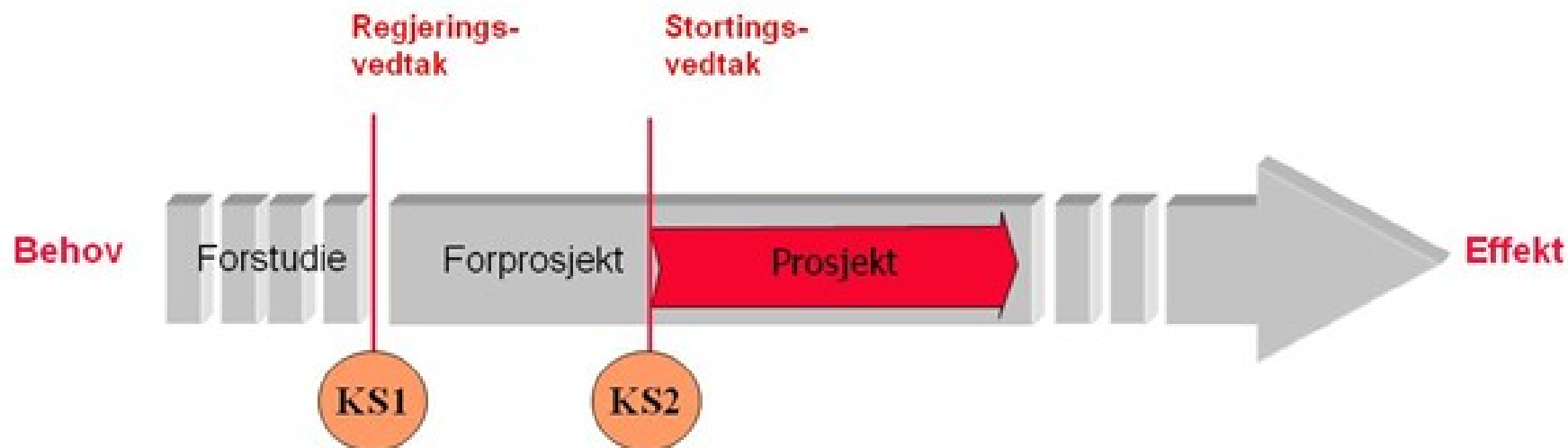


KS1 U-864

v/ Paul Torgersen, Trond Furuberg og Erik Malm

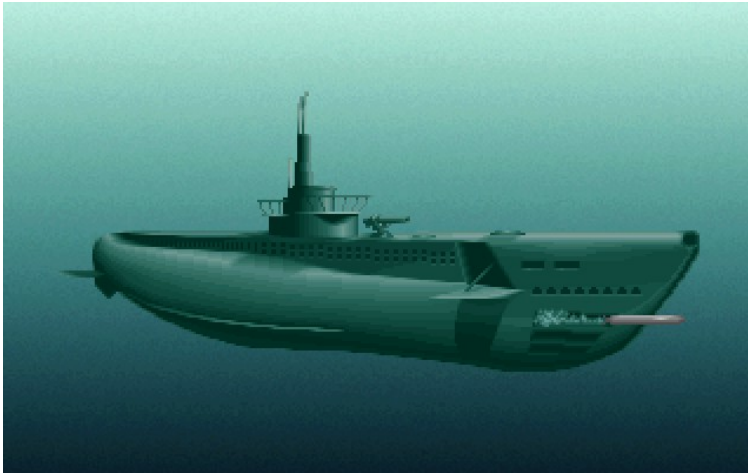
BETTER PROJECTS – THE KNOWLEDGE TO GET YOU THERE

- KS1 - Kvalitetssikring av konseptvalg før vedtak i regjeringen om å starte forprosjekt
- KS2 - Kvalitetssikring av styringsunderlag samt kostnadsoverslag før fremleggelse for endelig investeringsbeslutning i Stortinget

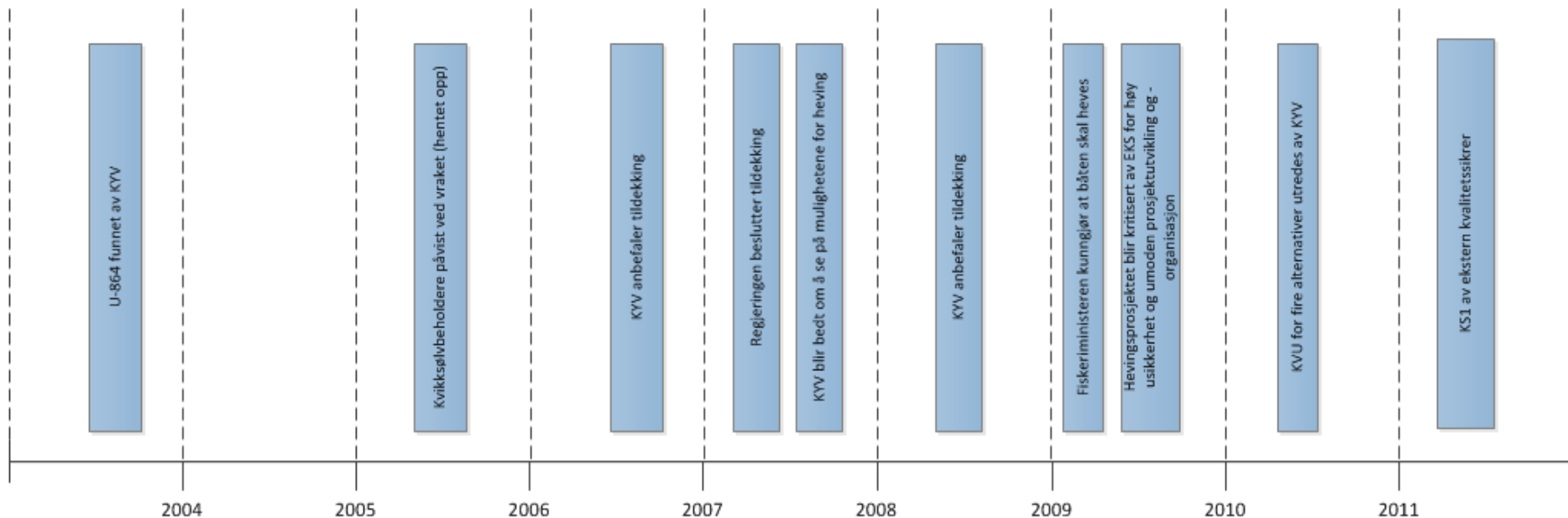


Offentlige aktører	Konsulentbistand	Maritime ressurser / Leverandører	Privatpersoner	Øvrige Interessenter
Kystverket	Det Norske Veritas	Geoconsult AS	Wolfgang Lauenstein	Aksjonsgruppa for heving av U864
NIFES	Holte Consulting AS	NCC	Kjell K Kjellstrup	Fedje Kommune
Havforsknings instituttet	NGI	Scanmudring AS	Jurgen Osten	Norges Miljøvernforbund
Sjøforsvaret	Vista Analyse AS	AGR AS	John Watson	Aksjonsgruppa for heving av U864
FFI	Ingenium AS	Franzefoss AS	Anders Goksøyr	Hordaland Fylkeskommune
KLIF/SFT	NUI AS	NOAH AS	Einar Sletten	Bellona
Mattilsynet	London Offshore Consultants Ltd	Mammoet Salvage BV		Stiftelsen Neptun
Folkehelseinstituttet	Geopartner AS	Smit Salvage BV		Greenpeace
Krigsgravtjenesten	NIVA	Sonsub AS		Naturvernforbundet
Statens Strålevern	Smit Salvage BV	Van Oord		UiB - Privatperson
Fiskeridirektoratet		Jan de Nul		

- Utredningen fra Kystverket (KVU) har krevd et stort faglig mangfold. EKS mener at arbeidet er gjort med grundighet og stor faglig tyngde.
- Høy grad av involvering og bruk av ulike offentlige etater og eksterne uavhengige spesialister har sikret objektivitet og nøytralitet. Det har i tillegg vært en fornuftig bruk av informasjon fra aktører med potensielle kommersielle interesser.
- EKS oppfatter at det har vært en åpen prosess mot samfunnet over flere år. Spørsmål og innspill fra aktører og interessenter har bidratt til kontinuerlig forbedring av underlaget.
- EKS ønsker å berømme prosjektledelsens kunnskap om problemstillingen, samt deres ydmykhet og tålmodighet i tilnærmingen til nye spørsmål.



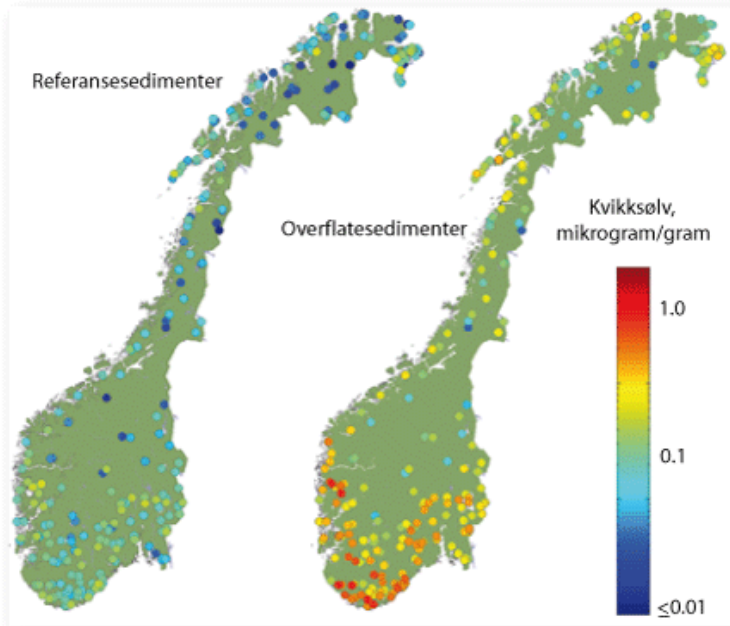
- U-864 ble senket 9. februar 1945 av den britiske ubåten HMS Venturer
- Mannskapet på 73 omkom. Mannskapet bestod i hovedsak av tyske soldater, men det skal også ha vært to japanske soldater om bord



