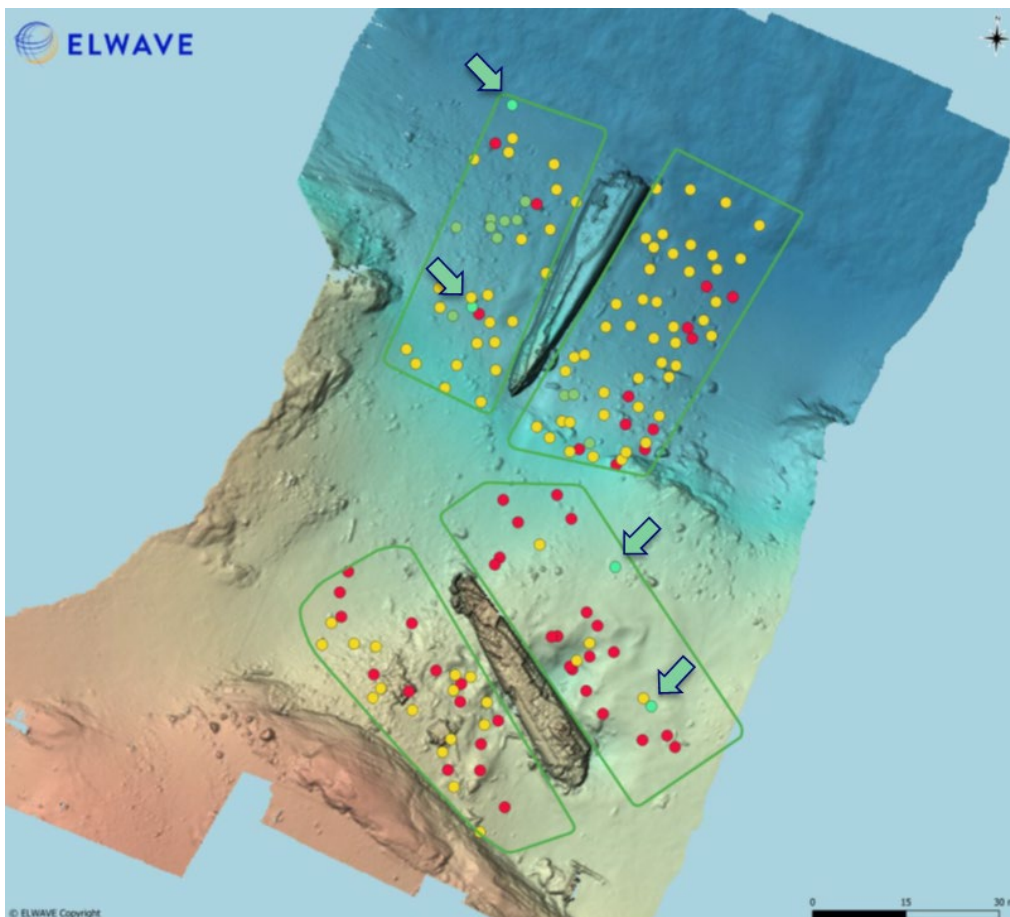
Funn av kvikksølvbeholdere

Utfordringene med TSS 440 var hovedsakelig knyttet til mengden metalliske vrakdeler og den magnetiske signaturen fra akter- og forseksjonen etter U-864. Ubåtens magnetiske signatur førte til et område med signalforstyrrelser rundt vraket. Som følge av dette var det ikke mulig å skille ut mindre magnetiske anomalier som kunne være kvikksølvbeholdere. I figuren nedenfor er resultatene fra bruk av TSS440 vist i form av et «varmekart». Mangelen på visuell bekreftelse begrenset også nytten av den elektromagnetiske undersøkelsen, ettersom kvikksølvbeholdernes magnetiske signatur ikke er unik nok til å skille dem fra vrakdeler.



Figur 12 TSS 440 «varmekart» som viser økning i det magnetiske feltet (nT) der metallisk avfall er lokalisert

Elwave Octopulse-systemet klarte å identifisere totalt 149 elektriske anomalier. Av disse ble 103 også klassifisert som ledende anomalier (høy elektrisk ledeevne). 15 av anomaliene hadde en signatur som samsvarer med den forventede signaturen til kvikksølvbeholdere. Identifiserte objekter er vist i figuren nedenfor.



Figur 13 Octopulse-systemet har identifisert objekter merket med fargekoder. Lys grønn (markert med piler) og grønn for sannsynlig kvikksølvbeholder, gul for mulige objekter og rød for enslige objekter uten elektrisk ledende materiale

Mange av de mulige målene befinner seg i områder med flere steinblokker og/eller vrakdeler. Plasseringen av disse gir noe usikkerhet i tolkningen av resultatene, da det er mulig at systemet registrerer signaturen fra vrakdeler i stedet for kvikksølvbeholdere.

Den visuelle undersøkelsen kunne ikke bekrefte noen beholdere på sjøbunnen, og dermed kunne ikke nøyaktigheten i resultatene verifiseres. Mangelen på sub-bottom profiler-tolkning i dette området bidrar til ytterligere usikkerhet. Tykkelsen på overflatesedimentet kunne ikke fastslås, og det var derfor ikke mulig å avgjøre om en beholder kunne være helt nedgravd. Dersom laget med mykere sedimenter er for tynt, vil det ikke være mulig for en beholder å være fullstendig overdekket av sedimenter. Likevel viste Octopulse-systemet at det lettere kan oppdages enkeltmål uten forstyrrelser.

Ingen kvikksølvbeholdere kunne positivt identifiseres eller bekreftes basert på geofysiske, elektromagnetiske eller visuelle undersøkelser. Den visuelle inspeksjonen av vrakdeler på sjøbunnen avdekket ingen nye kvikksølvbeholdere, og det var heller ikke mulig å bekrefte eventuelle nedgravde beholdere. Flere uidentifiserte gjenstander ble observert, men dimensjonene deres stemte ikke overens med tidligere funn. De 8 kvikksølvbeholderne som er hentet opp fra tidligere tokt har en diameter på 20 cm og en høyde som varierer mellom 40 og 60 cm. I konkurransegrunnlaget for Tokt 2 er det beskrevet en fysisk undersøkelse av enkelte av målene med opphenting av den aktuelle gjenstanden. Denne aktiviteten er tatt inn som en opsjon som vurderes gjennomført.

3. Videokartlegging av vrakdeler

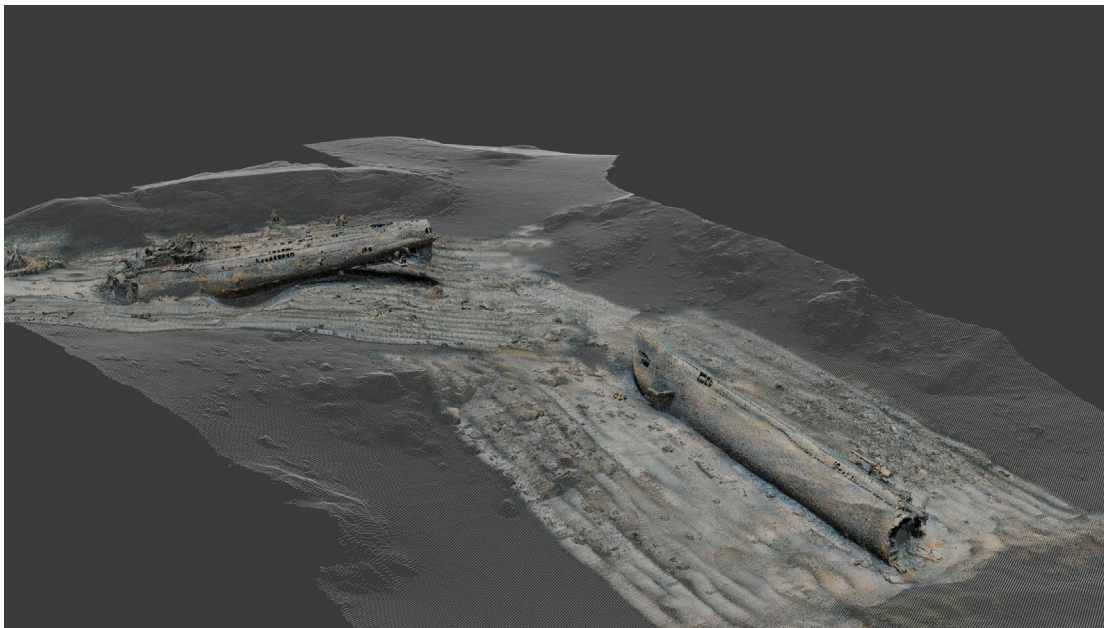
Videokartleggingen av vrakdeler omfattet ekstern visuell inspeksjon, kartlegging av vrakdeler på og i sjøbunn og innvendig visuell inspeksjon av akterseksjon og forseksjon av ubåten.

Under kartleggingen var det god sikt, noe som resulterte i gode bilder som var godt egnet for fotogrammetri. Unntaket var innvendig inspeksjon av vrakdelene der det ble virvlet opp sedimenter, og som sammen med for svake lyskilder ikke gav tilstrekkelig gode bilder.

Utvendig visuell inspeksjon

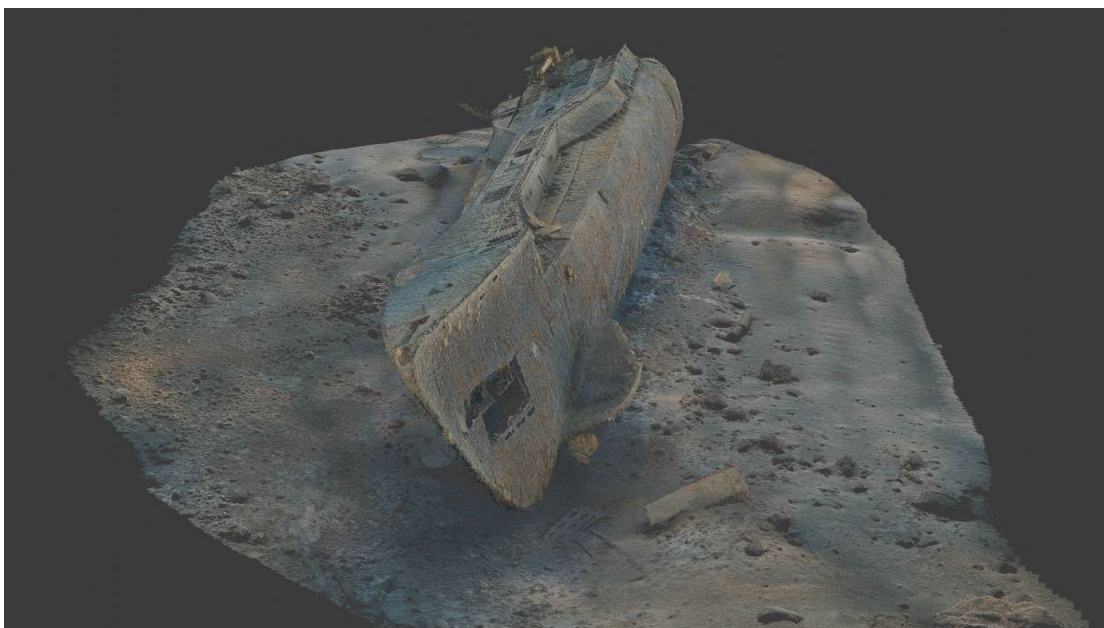
Om lag 150.000 bilder ble tatt med Voyis Discovery Stereo camera over et område som dekker i størrelsesorden 6.000 m². Av disse ble ca. 60.00 benyttet til fotogrammetri. I tillegg ble det benyttet video for opptak under den utvendig visuelle inspeksjonen. Bildene gir en bedre visuell innsikt enn tidligere i vrakdelenes tilstand og viser omfattende skader på strukturen. I sjøbunnen rundt vrakdelene er det betydelige mengder vrakdeler og store steiner som gjør det krevende ved fjerning av sedimenter rundt vrakdelene.