- Anvendelse: Industri, gruvedrift, termometer, osv.
- Fases gradvis ut grunnet miljøfare. Det Europeiske regelverket er tydelig.
- Omtrent samme egenvekt som Bly (ballast)
- Viktige former for kvikksølv
 - Metallisk – Som finnes ved vraket
 - Metylkvikksølv – Svært giftig
 - Dampform – i friluft giftig ved innånding
- Kvikksølvforgiftning:
 - Problemer med sentralnervesystemet
 - Misdannelser i foster
 - Diaré, hodepine, søvnproblemer, muskelsvekkelse, ..
- Håndtering – prinsipielt to løsninger
 - Gjenvinning (Ikke aktuelt pga. regelverket)
 - Deponering

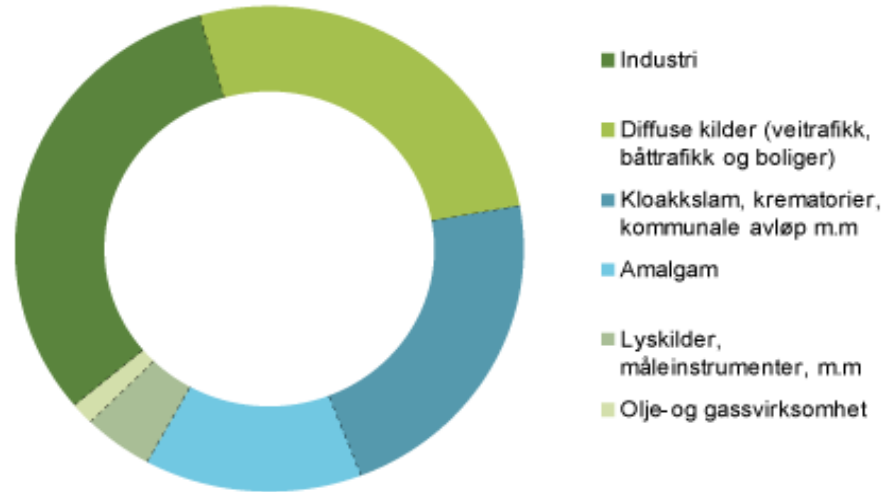


Kvikksølv i referanse- og overflatesedimenter, 2004-2006

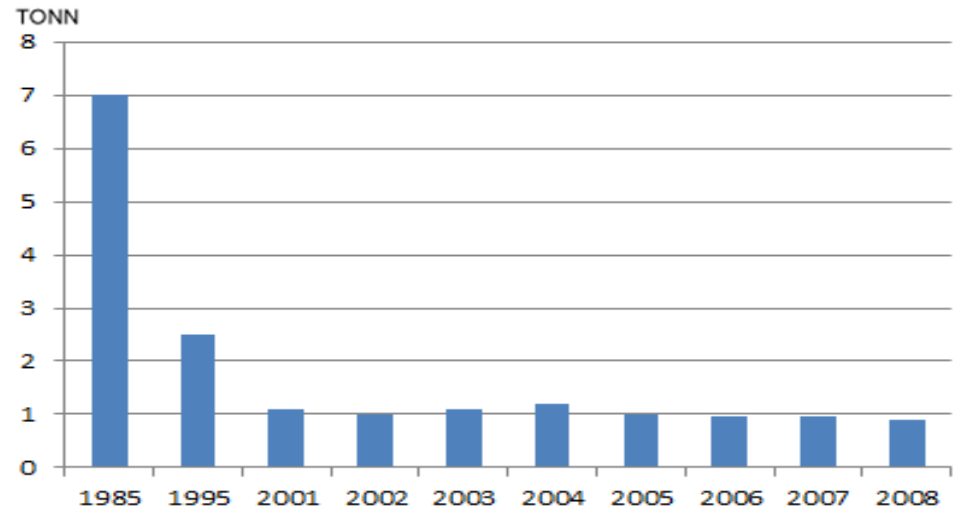


Kilde: Norsk institutt for vannforskning, 2008
www.miljostatus.no

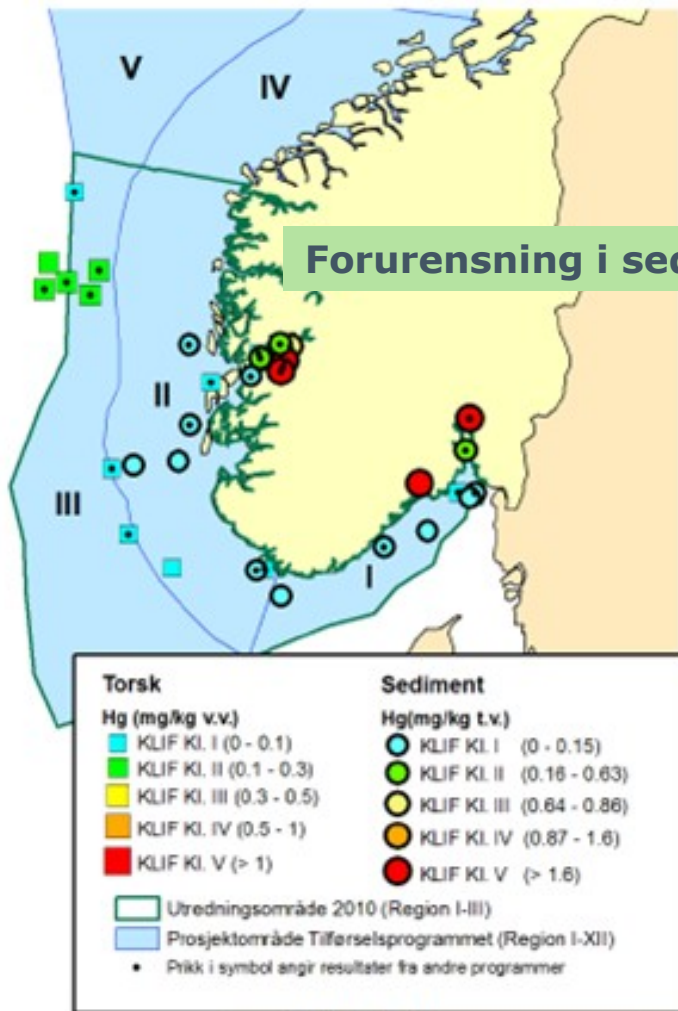
→ Utslipp av kvikksølv i 2008
 totalt 0,9 tonn



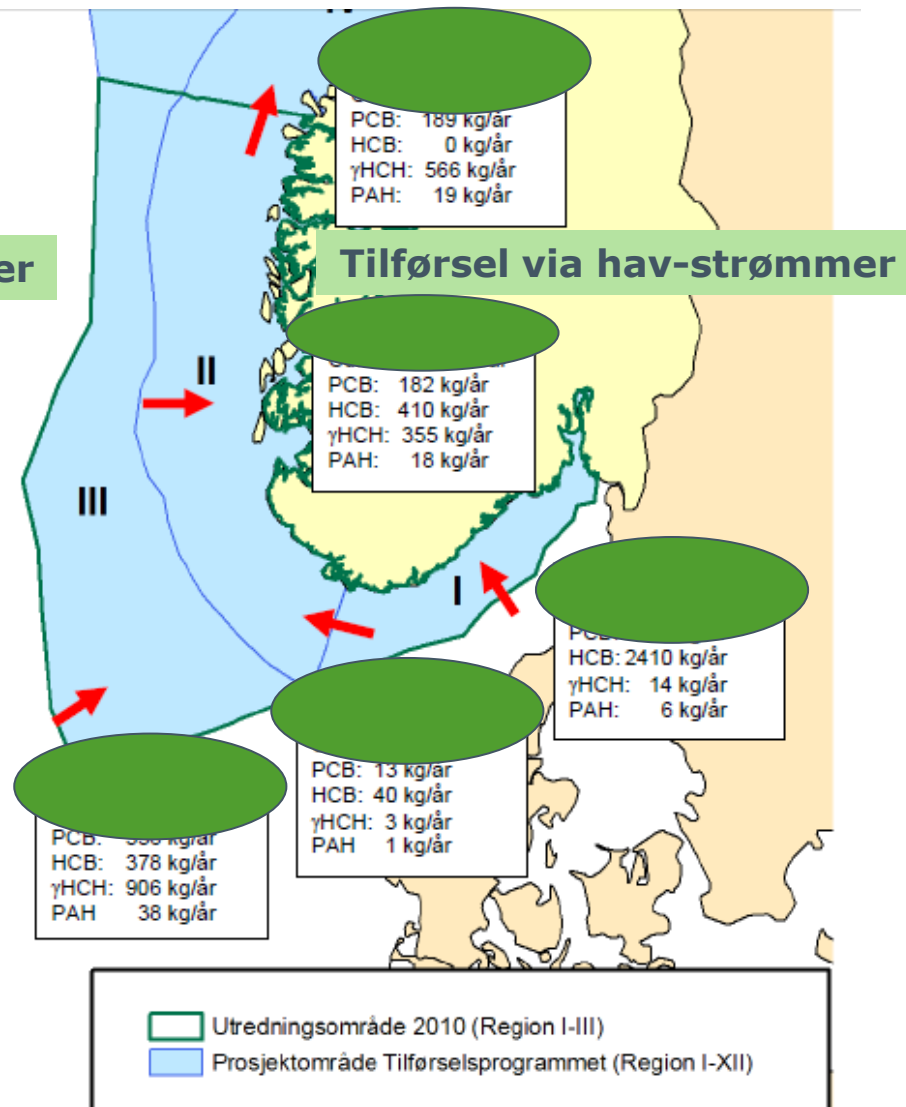
→ Utslipp av kvikksølv fra 1985 til 2008

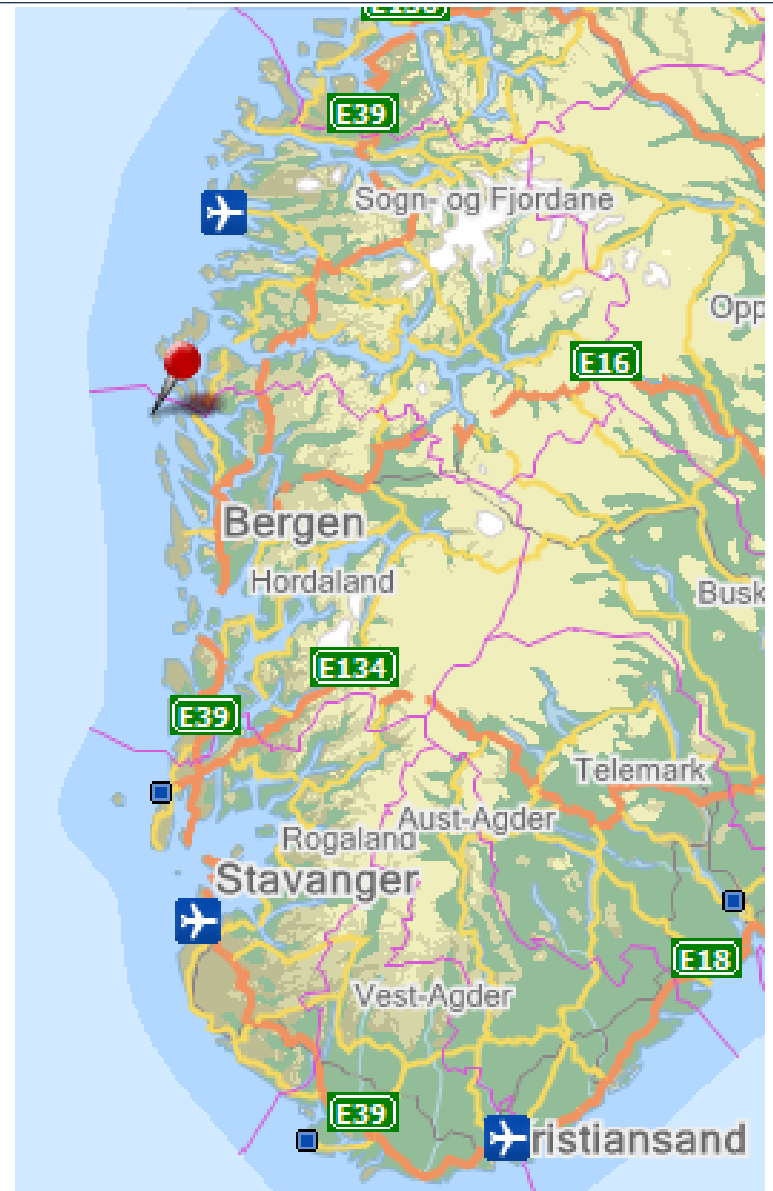


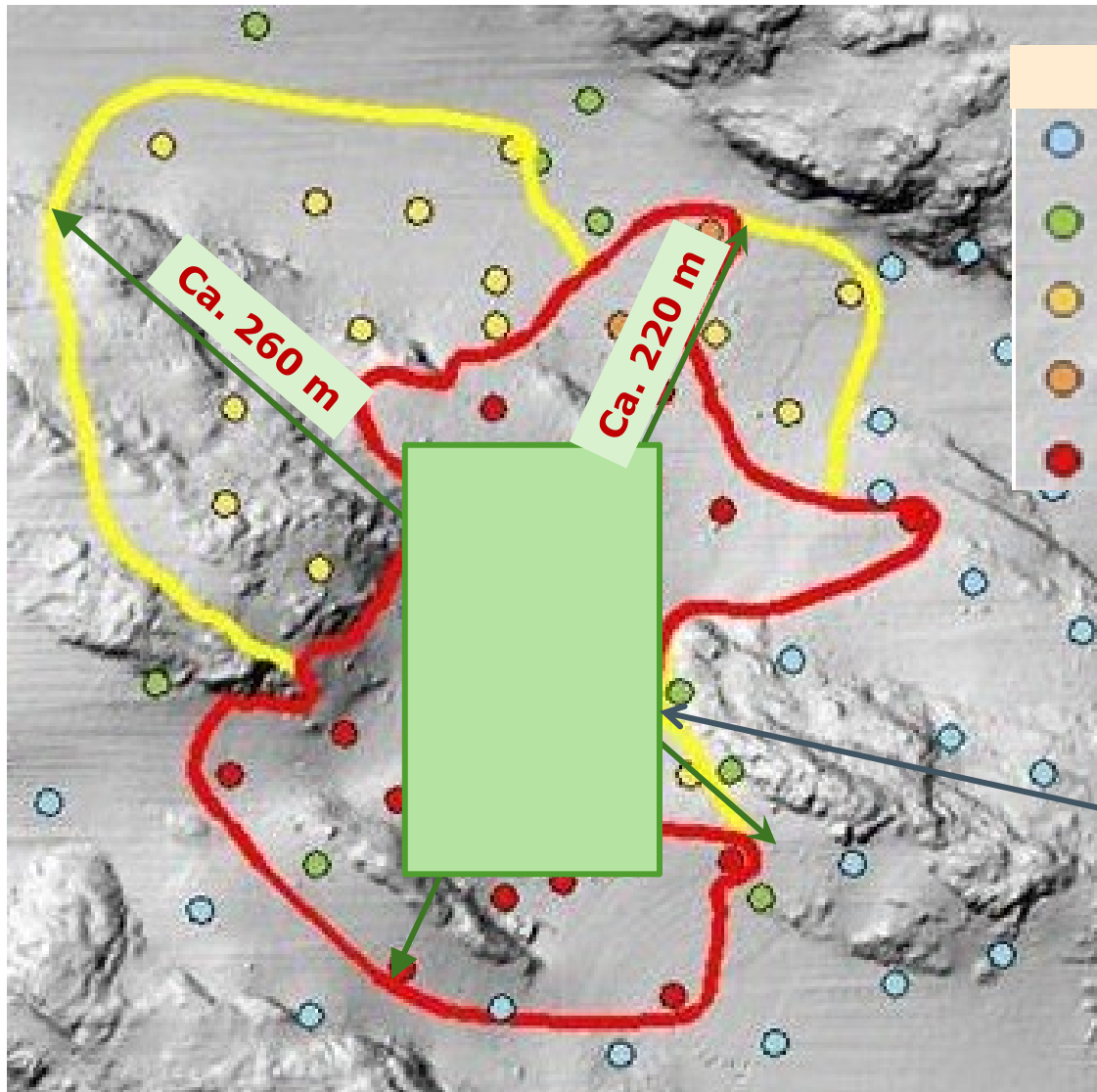
KILDE: Klima- og forurensningsdirektoratet, 2011 / www.miljostatus.no



Kvikksølv







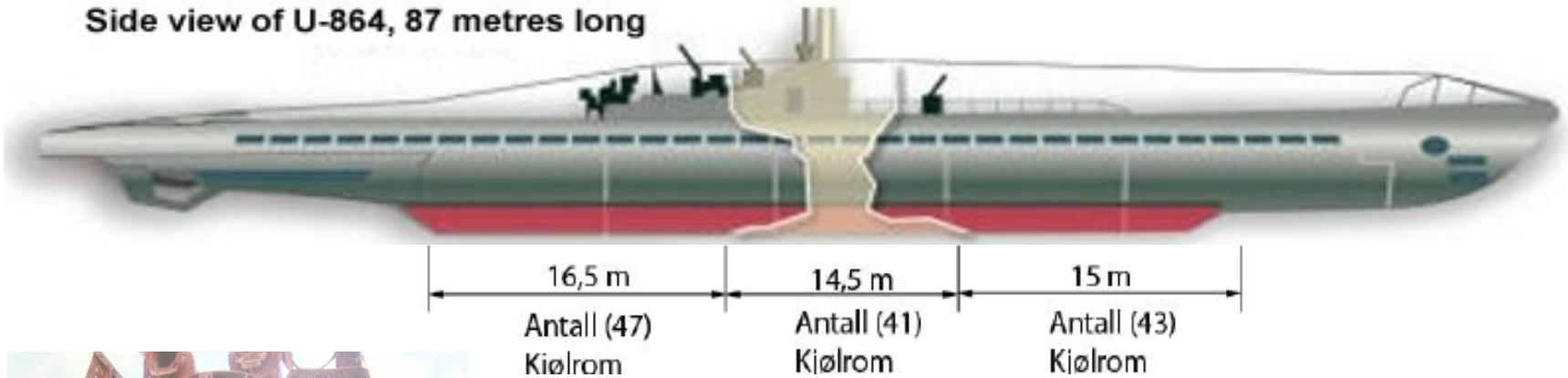
Tegnforklaring

- Lite til ubetydelig forurenset
- Moderat forurenset
- Markert forurenset
- Sterkt forurenset
- Meget sterkt forurenset