Nedenfor er det vist et oversiktsbilde av vrakposisjonen med begge vrakdeler.



Figur 14 Oversiktsbilde (fotogrammetri) av vrakposisjonen for U-864

Bildene nedenfor viser fotogrammetri av henholdsvis forseksjonen og akterseksjonen.



Figur 15 Fotogrammetri av forskipet av vraket etter U-864



Figur 16 Fotogrammetri av akterskipet av vraket etter U-864

Kartlegging av vrakdeler i sjøbunn

Som en del av kartlegging av kvikksølvbeholdere og mulige eksplosiver i sjøbunn ble det kartlagt ble det i alt kartlagt 9 objekter som ikke er registrert under tidligere oppdrag (2005 og 2013). De nye objektene er dokumentert i form av koordinater, beskrivelse, bilder og fotogrammetri i sluttrapporten fra Reach Subsea.

Innvendig visuell inspeksjon

Hensikten med innvendig inspeksjon av vrakdelene var å kartlegge mengden sedimenter inne i vraket. Dette er viktig informasjon for å kunne estimere vekt av vrakdelene og tyngdepunkt i forbindelse med et eventuelt løft av vrakdelen ut av sedimentene eller sideveis rulling for å etablere tilkomst til kjølkassene i vrakdelens fulle lengde. Metoder for løfting og rulling av vrakdelene ble utviklet og beskrevet i forprosjektet for alternativ 3 (2014) /D04/.

Den interne videoundersøkelsen ga ikke de ønskede resultatene. Bruddåpningen i vrakseksjonene inneholdt for mye vrakgods og kabler, noe som hindret lansekameraet i å nå langt nok inn i vraket. Det var derfor ikke mulig å fastslå om luka til torpedorommet i baugseksjonen var åpen.



Figur 17 Bilde fra HD-video fra bruddpunktet i akterseksjonen

Det var også utfordrende å oppnå tilstrekkelig belysning med det valgte utstyret ettersom ROV-en ikke kunne bevege seg inn i vraket. Likevel ga inspeksjonen noen bilder av innsiden av vraket og tilstanden i denne delen.

Det var ikke mulig å vurdere volumet av sedimenter inne i vrakdelen da fotogrammetridata ved bruddåpningen ikke var tilstrekkelig. Bildene fra fotogrammetrien strakk seg ikke langt nok inn i vrakdelene til å kunne danne en sedimentoverflate i modellen. Uten informasjon om beliggenheten av sedimentlaget inne i vraket, kan modellen ikke gi et nøyaktig estimat av volumer av sedimenter som observert på video. Det mangler også digitale tegninger av ubåten som kan legges inn i 3D modellen for å kunne beregne tykkelsen av sedimentene.



Figur 18 Bilde fra HD-video fra bruddpunktet i baugseksjonen

I forbindelse med Tokt 2 vurderes det å skjære opp en større luke i torpedorommet i akterskipet, og gå inn med en lengre lansekamera med bedre lyskilde.



Figur 19 Eksempel fra lensekamera før innføring i skroget ved torpedorommet i akterseksjonen

4. Kartlegging av lastekontainere under dekk

Tilgang til transportcontainere under dekket ble oppnådd etter at dekket ble fjernet lokalt. På de to inspiserte stedene ble det observert sylindriske beholdere. Innfesting av beholderne ble kartlagt, men beholderne ble ikke åpnet for å undersøke innholdet. Under inspeksjonen ble det observert bobler som kom ut fra én av beholderne.

Frigjøring av en eller begge beholdere, løfting og transport av denne/disse til en plassering på sjøbunnen for å inspisere innholdet, er tatt inn som en opsjon for Tokt 2. Selve åpningen av lastekontaineren vil gjennomføres av Forsvaret v/ MDK dersom dette skulle bli aktuelt.

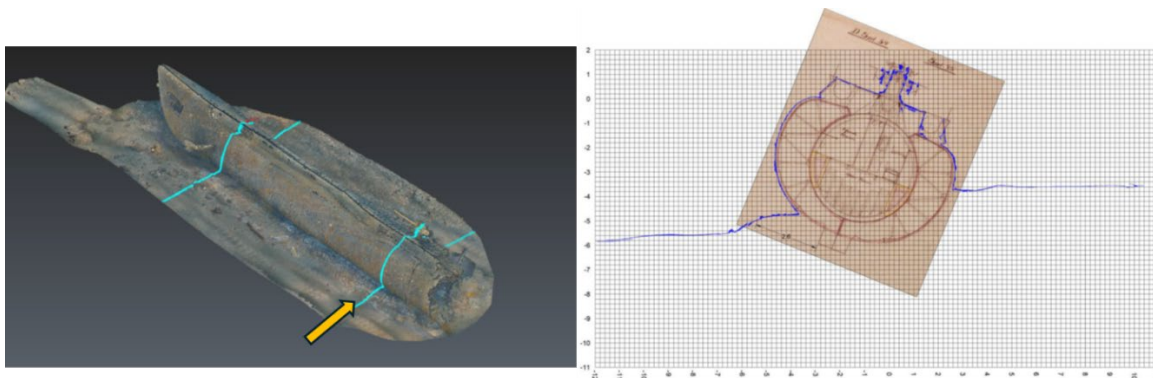


Figur 20 Bilder av lastekontainer 1 og 2 under dekket på akterseksjonen av U-864 (øverst til venstre) sammen med fotogrammetribilde av akterseksjonen (øverst til høyre) – alle fra Reach Subsea AS. Bildene under er foto av lastekontainere som klargjøres (foto: ukjent)

5. Lengdeprofiler, tverrprofiler og krenge- og trimvinkler

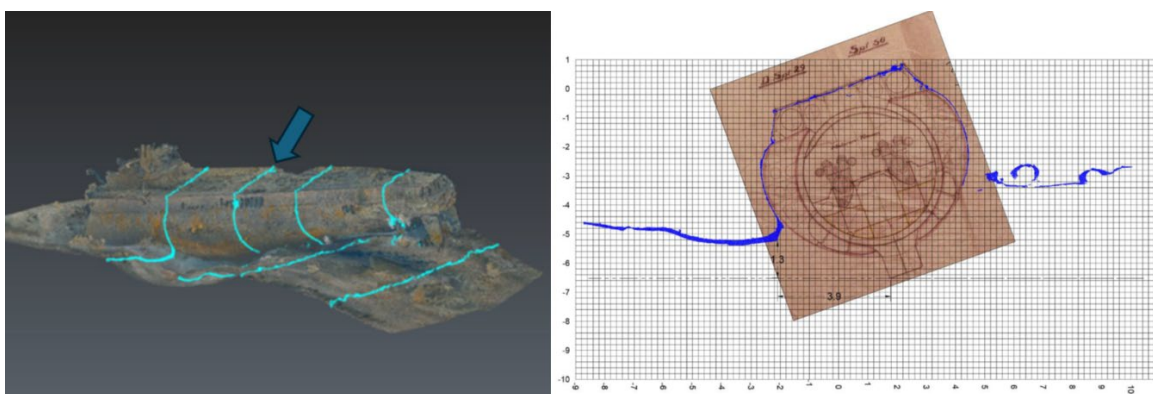
Det er etablert fotogrammetribilder både forseksjon og akterseksjon i full lengde. For utvalgte tverrsnitt (spant), som er tatt ut fra originaltegninger, er det inntegnet beliggenhet av sjøbunn og hvor dypt vrakdelen ligger nede i sedimentene basert på fotogrammetridata og 3D-modellen. Dette er godt vist i rapporten fra Tokt 1 og har gitt et godt grunnlag for å velge hvor det anbefales å etablere adkomst til kjølen for begge vrakseksjoner for Tokt 2.

Nedenfor vises fotogrammetribilder fra rapporten fra Reach Subsea av forseksjonen sammen med foreslåtte spant for å etablere adkomst til kjølen på babord side.



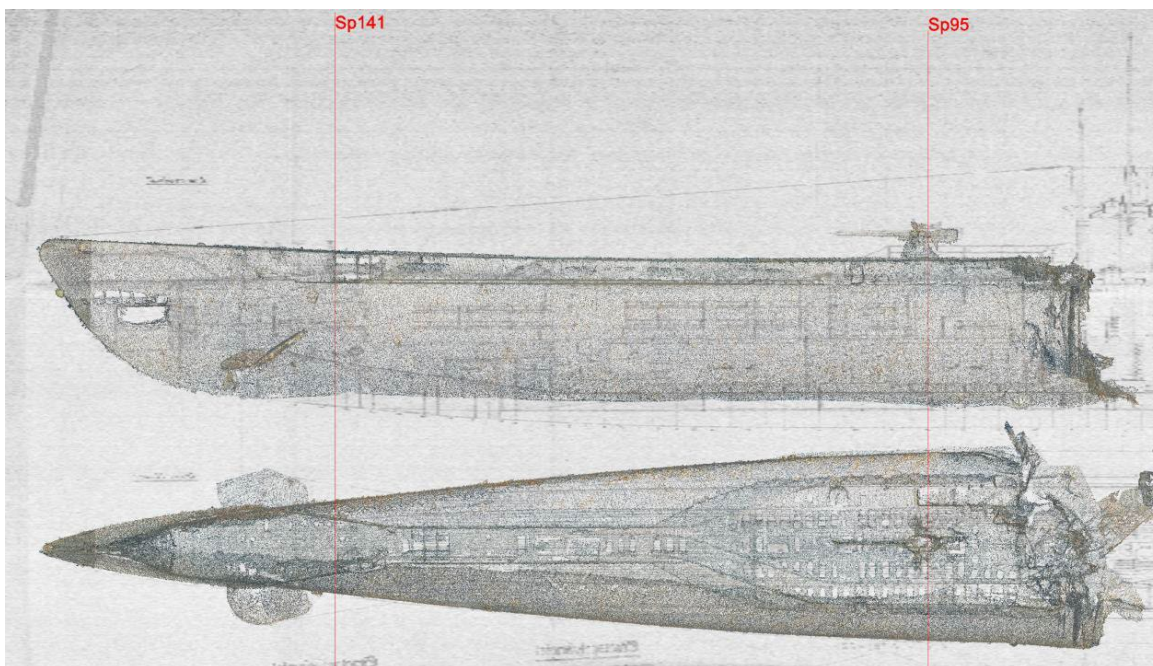
Figur 21 Forseksjonen med utvalgt spant 95 (pil). Blå linje i tverrprofil th angir sjøbunnsnivå.