Ca. Fotballbane

Forurenset område
Basert på målinger:
Ca. 30.000 m²

Side view of U-864, 87 metres long

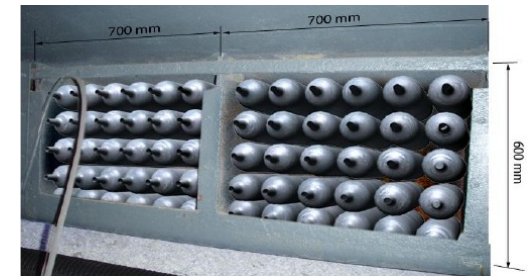


6. CUT SECTION IN TRANSPORT – N.B. KEEL CONSTRUCTION

Plassering av kjølen



Kjølen med dekkplater demontert



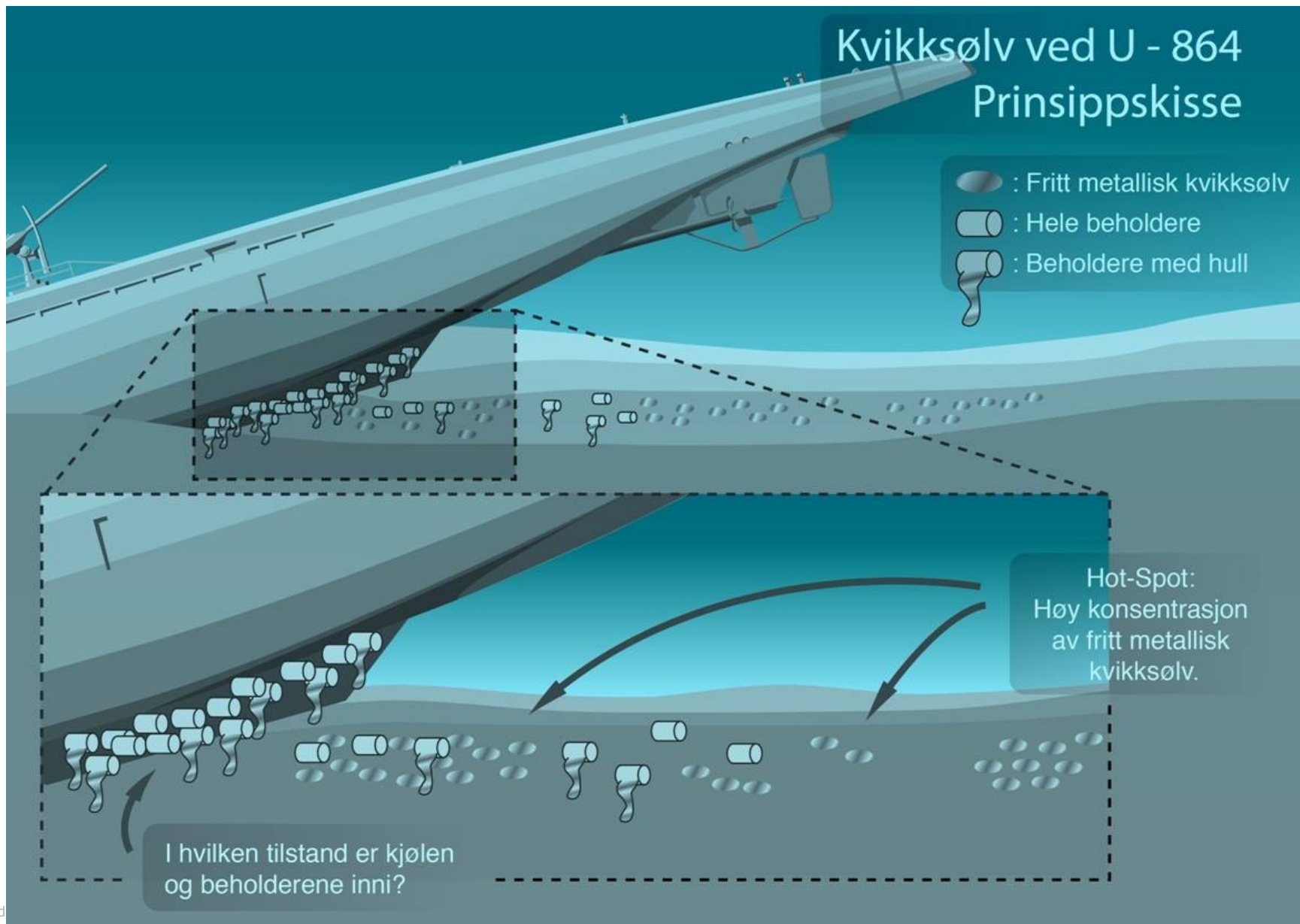
Antatt lagring av beholdere

Informasjon

- Antatt mengde kvikksølv i U-864 når den sank baserer seg på ULTRA-arkivene som angir at U-864 hadde bestilt 67 tonn
- Dette tilsvarer 1857 beholdere med kvikksølv
- 1857 beholdere tilsvarer ca 46 kjølrøm (35% av totalt antall)
- Ubåten hadde 131 kjølrøm, beregnet at minst 41 av disse er antatt ødelagt
- Basert på ulike scenarier for plassering av kvikksølvbeholderne antas det at det finnes mellom 300 og 1400 hele beholdere i vraket



Kvikksølvbeholder

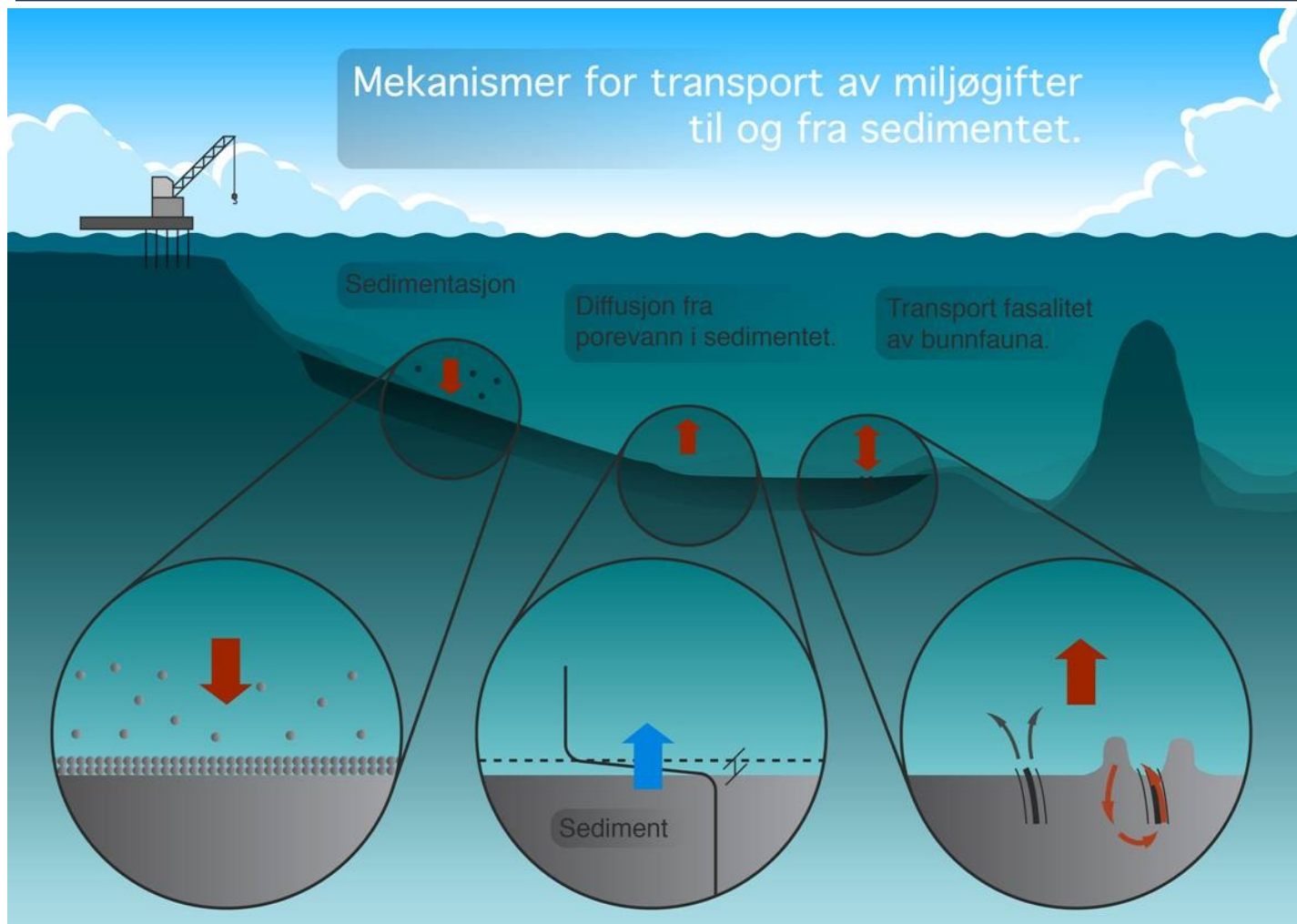


Mekanismer for transport av miljøgifter til og fra sedimentet.

Sedimentasjon

Diffusjon fra porevann i sedimentet.

Transport fasalitet av bunnfauna.



Tre viktige mekanismer:

1. Sedimentasjon
2. Porevann
3. Bunnfauna

Basert på målinger av sedimenter i havbunnen er det beregnet at forurensningen i sedimentene rundt U-864 tilfører 4kg Kvikksølv pr år til havet i området.

- NIFES gjennomfører overvåking av fisk og skalldyr i vrakposisjonen på vegne av Kystverket. Det er siden oppstart av sjømatovervåkingen ikke funnet snittmålinger som overstiger EU sin fastsatte grenseverdi for kvikksølvkonsentrasjon for omsetting av fisk.
- Mattilsynet har som et føre var-prinsipp utstedt kostholdsbegrensninger på inntak av fisk/skalldyr fanget i vrakposisjonen for gravide og ammende, men det er vanskelig å fastslå hvorvidt kvikksølvkonsentrasjonen i fisk fanget i vraket er forhøyet i forhold til bakgrunnsnivået for Hordaland og Vestlandet generelt.
- Målinger av brosme er ikke høyere enn i brosme fanget andre steder langs kysten, men forhøyet sammenlignet med brosme fanget i åpent hav.
- Målinger av brunmat i krabbe er forhøyet sammenlignet med bakgrunnsnivå.
- Kvikksølvinnholdet i krabbe og brosme har ikke endret seg siden prøvetakingen startet opp i 2005.

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

- **Miljørisiko på lang sikt:** Konsentrasjonene av de farligste kjemikaliene i miljøet skal bringes ned mot bakgrunnsnivået.
- **Miljørisiko på kort sikt:** Minst mulig kvikksølv skal spres utenfor tiltaksområde under gjennomføring av miljøtiltak for kvikksølvforurensingen fra U-864.
- **Etterbehandling av kvikksølv:** Håndtering av kvikksølv er regulert av europeisk regelverk og all eksport av kvikksølv skal godkjennes av KLIF. Eksport av kvikksølv til gjenvinning godkjennes ikke.
- **Eksport av kvikksølvholdig avfall:**
 - Eksport krever tillatelse av KLIF samt importtillatelse av mottakende land.
 - Man kan tillate eksport av kvikksølvholdig avfall til utlandet dersom det stilles tilstrekkelige garantier for at kvikksølvet blir tatt ut av omløp.
 - Det er forbud mot produksjon, import, eksport, omsetning og bruk av kvikksølv med få unntak.
 - Det er forbud mot eksport av kvikksølv til gjenvinning.

- EKS mener at behov, mål og krav er dokumentert tilfredsstillende.
- Målene angir et høyt ambisjonsnivå, men de er i overensstemmelse med politiske føringer for håndtering av helse- og miljøfarlige stoffer av denne typen.
- Målene er i overensstemmelse med ønskene til interessentene og interessentgruppene, og dekker både det kortsiktige og langsiktige miljøperspektivet.
- Videre er de utledede kravene relevante og sammenfatter de betingelsene som skal oppfylles ved gjennomføringen av tiltaket på en tilfredsstillende måte.

I utgangspunktet forelagt tre tiltaksalternativer:

1. Tildekking
2. Heving av vraket og tildekking av forurensede sedimenter
3. Heving av kvikksølvbeholdere med tildekking av vrak og forurensede sedimenter

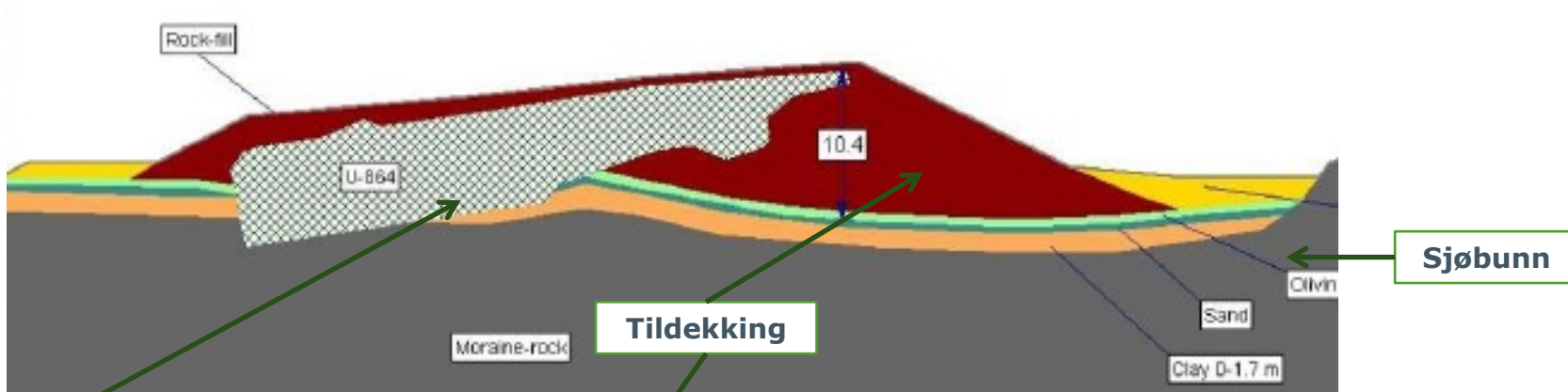
EKS har bedt om følgende tilleggsutredninger:

- Alternativer med fjerning av kvikksølv fra tiltaksområdet
- Usikkerhetsanalyse og kvantifisering av hvor stor andel av kvikksølv man ville få opp i hvert alternativ
- Konkretisering av transport, etterbehandling og deponering av de ulike massene man vil få opp
- Utdypende analyse av de langsiktige miljøeffektene ved tildekking

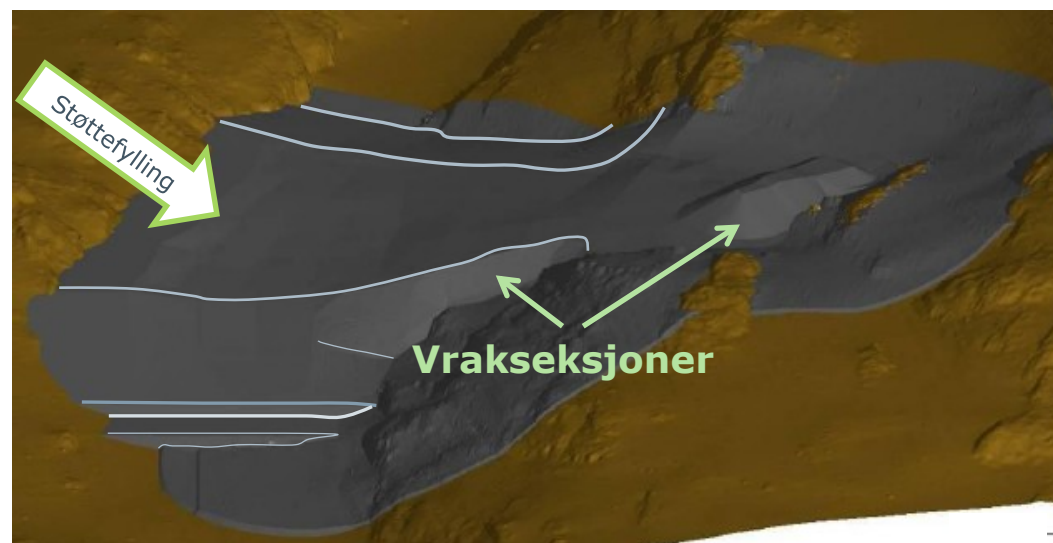
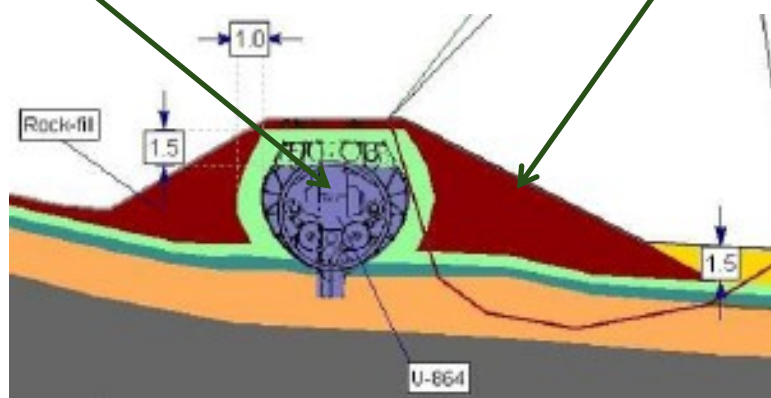
Alternativene til analyse

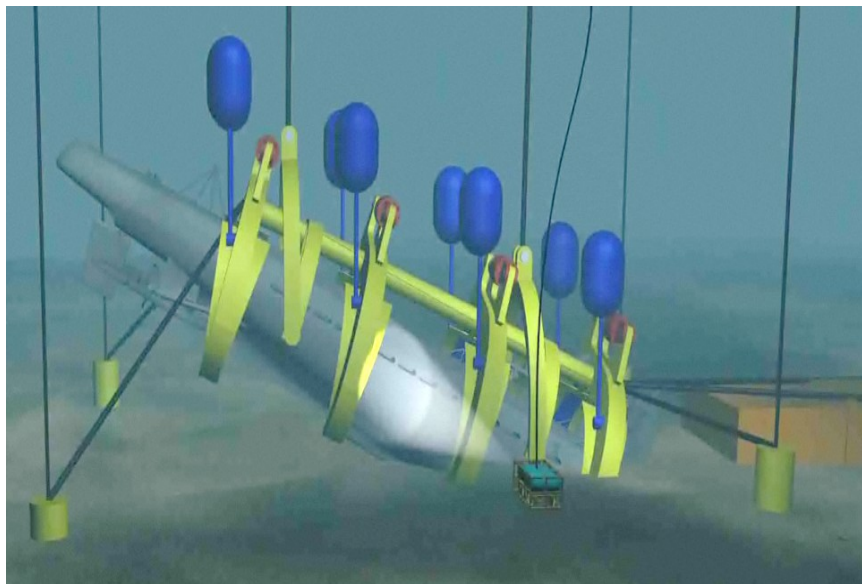
- 0-alternativet
- Alternativ 1: Tildekking
- Alternativ 2: Heving av vrak, tildekking og landdeponi
- Alternativ 3: Heving av last, tildekking og landdeponi
- Alternativ 4a: Heving av vrak, storskala-mudring, landdeponi
- Alternativ 4b: Heving av last, storskala-mudring, landdeponi

Alle alternativene omfatter en videreføring av det overvåkningsprogrammet som pågår i dag.