Nedenfor vises fotogrammetribilder av akterseksjonen sammen med foreslåtte spant for å etablere adkomst til kjølen på styrbord side.



Figur 22 Akterseksjonen med utvalgt spant 50 (pil). Blå linje i tverrprofil th angir sjøbunnsnivå

Bildet nedenfor viser punktsky fra fotogrammetrien og viser hvor stor del av skroget som er begravet i sedimentene. Punktskyen er lagt over originaltegninger av U-864.



Figur 23 Øverste figur viser babord side av forseksjonen og hvor stor del av vrakdelen som er begravet i sedimentene. Beliggenhet av kjølkassen kan ses fra tegningen. Nederste figur viser vrakseksjonen sett ovenfra.

Baug- og akterseksjonens krenkning (roll) og trim (pitch), som er vinkel ifht horisontalplanet i vrakdelenes lengdeakse, er beregnet basert på fotogrammetriske punktskyer og verifisert visuelt ved hjelp av flerstråle-ekkoloddmålinger. To par punkter på toppdekket ble valgt fra den fotogrammetriske punktskyen for å beregne krenge- og trimvinkler, og resultatene ble gitt som gjennomsnittet av disse målingene.

Et sammendrag av målingene presenteres i tabellen nedenfor. Rapportene og diagrammene fra 2005/2006 inkluderer en noe spredning av rapporterte trimvinkler for baug- og akterseksjonen. Resultatene fra målinger utført på Tokt 1 samsvarer rimelig godt med tallene fra september 2006.

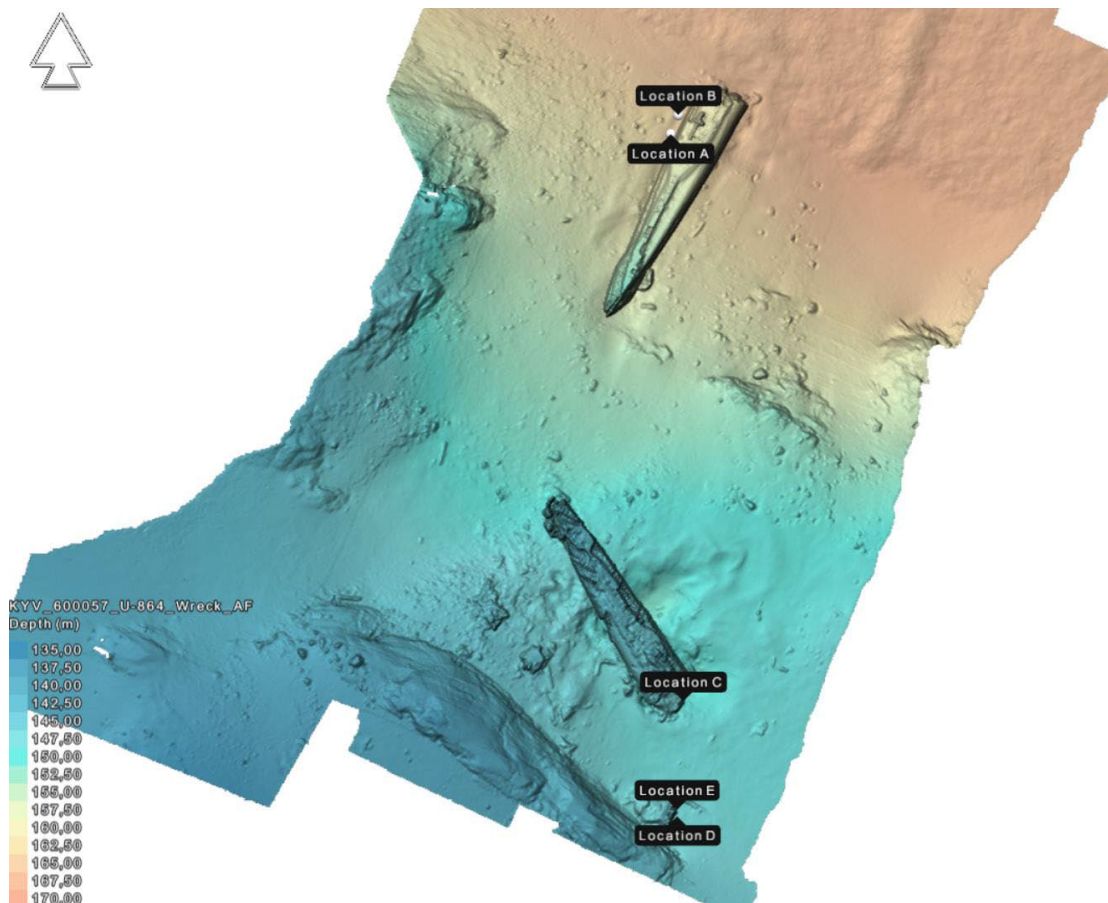
Section	Parameter	Degree (°)	Comment
Bow	Average Roll	20.98	Starboard Down
Bow	Average Pitch	14.60	Bow Up
Stern	Average Roll	-19.38	Starboard Up
Stern	Average Pitch	-7.99	Bow Down

6. Tykkelsesmålinger av trykkskrog

Det ble gjennomført tykkelsesmålinger på i alt fem lokasjoner tilsvarende de som ble undersøkt i 2005. Ved hver lokasjon ble det gjennomført to til tre separate målinger for å sikre nøyaktighet. Målingene ved hver lokasjon ble utført i nær avstand til hverandre. De fem forhåndsbestemte lokasjonene for tykkelsesmålingene er presentert i tabellen nedenfor, og oversikt over deres plasseringer er vist i etterfølgende figur. Estimater for gjenværende tykkelse av trykkskroget er basert på gjennomsnittlige tykkelsesverdier fra undersøkelsen i 2005.

Tabell 7 Lokasjon (koordinater og dybde) for tykkelsesmålinger

Location	Easting (m)	Northing (m)	Approximate Depth (m)
A - Bow Starboard Casing	261561	6745154	160.93
B - Bow Starboard Casing	261562	6745157	161.73
C - Stern Port Pressure Hull	261563	6745065	147.06
D - Conning Tower Pressure Hull	261562	6745047	145.48
E - Conning Tower Bunker Tank	261562	6745048	145.59



Figur 24 Oversikt over områder for tykkelsesmålinger

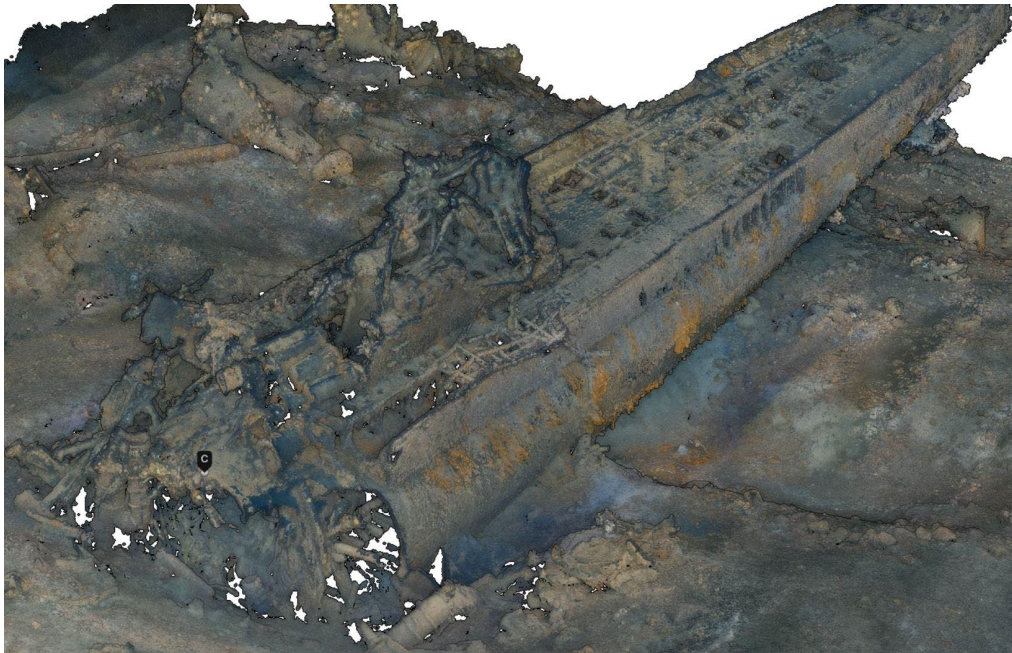
Målingene ved lokasjon A ble utført på den øvre delen av ubåtens skrog, omtrent 10 meter fra bruddpunktet. De to målingene viser at tykkelsen på trykkskroget har blitt redusert med 0,6 til 0,75 mm siden forrige måling.

Målingene ved lokasjon B ble utført på den øvre delen av ubåtens skrog, omtrent 6 meter fra bruddpunktet og 3 meter fra lokasjon A. De to målingene viser at tykkelsen på trykkskroget har blitt redusert med 0,6 til 0,85 mm siden forrige måling (2005).