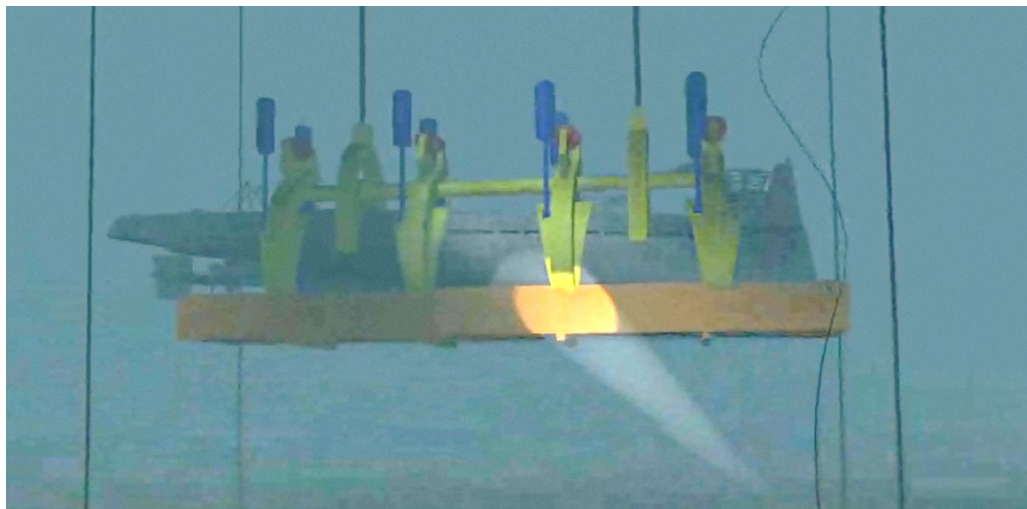


Vrakdeler



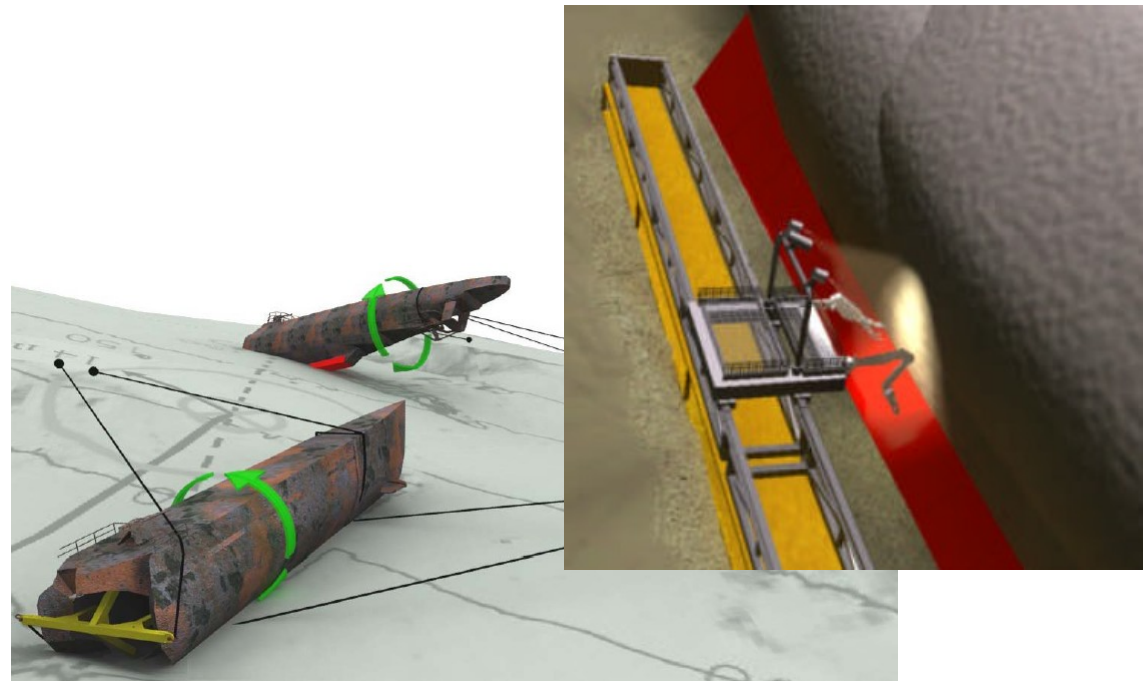
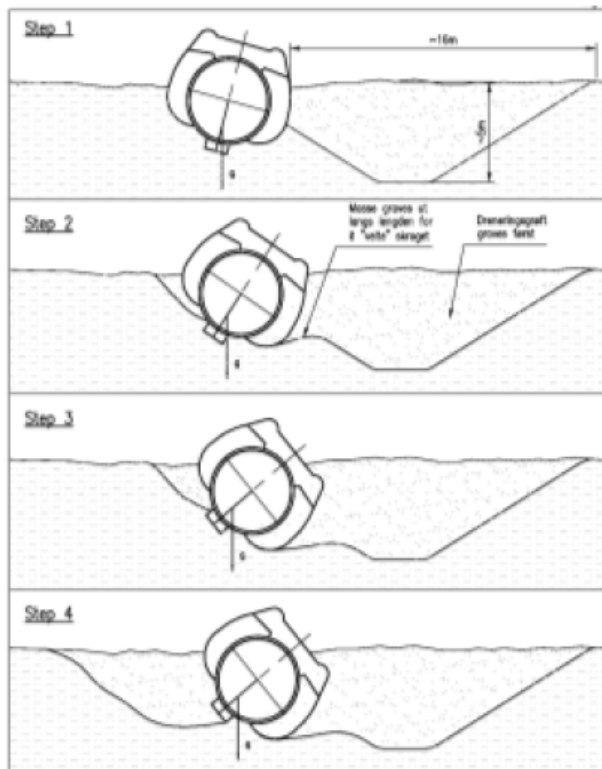


Kystverket har anslått forventet andel kvikksølv som vil hentes opp til 60-95 %.



NB! Dette er skisser, løsning er ikke valgt.

Kystverket har anslått forventet andel kvikksølv som vil hentes opp til 70-95 %.



NB! Dette er skisser, løsning er ikke valgt.

Alternativ 4a: Heving av vrak, storskala-mudring, landdeponi

Alternativ 4b: Heving av last, storskala-mudring, landdeponi

Alternativ 4A

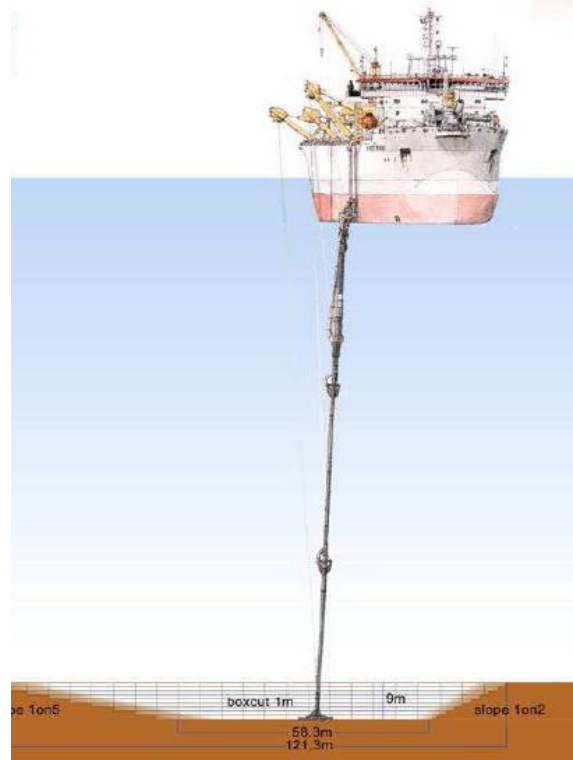
- Tilsvarende som alternativ 2
- Men med storskala-mudring av hele tiltaksområdet
- Ingen tildekking



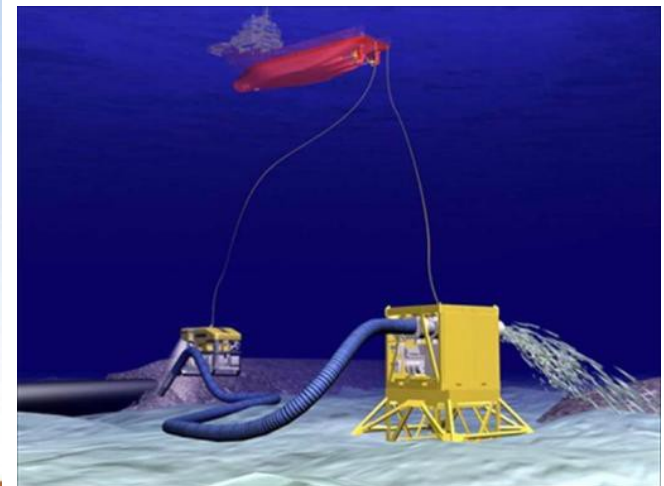
NB! Dette er skisser, løsning er ikke valgt.

Alternativ 4B

- Tilsvarende som alternativ 3
- Men med storskala-mudring av hele tiltaksområdet
- Ingen tildekking



Kystverket har anslått forventet andel kvikksølv som vil hentes opp til 90-99 %.



Alternativ 2

- Tilkomst mudring – Minimum 2 500 m³
- Vraket med innhold:
 - 300 – 1400 kvikksølvbeholdere (11-50 tonn)
 - Ammunisjon
 - Levninger
 - Tungmetaller i ledninger etc.

Alternativ 3

- Tilkomst mudring - Minimum 2 500 m³
- Kvikksølvbeholdere- 300 -1400 (11-50 tonn)

Alternativ 4A

- Storskala mudring - 270 000 m³
- Vraket med innhold:
 - 300 -1400 kvikksølvbeholdere (11-50 tonn)
 - Ammunisjon
 - Levninger
 - Tungmetaller i ledninger etc

Alternativ 4B

- Storskala mudring - 270 000 m³
- Kvikksølvbeholdere- 300 -1400 (11-50 tonn)