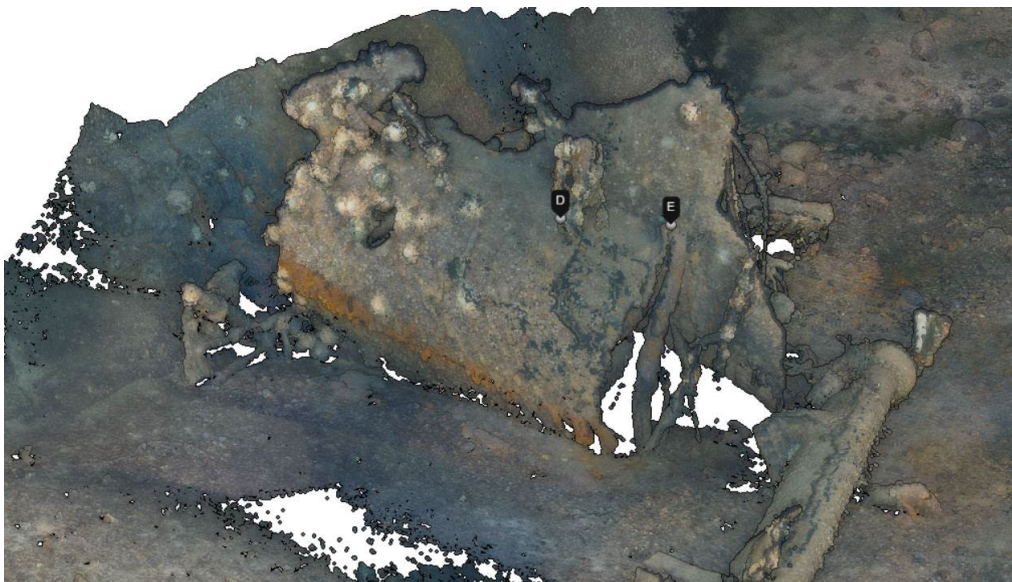
Figur 25 Lokasjon A og B på forskipet

Målingene ved lokasjon C ble utført på en eksponert del av trykkskroget på babord side av bruddpunktet. Tre separate målinger ble gjennomført ved lokasjon C, ettersom de to første målingene viste en forskjell på mer enn 1,5 mm. Den tredje målingen bekreftet den andre, da den kun viste en forskjell på 0,5 mm.



Figur 26 Lokasjon C på akterskipet

Målingene ved lokasjon D ble utført på det eksponerte trykkskroget ved kommandotårnet. De to målingene viser at tykkelsen på trykkskroget er redusert med 0,4 til 0,5 mm siden forrige måling.



Figur 27 Lokasjon D og E ved kommandotårnet

Målingene ved lokasjon E ble utført ved bunkertanken i kommandotårnet. De to målingene viser at tykkelsen på skroget er redusert med 1,16 til 1,21 mm siden forrige måling (2005).

I sum viser tykkelsesmålingene at materialtykkelsen er redusert på alle målesteder siden målinger i 2005. Målingene anslår at tykkelsen har blitt redusert med mellom 3 % og 19 % på

de ulike stedene (A til E). På hvert sted ble det utført to målinger for å verifisere resultatet. Forskjellene mellom de to målingene i denne undersøkelsen var mindre enn ved målingene som ble gjort i 2005. Derfor vurderes de nåværende målingene til å gi et mer nøyaktig bilde av resterende materialtykkelse og av reduksjon i tykkelser.

Kvalitet på data fra Tokt 1

Toktet ble gjennomført etter planen og uten operative problemer. Hoveddelen av dataene fra kartleggingen var av svært god kvalitet, mens for noen av de geofysiske og elektromagnetiske sensorene oppnådde man ikke resultater som samsvarte med målene som var satt for toktet.

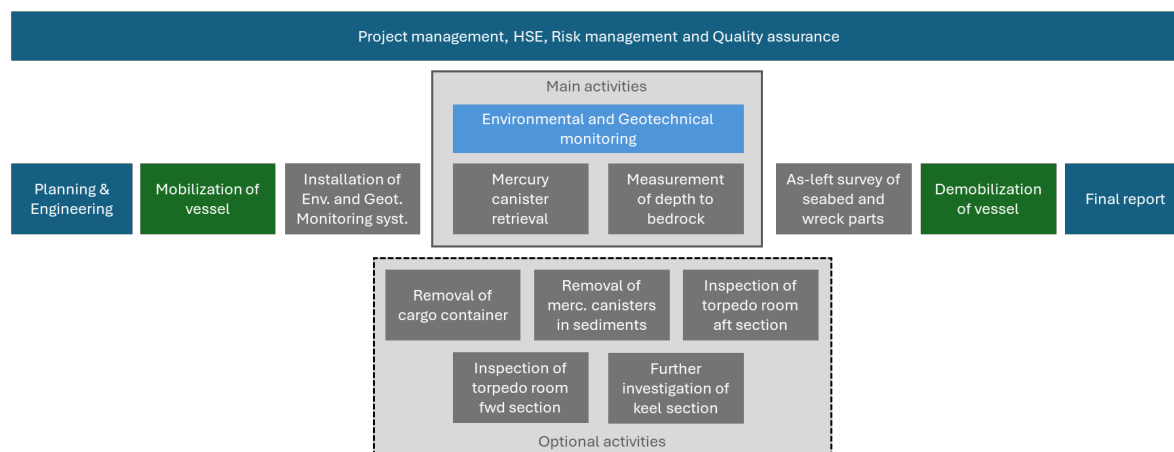
Resultatene fra video og fotogrammetri resulterte i detaljerte bilder av svært god kvalitet som har gitt en 3D-modell av vrakdelene og områdene rundt. Dette gir et betydelig bedre grunnlag enn tidligere for å planlegge Tokt 2 og fremtidige operasjoner ved vrakdelene.

5.4 Inspeksjon av kjøll og kvikksølvbeholdere (Tukt 2)

Som omtalt i foregående kapitler besluttet Kystverket å dele undersøkelsen inn i to faser der den første fasen (Tukt 1) omfattet kartlegging av vrakdeler og sjøbunn, med formål å etablere en 3D-modell og å kartlegge kvikksølvbeholdere, lommer av kvikksølv i sjøbunn og eventuelle eksplosiver. Informasjon fra Tokt 1 og 3D-modellen er benyttet til å planlegge den andre fasen av undersøkelsen (Tukt 2), og vil gi et bedre grunnlag for å beregne omfanget og kostnadene av et hovedtiltak.

Kystverket publiserte i midten av august en veiledende kunngjøring for anskaffelsen av Tokt 2 med formål å varsle leverandørmarkedet. Virksomhetene som deltok i markedsdialogen, ble informert direkte om den veiledende kunngjøringen. Konkurranses grunnlaget ble publisert 2. september, og anskaffelsen er utformet som en åpen tilbudskonkurranse der forhandlinger inngår som en del av prosedyren. Det ble avholdt en tilbudskonferanse 5. september, hvor konkurransegrunnlaget ble presentert og det ble åpnet for spørsmål. Konferansen hadde bred deltakelse fra mange relevante leverandører. Tilbudsfrist er satt til 6. oktober 2025, og forventet kontraktsinngåelse er medio november.

Planlagte aktiviteter og rekkefølge av disse er vist i figuren nedenfor.



Figur 28 Aktiviteter for Tokt 2 satt opp i en tidslinje for planlagt gjennomføring

Hovedmålet for Tokt 2 er å skaffe tilgang til kjølen og hente ut et representativt antall kvikksølvbeholdere fra kjølkassene, slik at disse kan undersøkes nærmere med tanke på korrosjon og gjenværende godstykkelse. I tillegg skal kjølenes tilstand vurderes, særlig med tanke på eventuell deformasjon i de områder som blottlegges. Erfaringer fra denne

aktiviteten vil gi viktig informasjon om tidsbruk og praktiske utfordringer knyttet til å etablere adkomst til kjølkassene. Dette vil danne grunnlag for mer presise vurderinger av gjennomføringstid og kostnadsberegninger for et mulig endelig tiltak med heving av kvikksølvlasten.

Tokt 2 omfatter også kartlegging av dybde til fjell på utvalgte punkter langs vrakdelene. Dette er nødvendig da resultatene fra Tokt 1, der sub-bottom profiling ble benyttet, var vanskelig å tolke på grunn av forstyrrelser fra vrakdelene.

Som en del av det planlagte toktet skal det etableres et system for overvåking av vrakdelene, med varsling dersom forskyvninger eller rotasjon av vrakdelene oppstår under arbeidet med å fjerne sedimenter for å skaffe adkomst til kjølen. I tillegg skal det etableres et miljøovervåkningssystem der spredning av sedimenter, og mulig innhold av kvikksølv i vann, skal overvåkes og varsles ved overskridelse av fastsatte grenseverdier. Det skal også gjennomføres en avsluttende kartlegging av vrakdelene og sjøbunnen, ettersom topografien vil være endret og det kan ha oppstått forskyvninger i vrakets posisjon.

I tillegg til nevnte hovedaktiviteter er det i konkurransegrunnlaget beskrevet flere opsjoner som Kystverket skal ta stilling til om skal utføres, basert på tilgjengelig tid og budsjett for anskaffelsen. Følgende opsjoner inngår;

- Undersøkelse av kjølkamre for mulige kvikksølvbeholdere uten omfattende fjerning av sedimenter (f.eks ved boring og bruk av kikkhulls-teknologi)
- Identifisere kvikksølvbeholdere på sjøbunnen og å ta disse opp for inspeksjon
- Fjerning av transportcontainer under dekk for etterfølgende inspeksjon
- Utvide eksisterende utsnitt i skrog og inspeksjon av bakre torpedorum
- Kutte et utsnitt i trykkskroget for inspeksjon av fremre torpedorum

Opsjonene vil vurderes utløst og gjennomført basert på pris og tid til disposisjon og siste frist for å utløse opsjonen som tilbydere skal angi i sine tilbud.

Kystverket har uttrykt et ønske om rask fremdrift og en ønsket gjennomføring i 2025, men det er først etter mottak og evaluering av tilbud og forhandlinger at Kystverket vil ha et grunnlag for å etablere en fremdriftsplan med sluttdato for oppdraget.

5.5 Undersøkelser om plassering av og tilstand på ammunisjon

5.5.1 Bakgrunn

Det anses som sikkert at U-864 hadde torpedoer for selvforsvar, samt ammunisjon til artilleri, luftvern og håndvåpen da ubåten ble senket. Dette er basert på tidspunkt for senkningen, oppdragets karakter og at krigen fortsatt pågikk.

Informasjon om antall, type og tilstand på torpedoer og annen ammunisjon kan være viktig for å kunne gjennomføre tiltak ved vrakdelene med tilstrekkelig sikkerhet, og for å unngå skade på personell og materiell under operasjonen. I tillegg må risikoen for detonasjon vurderes på både på kort sikt (under operasjon) og lang sikt (etter operasjonen), da en eksplosjon kan føre til spredning av forurensede sedimenter.

Tidligere utredninger har anslått mengde og type eksplosiver og ammunisjon basert på åpne kilder, men dette har ikke blitt verifisert gjennom fysiske undersøkelser. Det er derfor fortsatt usikkerhet knyttet til antall og type torpedoer og annen ammunisjon i vrakdelene, noe som kan påvirke valg av endelig miljøtiltak ved vraket etter U-864.

I oppdragsbrevet fra NFD til Kystverket av august 2024 er det derfor presisert at undersøkelsen skal gi mer informasjon om tilstanden på og plassering av ammunisjon.

5.5.2 Tidligere utredninger om ammunisjon

Helt siden Marinen lokaliserte vraket etter U-864 i 2003, er type, mengde, plassering og tilstand til ammunisjon og eksplosiver forsøkt kartlagt gjennom søk i ulike kilder.

I perioden 2007-2008 ble det gjennomført en utredning av muligheten for å heve vrakdelene. Som del av dette arbeidet ble det utarbeidet en tilleggsstudie /D12/ med fokus på kartlegging av ammunisjon og eksplosiver. Kartleggingen bygget primært på åpne kilder om tysk ubåtkrigføring under andre verdenskrig, samt e-postkorrespondanse med tidligere sjef for U-861, Jürgen Oesten. Basert på dette materialet ble det anslått at U-864 hadde full last av torpedoer, totalt 27 stykk, i tillegg til ammunisjon til 105 mm kanon, samt 37 mm og 20 mm luftvernartilleri. Minedykkerkommandoen (MDK), som fageekspertise i utredningen, vurderte at det kun var teoretisk mulig at torpedoene kunne selvdetonere ved tildekking eller heving. For heving av vraket ble risikoen for detonasjon vurdert som svært lav.

I utredninger utført etter 2008 har mengden torpedoer og ammunisjon som dokumentert i DNV-rapporten fra 2008 vært lagt til grunn som dimensjonerende for vurdering av tiltak. DNV anslo at det kunne være opptil 27 torpedoer om bord. I rapporten fra Ekspertutvalget /D06/ vises det imidlertid til en annen kilde som antyder at antallet kan ha vært 24, noe som skaper usikker rundt det faktiske omfanget.

Videre viser Ekspertutvalget til en rapport fra Forsvarsmateriell (FMA) i en ny rapport /D13/ fra 2019, der sannsynligheten for detonasjon ved heving er oppjustert til mellom 10^{-5} - 10^{-3} . Ekspertutvalget vurderer at dette representerer en risiko som olje- og gassnæringen ikke vil kunne akseptere, og fraråder derfor heving som konsept. Samtidig skriver FMA at det ikke finnes kjente «tilfeller der sunket last sammenlignbar med U-864 har detonert av seg selv» og at sannsynligheten for detonasjon ved et 0-alternativ er 10^{-7} per år. Ved tildekking vil sannsynligheten for sammenbrudd være større, men samtidig vil vraket være bedre beskyttet mot fysisk påvirkning. FMA skriver videre at jordskjelv vurderes å ikke kunne tilføre nok energi til at høyeksplosiver (torpedoer) detonerer.

Mulige tiltak på vraket er i tidligere utredninger vurdert til i liten grad å avhenge av hva det korrekte antall torpedoer er. Det er lagt større vekt på at det er mer enn én torpedo i vraket og dermed mulighet for en detonasjon under eller etter tiltak. Risiko for detonasjon av eksplosiver og ammunisjon er ikke vurdert som dimensjonerende for valg av alternativ hverken på kort sikt (gjennomføring av tiltak) eller i et evighetsperspektiv.

5.5.3 Gjennomføring av oppdraget

I oppdraget til Kystverket fremgår det at Kystverket skal involvere fagmiljøer med nødvendig kompetanse innen subsea- og offshore operasjoner, ammunisjon, eksplosiver og miljø i planleggingen og gjennomføringen av undersøkelsen.

Kystverket har bedt om bistand fra Forsvarsdepartementet (FD) som kan dekke fagområdet ammunisjon og eksplosiver. FD ga deretter et likelydende oppdrag til henholdsvis Forsvaret, Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) og Forsvarsmateriell (FMA) om å bistå Kystverket /V06/. Fra Forsvaret bistår Marinen representert ved Minedykkerkommandoen (MDK) og Fellesoperativt Hovedkvarter (FOH).

Kystverket opprettet en egen arbeidsgruppe med representanter fra FFI, FMA og FOH/MDK og med Kystverket som koordinator.

Planlagt arbeidsform var basert på møter (kombinasjon av møte på nett og fysiske møter) og individuelt arbeide med utvalgte tema mellom møtene. Kystverket valgte underveis å gå over til å stille likelydende spørsmål til de tre nevnte deler av Forsvarssektoren.

Nedenfor er de viktigste oppgavene som er utredet.

Ammunisjon og eksplosiver

Som en del av oppdraget fra Kystverket har FMA gjennomført en ny kartlegging av type, mengde og plassering av eksplosiver og ammunisjon om bord på U-864. Kartleggingen bygger på en nyere rapport utarbeidet av den tyske historikeren Dr. Axel Niestle /D14/. De viktigste funnene i Niestles rapport er at U-864 sannsynligvis var lastet med langt færre torpedoer enn tidligere antatt: trolig åtte torpedoer. Det er også lite trolig at lastekontainerne som IXD2-ubåtene har på dekk inneholdt torpedoer, men kun annen last. Videre anslås det at U-864 hadde et mindre antall flybomber (50 kg) om bord, i tillegg til andre granater og ammunisjon.

Selv om Dr. Niestle har gjennomført betydelig forskning innenfor temaet, kan man også finne beskrevet at mange av ulike grunner ikke fulgte Hitlers ordre på slutten av krigen. Mot slutten av krigen hadde tyskerne også utfordring med leveranser av torpedoer til sine ubåter, slik at både antall torpedoer og type kunne avvike fra det som var vurdert som standard utrustning. Torpedolasten til U-864 vil uansett kun være antagelser frem til dette kan verifiseres med inspeksjon i torpedorom og evt. torpedorør. Det faktiske antallet torpedoer utgjør ikke noen vesentlig endring av risikoen som torpedoene utgjør - det er tilstedeværelse av torpedoer som utgjør en dimensjonerende faktor mht. risikobildet. Tidligere anslag på opptil 27 torpedoer har vært vurdert som en verstefalls-situasjon basert på manglende verifisert informasjon.

Planlegging av tokt

Før utlysning av Tokt 1 ble FFI, FMA og FOH/MDK bedt om å gi innspill til oppgaver som skulle utføres under toktet. Visuell inspeksjon av forre og aktre torpedorom med Mikro ROV var vurdert som interessant, dersom mulig, samt tekst til konkurransegrunnlaget om risikovurderinger mht. ammunisjon og eksplosiver.

Spørsmål til Tokt 1

Kystverket sendte 14 skriftlige og likelydende spørsmål til FFI, FMA og FOH/MDK som omhandlet risiko knyttet til eksplosiver ved gjennomføring av planlagte undersøkelser av vrakdelene og sedimenter.

Det var i all hovedsak samfallende svar fra alle etater på spørsmålene, med unntak av at FMA mente at vrakdelene ikke burde bevegges og at å bore hull inn i torpedorom for inspeksjon av torpedolasten ikke bør gjennomføres. FMA mener bevegelser kan medføre at gjenstander kommer i klem og utsette ammunisjon for trykk eller friksjon. Ukontrollerte bevegelser kan øke sannsynligheten for detonasjon.

Boring av hull frarådes pga. fare for å treffe eksplosiver på innsiden, samt at det ikke foreligger informasjon om torpedorom er vannfylt eller ikke. Dersom det er ikke er vannfylt, så mener FMA at det er en fordel at torpedoene fortsatt ligger tørt fordi tilførsel av vann og organisk materiale vil øke korrosjonshastigheten.

Spørsmål til Tokt 2

Før utlysningen av Tokt 2 ble det stilt tre likelydende spørsmål til FFI, FMA og FOH/MDK om risiko knyttet til eksplosiver ved gjennomføring av planlagte oppgaver for toktet. Hensikten var avdekke om det må settes begrensninger for eller om følgende oppgaver ikke kan gjennomføres:

- 1) grave/mudre for å sikre tilgang til kjølkasser og som vil kunne medføre at vraket beveger seg,
- 2) benytte kikhulls-teknologi for undersøkelser av kjølkasser, og
- 3) om en eventuell påvisning av antall og type torpedoer i vraket ifm. Tokt 1 vil ha noen praktisk betydning for Tokt 2

De tre etatene hadde sammenfallende svar på alle spørsmål. Begrensede bevegelser vil ha lav sannsynlighet for å utløse en detonasjon, og i kjølkassene er det ikke eksplosiver så arbeid på disse vil i seg selv ikke medføre noen risiko for detonasjon. Antall og type torpedoer vil ikke påvirke risiko, men kun forholdet at det er torpedoer om bord som påvirker risikovurderingen.

Spørsmål til endelig tiltak på U-864

Samtidig med oversendelse av spørsmål knyttet til Tokt 2, ble FFI, FMA og FOH/MDK bedt av Kystverket om å besvare åtte likelydende spørsmål relatert til de to alternativene for et slutttiltak som er omfattet av mandatet fra NFD:

- Alternativ 1: Tildekking av vrak og forurenset sjøbunn
- Alternativ 3: Heving av last før tildekking av vrak og forurenset sjøbunn

FMA og FOH/MDK har ikke besvart spørsmålene som Kystverket har stilt direkte, men kun indirekte i deres besvarelser.

Det er i mindre grad samsvar mellom vurderingene fra de ulike etatene når det gjelder risiko for detonasjon ved gjennomføring av tildekking. FOH/MDK og FFI mener at det er lav sannsynlighet for detonasjon av torpedoer ved bevegelser på vrakdelene ifm. tiltak på vraket og ved tildekking av vrak. Begge mener allikevel at det bør utredes videre om en brist i trykkluftbeholdere i torpedoene kan frigjøre nok energi til at torpedoene kan detonere. FMA mener derimot at det er «svært sannsynlig» at torpedoer vil detonere ved tildekking.

FMA har i dokumentet som oppsummerer sine vurderinger /D15/ også gjennomført en risikoanalyse av tiltaket «heving av vrak», selv om det i presiseringen til oppdraget fra FD til FMA (tilsvarende til FFI og FOH/MDK) står:

«Eventuelle andre tiltak på og rundt vrakdelene er en politisk beslutning som avhenger av en rekke forhold. Det kreves en særskilt bestilling fra NFD før en slik utredning eventuelt kan starte.»