Olympisk svømmebasseng – 2 500 m³

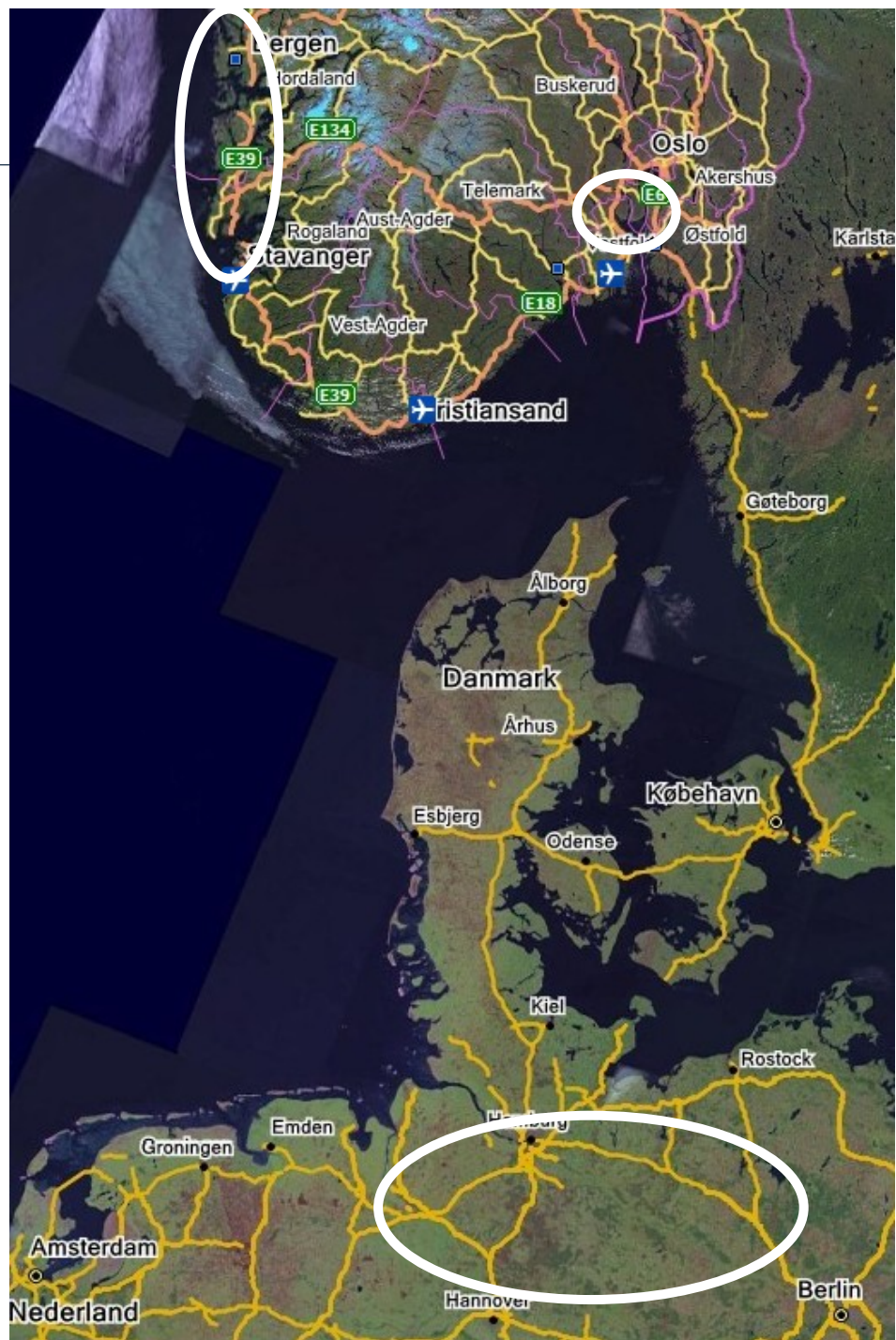


Postgirobygget - ca 200 000 m³

Transport og etterhåndtering av masser alternativ 2, 3, 4A og 4B

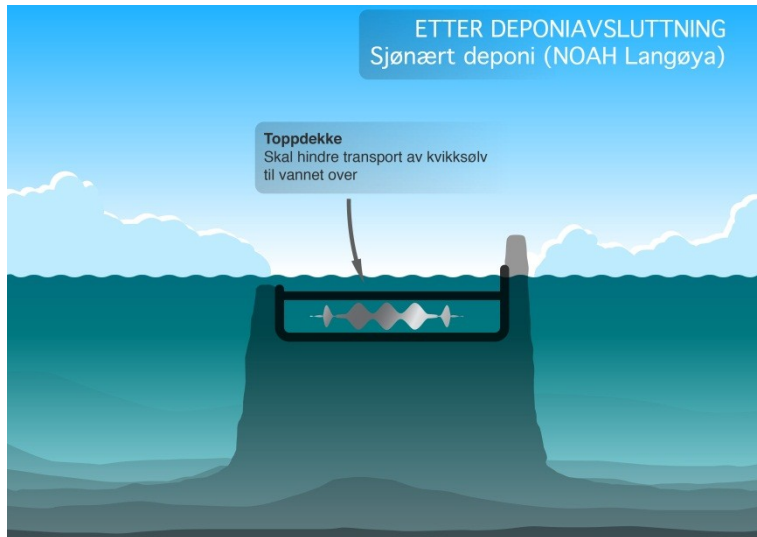
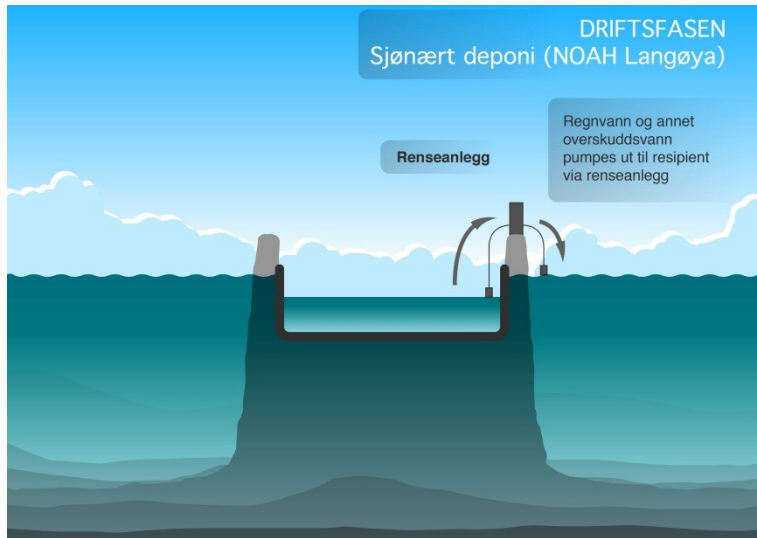
Aktuelle steder, men ikke fastlagt:

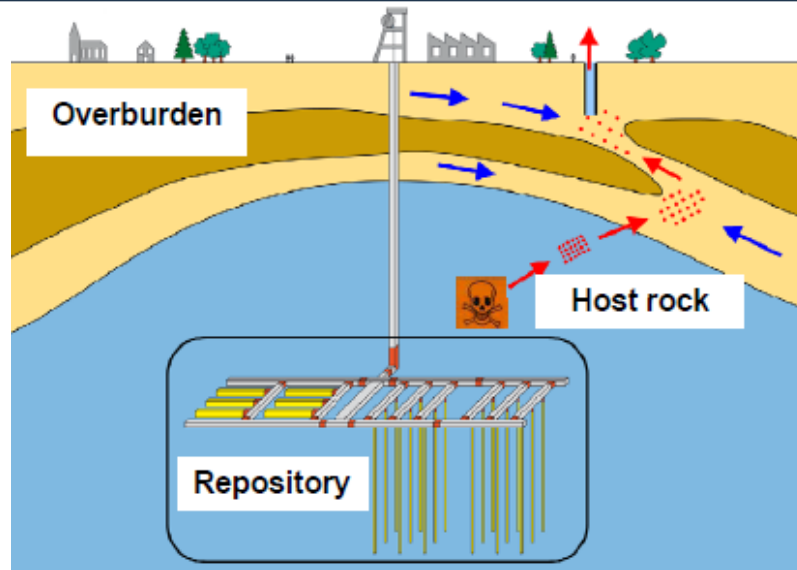
- Hanøytangen (Bergen)/ Vats (Stavanger) for rengjøring
- Langøya (Oslofjorden) / Tyskland for deponering



Landdeponi eks Langøya

- hvor tilsvarende farlig avfall deponeres i Norge i dag



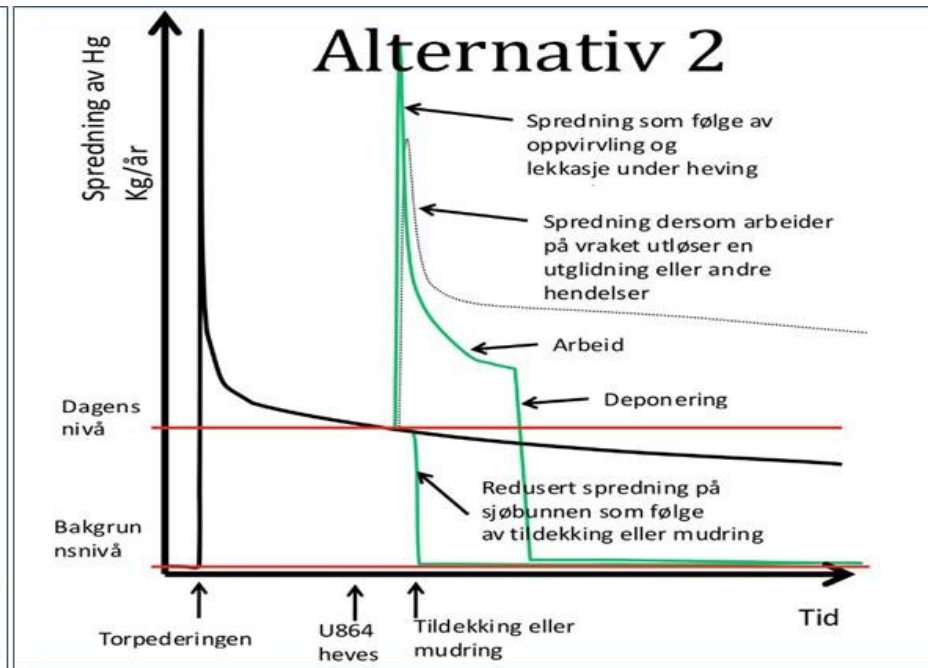
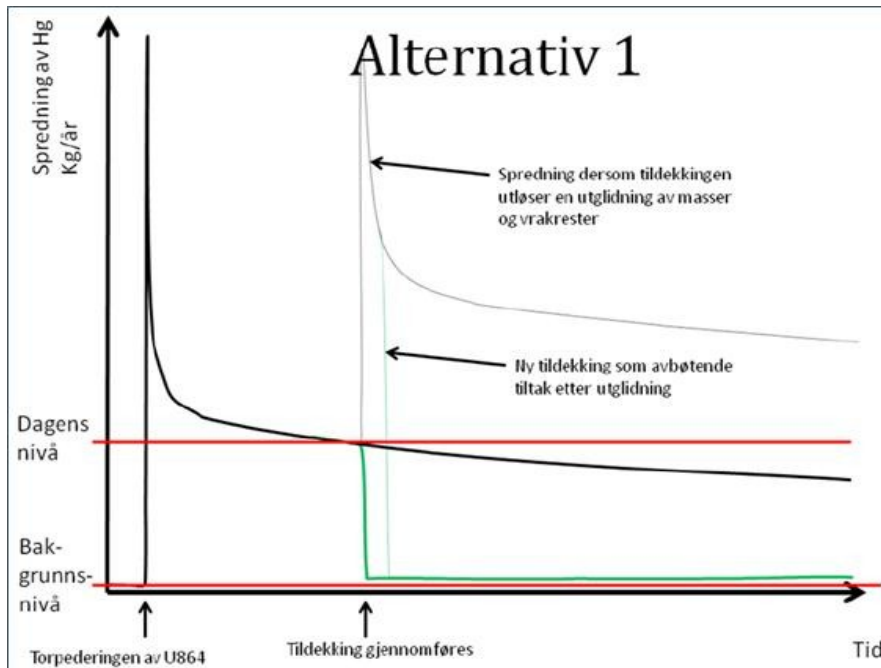