FMA har i samme dokument også gjennomført risikoanalyse av Alternativ 1 og 3, og konkluderer med at «Alternativet heving av vrak med last medfører minst risiko for spredning av kvikksølv, også i et evighetsperspektiv».

Status på utredningene om ammunisjon og eksplosiver

På grunn av motstrid i vurderingene fra forsvarssektoren har Kystverket tildelt FFI et oppdrag om å gjennomføre beregninger og modellering av blant annet risiko for detonasjon av torpedoer under tildekking, brist i trykklufttank, fylling av vrak med masser, og sannsynlighet for sympatidetonasjon. Dette oppdraget pågår, og svar er ventet først vinter 2026. På grunn av dette arbeidet vil Kystverket trenge mer tid på vurderingene knyttet til endelig tiltak enn det som var forutsatt.

6 Rammebetingelser for konseptvalg

6.1 Resultater som påvirker rammebetingelser

Mandatet for utredningen som Kystverket gjennomfører på oppdrag fra NFD, bygger på anbefalinger fra ekspertutvalget i deres rapport fra 2022. Resultater fra de undersøkelser som inngår i oppdraget kan medføre endringer i rammebetingelsene, sammenlignet med tidligere utredninger som KVVU (2011) og forprosjektene (2014). I det følgende beskriver Kystverket ulike temaer som berøres av den pågående utredning, og gir en oppsummering av mulige endringer i rammebetingelser sammenlignet med tidligere utredninger.

6.1.1 Metoder og teknologi for bruk ved et sluttiltak

I sin rapport fra 2022 vurderte ekspertutvalget om det, i perioden etter at forprosjektene ble avsluttet (2015), hadde tilkommet ny informasjon eller ny teknologi som tilsier at heving av hele eller deler av lasten er miljømessig forsvarlig, før arbeidet med tildekking iverksettes.

Utvalget spesifiserte overordnede informasjonsbehov som de ønsket å dekke gjennom en markedsdialog, samt ved en eventuell fysisk kartlegging der ny teknologi skulle demonstreres.

Listen over behov for ny teknologi og informasjon, som ble fremsatt av ekspertutvalget og presentert i rapportens kapittel 4.4.1, dannet grunnlag for ekspertutvalgets markedsdialog. Gjennom markedsdialogen fremkom det at det finnes teknologi som muliggjør flere relevante nye undersøkelser. Det var også planlagt å gjennomføre et tokt der utvalgt teknologi skulle demonstreres for å fremskaffe viktig informasjon. På grunn av begrenset budsjett og tid ble det imidlertid kun gjennomført et begrenset tokt i 2021.

Ekspertutvalgets liste over behov for ny teknologi og informasjon samsvarer i stor grad med detaljene i oppdraget som Kystverket gjennomfører for NFD. Oppgavene er beskrevet innledningsvis i rapporten, først gjennom en markedsdialog og deretter gjennom to ulike tokt med forskjellige formål.

6.1.2 Mengder kvikksølv som det er sannsynlig å kunne heve

Det ligger utallige skipsvrak på havets bunn – ute i verdenshavene og langs norskekysten. Få av dem kan imidlertid regnes for å være så skadelig for miljøet som U-864 på grunn av kvikksølvlasten. Skadepotensialet til fritt kvikksølv i vraket og i nærliggende sedimenter er den utløsende, og eneste, årsaken til at Kystverket utreder tiltak for å kunne sikre miljøet rundt vraket etter U864.

Alternativer og krav til gevinstrealisering

Det er vurdert ulike konsepter for å håndtere kvikksølvforurensningen ved U-864. Etter kvalitetssikringen av konseptvalgutredningen (KVVU) i 2011, ba regjeringen gjennom Prop. 111 S (2011-2012) om at det skulle gjennomføres forprosjektering av følgende to alternativer:

- Alt. 1: Tildekking av vrak og forurenset havbunn
- Alt. 3: Heving av last og tildekking av vrak og forurenset havbunn

I KVVU og KS1 ble det anslått at 90-99 % av kvikksølvet skulle kunne hentes opp.

Det er ved tre tidligere tokt vært forsøkt å fjerne masser ved graving for å gi tilkomst til kjølkassene.

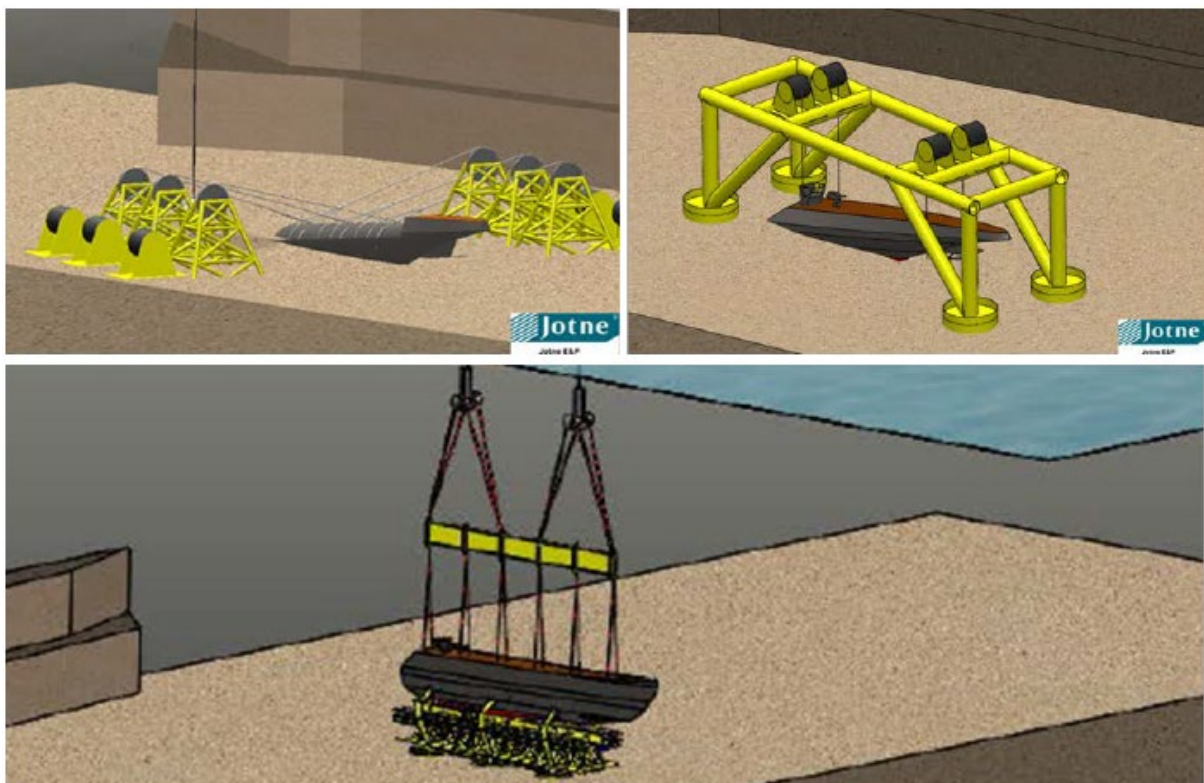
- 2005: Sugemudring ble forsøkt ved akterseksjon, men pga. sedimentenes fasthet måtte forsøket avbrytes
- 2006: Forsøk med graving på babord side av akterseksjonen, men forsøket ble stoppet fordi vraket ble ustabilt og begynte å legge seg over på siden
- 2014: Først forsøk med å flytte sedimenter på en kontrollert måte ved babord side på akterseksjonen. Pga. mye vrakgods og steiner, samt oppvirvling av sedimenter som ga dårlig sikt, ble gravehastigheten betydelig redusert. Tradisjonell sugemudring ble valgt i stedet og tilgang til to kjølkasser ble oppnådd, men begge kjølkassene var tomme.

I forprosjektet for Alternativ 3 ble følgende krav lagt til grunn for gevinstrealisering:

Krav 3.4: «Utformingen av tiltaket må sikre tilgang til alle kjølkasser og at innhold i disse kan fjernes (kvikksølvbeholdere og eventuelt flytende kvikksølv som har lekket ut i og i umiddelbar nærhet av kjølkassen). Dette skal sikre en realistisk mulighet for fjerning av 50 % av kvikksølvlasten gitt den eksisterende informasjon om vraket.»

Hensikten med dette kravet var å sikre at dersom det skulle anbefales å gjennomføre en operasjon for å sikre tilgang til kjølkassene og hente ut kvikksølvbeholdere og/eller flytende kvikksølv, samt finne og heve kvikksølvbeholdere eller ansamlinger med kvikksølv i sedimentene, så måtte tiltaket forventes å kunne heve minst 50 % av kvikksølvet i og rundt vraket. Dette var en forutsetning for at dette alternativet skulle kunne velges fremfor alternativ 1 med direkte tildekking. Dette betyr at over 30 tonn kvikksølv må hentes opp, tilsvarende ca. 930 beholdere.

I forprosjektet ble det utarbeidet tre prinsipielt ulike løsninger for å få tilgang til kjølkassene. Disse er vist i skissene nedenfor:



Figur 29 Alternativer for å gi tilgang til kjølkassene: 1. «Rulle» (oppe t.v.), 2. Løfte i rigg på sjøbunnen (oppe t.h.) og 3. Løfte til krybbe fra et overflatefartøy

Det ble utarbeidet en modell for en kvantitativ usikkerhetsanalyse som resulterte i en langt grundigere analyse av suksessrate for heving av kvikksølvbeholdere enn tilsvarende fra KVVU og KS1. Resultatene av denne analysen er presentert nedenfor.

Resultater av analysen

Kravet som ble lagt til grunn for Alternativ 3 var som nevnt at minst 50 % av beholderne skal forventes å kunne heves. Resultatene av den kvantitative analysen var som følger:

Tabell 8 Analyseresultater av antall kvikksølvbeholdere som kan forventes å bli hevet (Kystverket, 2014)

Teknisk løsning	Forventningsverdi	p15	p85
Rulle	419 (22 %)	47	789
Krybbe og Rigg	807 (43 %)	394	1162

Resultater fra den kvantitative analysen viser at det er en forventet andel på hhv 22 % og 43 % av totale kvikksølvbeholdere som kan heves for hhv. metodene «Rulle» og «Krybbe og Rigg», men usikkerheten er betydelig.

Ny vurdering av gevinstrealisering

Resultatene fra modelleringen som ble utført ifm. forprosjektet viser svært stor usikkerhet for hvor mange kvikksølvbeholdere som kan forventes å kunne heves. En stor bidragsyter til usikkerheten er det faktum at det ikke er kjent hvor kvikksølvbeholderne ble stuert, og hvor stor andel av disse som ble ødelagt da U-864 ble torpedert. Dersom et stort antall beholdere var plassert midtskips vil disse være spredt ut i sedimentene, enten i form av flytende kvikksølv i sedimentene som følge av at beholdere er korrodert og kvikksølvet er lekket ut i sedimentene, beholdere er ødelagt som følge av eksplosjonen, eller at kvikksølvet fortsatt er i intakte beholdere.

Oppdraget fra NFD omfatter å gjennomføre nye undersøkelser på U.864 som spesifikt omfatter kvikksølvlasten i form av å kartlegge;

- tilstanden på kjølkassen hvor kvikksølvbeholderne ligger
- tilstanden på kvikksølvbeholderne
- hvor mye flytende kvikksølv som kan befinne seg i vraket og i sedimentene i umiddelbar nærhet

Formålet med undersøkelsene er å innhente informasjon som kan redusere usikkerheten om mengde, plassering og tilstand på kvikksølvbeholderne i kjølkassene og i sedimentene for å gi en mer presis vurdering av mengden kvikksølv som kan forventes å kunne heves.

Hovedformålet med Tokt 2 er å få tilgang til flere kjølkasser for å inspisere innholdet i disse og å vurdere tilstanden til kjølen. Dersom kjølkassene inneholder kvikksølvbeholdere skal disse heves til overflaten, og eventuelt flytende kvikksølv i kjølkassene skal forsøkes å suges opp. Det er en viktig at Kystverket lykkes med å identifisere kvikksølvbeholdere i kjølkassene for å få informasjon om tilstand på disse og om hvordan beholdere er stuert.

Tidligere har det vært knyttet stor usikkerhet til tidsbruk for å skaffe tilgang til kjølkassene, hvordan vraket vil bevege seg ved fjerning av store mengder sedimenter og nødvendige sikringstiltak. Tokt 2 vil gi verdifull informasjon knyttet til nevnte forhold som vil være viktig input til en oppdatert analyse av mulig gevinst (prosentandel av lasten som kan heves) som kan realiseres. Dette igjen er sentral informasjon til en oppdatert usikkerhetsanalyse av kostnader for Alternativ 3.

6.1.3 Regelverk for transport, mellomlagring, eksport og deponering av kvikksølv

Transport, mellomlagring, eksport og deponering av kvikksølv er strengt regulert gjennom både nasjonale og internasjonale regelverk. I dette prosjektet gjelder regelverk knyttet til transport til sjøs, som reguleres av SOLAS og IMDG koden, og til landtransport som reguleres av ADR-regelverket. I tillegg må håndteringen av kvikksølvholdig avfall følge retningslinjer for emballering, merking og deklarerer, samt krav til mellomlagring, eksport og langtidsoppbevaring.

I Norge har enkelte virksomheter fått tillatelse fra Miljødirektoratet eller Statsforvalteren til å motta og midlertidig mellomlagre begrensede mengder kvikksølvholdig avfall. For å kunne motta slikt avfall, må anlegget ha en godkjent tillatelse etter forurensningsloven og være tilknyttet en aktør som kan håndtere langtidslagring. Per i dag finnes slike mottaksanlegg kun utenfor Norge. Kvikksølvholdig avfall som eksporteres fra Norge sendes ofte til sluttlagring i land som Tyskland. Flytende kvikksølv må stabiliseres før lagring. Før eksport kan gjennomføres, må miljømyndighetene i alle relevante land være informert og ha godkjent transporten.

Kystverket har vært i kontakt med bedrifter som har tillatelse til mellomlagring av kvikksølv i Norge for å kartlegge hvor store mengder de kan ta imot samtidig. Foreløpig har Kystverket fått bekreftet at to av avfallsmottakene har mulighet til å motta opp til 30 tonn kvikksølv ved én levering, forutsatt at de får tidlig beskjed slik at de kan forsikre seg om at det er plass nedstrøms i verdikjeden.

6.1.4 Realistisk budsjett for spredning av kvikksølv under operasjonen som muliggjør heving av last

I rammebetingelsene som ble fastsatt i forprosjektene, er det definert et krav til hvor mye kvikksølv som kan spres utenfor tiltaksområdet. Med *tiltaksområdet* menes her det området av sjøbunnen som planlegges tildekket av rene mineralske masser.

I krav 2.1 står det «*Maks 30 kg kvikksølv skal spres utenfor tiltaksområde under gjennomføring av miljøtiltak for kvikksølvforurensingen fra U-864.*»

Det er beregnet en årlig utlekking på ca. 3 kg kvikksølv fra de forurensede sedimentene /D10/ og budsjettet på maksimalt 30 kg under selve tiltaket tilsvarer en periode på 10 år.

For gjennomføring av Tokt 2 er det satt et øvre budsjett for spredning av kvikksølv på maksimalt 3 kg. Etter at toktet er gjennomført, vil realismen i krav 2.1 bli vurdert på nytt, basert på resultater fra miljøovervåkingen under toktet. Hvor stor mengde kvikksølv som bør tillates spredd utenfor tiltaksområdet må vurderes i sammenheng med behovet for eventuell utvidelse av tiltaksområdet og de tilhørende kostnadene.

6.1.5 Plassering og tilstand av eksplosiver

Tilstedeværelse av eksplosivene i torpedoene påvirker rammebetingelsen for tiltak på vraket etter U-864, mens annen ammunisjon og eventuelle flybomber ikke vil være dimensjonerende for dette. Rammebetingelser som påvirkes er blant annet sikkerhet for personell og utstyr under gjennomføring av tiltak, hvilke tiltak som kan utføres på vraket, design av tildekking, og hvor motstandsdyktig tiltaket vil være for å sikre at kvikksølv ikke spres i et evighetsperspektiv.

Det er sannsynligheten for at en eller flere torpedoer selvdetonerer, og effekten av dette, som avgjør hvordan rammebetingelsene som omhandler eksplosiver må utformes. Med bakgrunn i at det er uenighet innad i Forsvarssektoren om sannsynlighet for selvdetonasjon av torpedoer, så kan ikke disse rammebetingelsene fastlegges per nå. Men for å kunne gi NFD en anbefaling om endelig tiltak, må disse rammebetingelsene fastsettes.

6.1.6 Oppdaterte risikovurderinger

Som en del av utredningen vil det bli etablert et risikoregister for tiltaket ved vrakdelene etter U-864. Registret skal være tilstrekkelig detaljert til å danne grunnlag for tid- og kostnadsestimering i alternativanalysen.

Risikovurderinger ble tidligere gjennomført i forkant av Tokt 1, men dette omfattet kun operasjonell risiko knyttet til aktivitetene som ble utført på vrakposisjonen.

Som en del av konkurransegrunnlaget for Tokt 2 er det utarbeidet en mal der tilbydere skal identifisere risiko knyttet til den maritime operasjonen, fordelt på oppdragets ulike faser. De er også bedt om å vurdere hvorvidt hver enkelt risiko vil ha konsekvenser for tid, kostnader, HSE og/eller operasjonell sikkerhet, som er de samme målområdene som tidligere er benyttet i forprosjektene. I tillegg skal tilbyderne beskrive risikoreduserende tiltak. Identifiserte risikoer vil bli fulgt opp av valgt leverandør og av Kystverket under gjennomføringen av toktet.

Risikovurderinger og avbøtende tiltak som blir gjennomført under Tokt 2 vil tas inn som del av grunnlaget for en usikkerhetsanalyse av kostnader og gjennomføringstid for alternativet med heving av last.

6.2 Trinnvis gjennomføring av operasjonen

Ekspertutvalget anbefaler i sin rapport at en eventuell heving av kvikksølvlasten gjennomføres trinnvis. Etter hvert trinn skal det gjøres en ny vurdering av om forutsetningene for gevinstrealisering fortsatt er til stede, og om risikoen er akseptabel før neste trinn igangsettes. Ved hvert beslutningspunkt skal det være mulig å avslutte hevingsoperasjonen og i stedet starte arbeidet med tildekking av vrakdeler og forurenset sjøbunn.

Kystverket vil vurdere den foreslåtte gjennomføringsmodellen nærmere, og vil vurdere en dialog med markedet for å få innspill til hvordan modellen kan fungere i praksis. Modellen må ses i sammenheng med tidligfaseinvolvering av entreprenør, risikofordeling og valg av kontraktsform som støtter realistisk risikohåndtering og operasjonell forutsigbarhet. Gjennomføringsmodellen, sammen med vurderinger av hvor mye kvikksølv som kan være mulig å heve, vil være et utgangspunkt for kostnadsberegninger.

6.3 Oppdaterte rammebetingelser

Oppdaterte rammebetingelser vil først være mulig å beskrive etter at Tokt 2 er gjennomført og resultater er evaluert.

7 Mulighetsstudie

I KVU (2011) ble det opplyst om at regjeringen i Prop. 81 S (2009–2010) definerte at i alt fire alternativer skal utredes. Disse var nullalternativet, tildekking, heving av vrak og heving av kun kvikksølvlast. Mulighetsrommet for konseptvalgutredningen var derfor avgrenset gjennom føringer i form av politiske strategier i tillegg til gjeldende lover og forskrifter. Kystverket utviklet sammen med daværende Klima og forurensningsdirektorat (KLIF), nå Miljødirektoratet, og andre instanser et kravdokument sammen med akseptkriterier for gjennomføring av tiltaket. Se vedlegg E Miljøkrav og akseptkriterier for tiltak U-864 i KVU /D01/.

Alternativene som fremsatt av regjeringen ble vurdert av Kystverket som tilstrekkelige og at de utfyller mulighetsrommet «... gitt av kravet om at tiltaket skal kunne gjennomføres med tilgjengelig teknologi og de foreliggende usikkerhetene mht mengde kvikksølv, vrakets og beholdernes tilstand, geotekniske forhold og miljørisikoen med tilhørende registrerte forurensninger i nåsituasjonen.»

I KS1 påpekte ekstern kvalitetssikrer (EKS) at det var behov for å konkretisere de forelagte alternativene, og å utrede tilleggsalternativer. Kystverket gjennomførte tilleggsutredninger som skulle understøtte behov som EKS hadde til supplerende informasjon. I tillegg til å kvalitetssikre alternativer som utredet i KVU, utviklet EKS to nye alternativer som omfattet mudring av forurensede sedimenter i tillegg til hhv. heving av vrak og av last (4A og 4B). Alternativene som er utredet i de ulike fasene av prosjektet er vist i tabellen nedenfor.