Prosjekt	Land	År	Kommentar	Dybde	Komm/Relevans
Turingen innsjø	Sverige	2003	Metallisk kvikksølv. Tildekking med spesial materiale.	- 5m	Positive
København havn	Danmark	2004	Kvikksølv++ Mudring og tildekking	Havn	Positive
Palos Verdes, California	USA	2000	Forurensning: DDT/PCB. Pilotstudie	40 – 60m	Kun utlegging
Eagle Harbor	USA	2003	Kvikksølv++ Tildekket med sand	Havn	Positiv
Log Pond Bellingham Bay	USA	2000	Kvikksølv++ Tildekket med sand	Havn	Positivt
Hamilton Harbor	Canada	1995	PCB, Kvikksølv ++	Havn	klare indikasjoner
Port of Seattle	USA	1994	Kvikksølv ++	Havn	Positivt
Minamata Bay	Japan	1977/88	Metyl Kvikksølv	Havn/ Buktt	Positivt
Odda	Norge	1992	Metallisk Kvikksølv	Havn	Kilde ikke stoppet

Referanseprosjekter tildekning (eks. Odda, Japan, København, USA)

- Både mudring og tildekking er benyttet i mange tilfeller med forurensning internasjonalt og nasjonalt.
- De fleste referanseprosjekter ligger i tett befolkede områder med utstrakt bruk til transport, fiske og friluftsliv.
- Tildekking skjer ofte med masser som sand med fine partikler samt erosjonslag.
- Det er ikke funnet tilfeller hvor tildekking er utført på dybder som for U-864
- Noen mislykkede prosjekter finnes, men man har da som hovedregel ikke stoppet kilden, dvs. det er tilkommet nytt kvikksølv etter tildekking.

- Risikovurdering – med fokus på følgende hovedmål
 - Miljørisiko på kort sikt
 - Miljørisiko på lang sikt
 - Operasjonell risiko ved gjennomføring av tiltak
 - Kostnadsrisiko ved gjennomføring av tiltak
- Risikoanalyse
 - Spesifisering av alle vurderte risikoelementer
 - Disse er rangert på sannsynlighet og konsekvens
- Miljørisikoanalyse – med fokus på
 - Spredningsrisiko
 - Økologisk risiko
 - Human risiko
- Geotekniske vurderinger
- Usikkerhetsanalyse - kostnader



Eksempler på hendelser

- "Utglidning under operasjon"
- "Eksplasjon av sprengladninger"
- "Rent kvikksølv lekker ut under heving"
- "Transportfartøyet synker"
- "Spredning av forurensede sedimenter som en følge av oppvirvling"
- "Lekkasje av kvikksølv ved flytting fra fartøy til land"
- "Eksplasjoner på mottaks plass»"

Tilsvarende analyser er gjort på miljørisiko lang sikt.

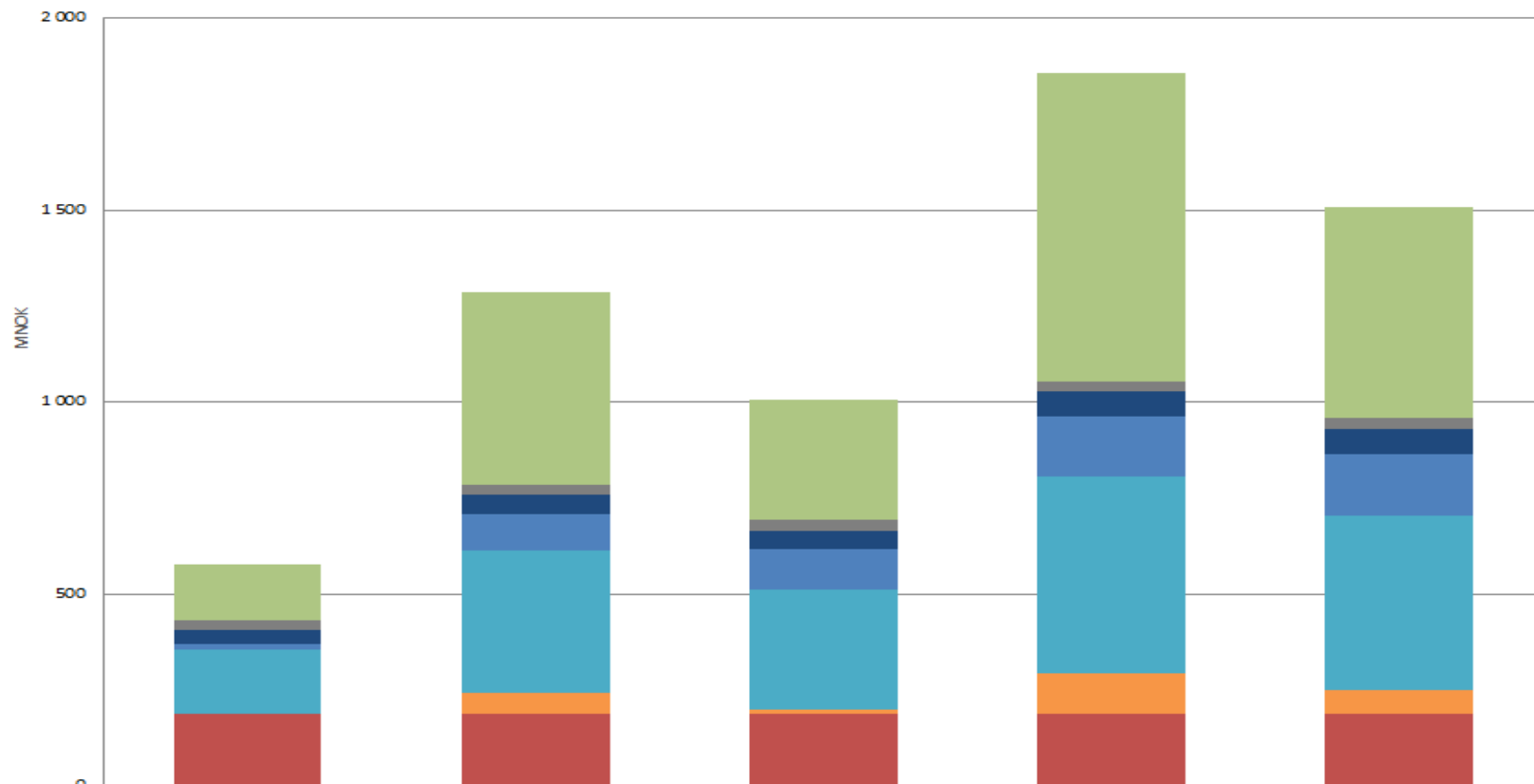
Eksempler på hendelser

- "Nødankring treffer og bryter tildekkingslaget",
- "Fiskemateriell (eks trål) påvirker tildekkingslaget"
- "Erosjon av tildekkingslaget"
- "Jordskjelv fører til ustabilitet i området og brudd av tildekkingslaget"
- "Korrosjon leder til kollaps av vraket under tildekkingslaget"
- "Detonering av sprengstoff i vraket"

Ekstremhendelser ("verstefallsscenarioer"):

- "ekstreme jordskjelvhendelser"
"endrede klimatiske forhold"
- "forkastningsbrudd langs med påfølgende rystelser og trykkbølger"
- "vulkanutbrudd"
- "endrede samfunnsforhold"

Resultater usikkerhetsanalyse



	Alt. 1 - Sjødeponi	Alt. 2 - Heving av vrak, sjø- og landdep	Alt. 3 - Heving av last, sjø- og landdep	Alt. 4A - Heving av vrak, storskala mudring, landdep	Alt. 4B - Heving av last, storskala mudring, landdep
Rangering	1	3	2	5	4
Forventningsverdi (P50)	579	1 287	1 008	1 858	1 510
Forventet tillegg	146	501	315	803	551
Forprosjekt	25	28	28	28	28
Forundersøkelser	39	48	48	65	65
Prosjekt	14	96	103	155	162
Operasjon	167	372	313	513	452
Etterarbeid/deponering	0	54	13	106	64
Overvåkning/MOP	188	188	188	188	188

Øvrige forhold som er vurdert

- Opplevd frykt i lokalmiljøet
- Håndtering av levninger ved heving av vrak
- Historisk verdi i vraket
- Fremdrift på operasjonene
- Operasjonell risiko
- «Forsvunnet midtsseksjon?»

Hovedkriterier	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4A	Alt. 4B
Miljørisiko knyttet til kvikksølvforurensing på kort sikt	(÷)	+++	++	++++	+++
Miljørisiko knyttet til kvikksølvforurensing på lang sikt	+++	+++	+++	+++	+++
Kostnader (forventningsverdi/MNOK)	580	1290	1010	1860	1510
Rangering	1	3	2	5	4

- Nullalternativet forventes ikke å oppfylle fastsatte miljømål.
- Alternativene innebærer ulik miljørisiko på kort sikt, men alle gir en tilfredsstillende målrealisering og en trygg miljømessig løsning dersom tiltakene er vellykket.
- Rangeringen basert på kostnadene samsvarer med den miljømessige rangeringen og blir dermed entydig og robust.

Hovedkriterier	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4A	Alt. 4B
Miljørisiko knyttet til kvikksølvforurensing på kort sikt	(÷)	+++	++	++++	+++
Miljørisiko knyttet til kvikksølvforurensing på lang sikt	+++	+++	+++	+++	+++
Kostnader (forventningsverdi/MNOK)	580	1290	1010	1860	1510
Rangering	1	3	2	5	4

- Hvis man av politiske årsaker ikke ønsker å benytte tildekking som løsning, kan man prinsipielt ikke velge alt. 2 og 3 heller.
- Heving av vraket (2 og 4A) anses som uaktuelle. Dette fordi heving av last (3 og 4B) vil være bedre alternativer både miljømessig og kostnadmessig.
- Anbefalingen baseres på et meget omfattende utredningsgrunnlag. Videre utredning frarådes.