KVU (2011)	KS1 (2012)	Forprosjekter (2014)	Ekspertutvalg (2022)	Videre arbeid (2025)
0. Nullalternativ	0. Nullalternativ			0. Nullalternativ
1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking	1. Tildekking
2. Heving av vrak	2. Heving av vrak		2. Heving av vrak	
3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last	3. Heving av last
	4A. Heving av vrak + mudring			
	4B. Heving av last + mudring			

Det ble ikke tatt et konseptvalg i overgangen mellom KS1 og oppstart av forprosjekt, men igangsatt en forprosjektfase i 2013 der antall gjenværende alternativer ble redusert til to og som skulle forprosjekteres som vist i tabellen ovenfor. Basert på resultatene fra de to forprosjektene, anbefalte Kystverket at alternativ 1 Tildekking skulle føres videre til en gjennomføringsfase. Det er imidlertid ikke foretatt et endelig konseptvalg.

Ekspertutvalgets hadde et mandat fra NFD som igjen åpnet opp for å se på et bredere mulighetsrom, og som også omfattet alternativ 2 Heving av vrak som vist i tabellen over. I rapporten fra utvalget /D06/ fremheves det at de ikke kom frem andre alternativer enn de som tidligere har vært lansert og utredet.

Utvalget opplyser om at det ved tidligere utredninger har omfattet et Nullalternativ som de andre alternativene har blitt sammenlignet med. Videre opplyser de om at siden

Nullalternativet tidligere er vurdert som en lite akseptabel løsning, er ikke dette alternativet omfattet av utvalgets arbeid. De skriver *«I utvalgets mandat er det lagt vekt på å få frem ny informasjon om handlingsalternativene, spesielt knyttet til heving, og tildekkingsalternativet har blitt brukt for å sammenligne effekten»*.

Kystverket har for denne utredningen valgt å inkludere et Nullalternativ som en referanse tilsvarende som i KVVU /D01/ og med støtte i statens prosjektmodell og rundskriv R-108/23. Det vises til foregående kapittel 1.3 for å møte kravene til en KS1.

8 Alternativanalyse

Kravene til en alternativanalyse i Statens prosjektmodell (R-108/23) er følgende;

Med bakgrunn i punktene over skal det utarbeides en alternativanalyse der nullalternativet og minst to andre konseptuelt ulike alternativer vurderes gjennom en samfunnsøkonomisk analyse. Alternativanalysen skal behandle de mest interessante og realistiske konseptuelle løsningene for det identifiserte samfunnsbehovet innenfor mulighetsrommet.

Konseptene skal detaljeres så langt det er nødvendig (men ikke lengre) for å ta stilling til i hvilken grad de oppnår fastsatte mål og rammebetingelser, og for å gjennomføre en samfunnsøkonomisk analyse med både prissatte og ikke prissatte virkninger. Behovet for detaljering kan variere mellom sektorer og avhenge av om en vurderer et prosjekt eller et program med flere tiltak. Den samfunnsøkonomiske analysen skal gjennomføres i tråd med de krav som er satt i Finansdepartementets rundskriv R-109 Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.

Resultatet av alternativanalysen skal gi en rangering av alternativene. Anbefalingen bør inneholde en vurdering av om man bør gå videre med ett eller flere alternativer, om det er grunnlag for trinnvis gjennomføring eller inndeling i delprosjekter, og om avhengighet mot andre prosjekter eller realopsjoner knyttet til teknologisk utvikling og mer informasjon tilsier utsettelse.

I tillegg til kostnadsinformasjonen i den samfunnsøkonomiske analysen er det behov for anslag for samlet investeringskostnad som kan benyttes til kostnadsstyring og gi informasjon om anslått budsjettmessig belastning. For alle alternativer skal det derfor utarbeides anslag for samlet ikke-neddiskontert investeringskostnad inkludert merverdiavgift. Usikkerheten om anslaget skal synliggjøres ved å oppgi anslag både for P50 og P85.

Det presiseres at oppdraget ikke er en konseptvalgutredning (KVU) men et tilpasset oppdrag som beskrevet i kapittel 1.3.

Kystverket vil med bakgrunn i informasjon fra tidligere utredninger, supplerende informasjon fra undersøkelser i pågående oppdrag og annen relevant informasjon gjennomføre nye analyser.

Kapitlet om alternativanalysen vil bli tilpasset Kystverkets pågående oppdrag og utarbeides i en endelig versjon av rapporten.

9 Føringer for forprosjektfasen

Kravene til en alternativanalyse i Statens prosjektmodell (R-108/23) er følgende;

I løpet av KVV-arbeidet avdekkes det forhold som er vesentlige for en vellykket gjennomføring av prosjektet. Dette kan være forutsetninger for å oppnå nytteeffekter, informasjon om usikkerhet og risiko, eksterne aktørers interesser, krav til kompetanse eller andre ting. I KVV-arbeidet skal det utarbeides en gjennomføringsstrategi for den etterfølgende forprosjektfasen slik at sentral informasjon overleveres fra konseptfasen til forprosjektfasen, og beslutningstaker kan legge nødvendige føringer for det videre arbeidet med prosjektet.

Gjennomføringsstrategien skal så langt som mulig omfatte følgende:

Premisser for styringen av forprosjektfasen:

- en oversikt over grensesnitt mot andre prosjekter og evt. programperspektiv som må ivaretas gjennom forprosjektet*
- krav til prosjektspesifikt innhold i sentralt styringsdokument*
- krav til den kommende prosjektorganisasjonens kompetanse og kapasitet*
- prosjektspesifikke suksessfaktorer og fallgruver, samt en vurdering av hvordan disse skal håndteres videre*
- forslag til risikoreduserende tiltak og realisering av oppsidepotensialet med utgangspunkt i usikkerhetsanalysen*
- spesifisering av prosjekteksterne forhold som har betydning for fagdepartementet som prosjekteier*

Kontraktsstrategi:

- en vurdering av kontraktsstrategi med hovedvekt på om prosjektet egner seg for bruk av kontrakter med tidlig involvering av leverandør. Dersom tidliginvolvering anbefales, skal kontraktsstrategien utvikles for å muliggjøre dette. Forslag om tidliginvolvering kan også fremmes på et senere tidspunkt. Nærmere føringer er gitt i punkt 8.3, men omfang og grundighet må ta hensyn til tiltakets modenhet.*

Plan for arbeid med å optimalisere samfunnsøkonomisk lønnsomhet:

- viktige elementer til et videre arbeid med en gevinstrealiseringsplan som omfatter tiltak for å realisere nyttesiden i prosjektet*
- anbefaling om styringsmessig fleksibilitet, herunder potensielle forenklinger og reduksjoner det kan jobbes videre med for å redusere kostnadsnivået*

Det presiseres at oppdraget ikke er en konseptvalgutredning (KVU) men et tilpasset oppdrag som beskrevet i kapittel 1.3.

Kystverket vil med bakgrunn i informasjon fra tidligere utredninger, supplerende informasjon fra undersøkelser i pågående oppdrag og annen relevant informasjon gjennomføre nye analyser.

Kapitlet om føringer for forprosjektfasen vil bli tilpasset Kystverkets pågående oppdrag og utarbeides i en endelig versjon av rapporten.

Vedlegg og referanser

Vedlegg:

- V01: Documentation of the RFI process and results, Kystverket, april 2025
- V02: Mobilization and calibration report, U-864 Investigation 2025, Reach Subsea, June 2025
- V03: Survey report, Kystverket U-864 Wreck investigation 2025, Campaign 1, Reach Subsea, August 2025
- V04: Results Report, Mercury canisters detection around the wreck of the German Submarine U-864 with the ELWAVE Octopulse sensor, Elwave / Reach Subsea AS, July 2025
- V05: Supplier conference on Second offshore campaign – U-864, Kystverket, September 2025
- V06: Spørsmål om eksplosiver til forsvarssektoren
- V07: Spørsmål og svar om eksplosiver fra FMA
- V08: Spørsmål og svar om eksplosiver fra FFI
- V09: Spørsmål og svar om eksplosiver fra FOH/MDK

Referanser:

- D01: Konseptvalgutredning (KVU) for håndtering av U-864, Kystverket, januar 2011
- D02: Kvalitetssikring fase 1 (KS1 – Konseptvalg) av Håndtering av U-864, Metier, januar 2012
- D03: Sentralt Styringsdokument for Miljøtiltak ved vraket av U-864, Alternativ 1 Tildekking av vrak og forurenset havbunn, Kystverket, mai 2014
- D04: Sentralt Styringsdokument for Miljøtiltak ved vraket av U-864, Alternativ 3 Heving av last og tildekking av vrak og forurenset havbunn, Kystverket, mai 2014
- D05: Miljøtiltak ved vraket av U-864, Konklusjon og faglig anbefaling fra forprosjektering av Alt.1 Tildekking av vrak og forurenset havbunn og Alt.3 Heving av last og Tildekking av vrak og forurenset havbunn, Kystverket, mai 2014
- D06: Løsninger for U-864 – Ubåtvraket utenfor Fedje i Vestland, Rapport fra ekspertutvalg nedsatt av Nærings- og fiskeridepartementet, 2022
- D07: R-108/23 Statens prosjektmodell – Krav til utredning, planlegging og kvalitetssikring av store investeringsprosjekter i staten, Finansdepartementet, mars 2023
- D08: Uboottyp IXD2 – Generalplan, Tyskland, Årstall ikke angitt
- D09: NIVA Rapport LNR. 5092-2005, Miljøovervåkning, strømundersøkelser, sedimentkartlegging og miljørisiko-vurdering knyttet til Fase 1 kartlegging og fjerning av kvikksølvforurensing ved U864
- D10: Salvage of U-864 – Supplementary study No.11 Assessment of future spreading of mercury for the capping alternative. Report No.23916-11, Revision No.1, DNV, 2008
- D11: EC, 2001. Commission Regulation (EC) No 466/2001 of March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, European Commission, 2001
- D12: Salvage of U-864 - Supplementary Study #2, Explosives, DNV, 2008

- D13: Vurdering av risiko i forbindelse med ammunisjon i U-864, Forsvarsmateriell, 2019
- D14: Ammunition carried aboard U 864 during its final patrol in February 1945,
Axel Niestle, 2024
- D15: Kvikksølv i sjømat ved U-864, Havforskningsinstituttet, juni 2024



<https://www.kystverket.no>

post@kystverket.no

Sentralbord: 07847

Postadresse: Kystverket, p.b. 1502, 6025 Ålesund