
TEKNISK RAPPORT

KYSTVERKET, BEREDSKAPSAVDELINGEN

U-864 VURDERING AV HEVINGSKONSEPT

RAPPORT NR. 23916-A

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORTDET NORSKE VERITAS AS
DNVVeritasveien 1
1322 Høvik
Norway
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 99 11
http://www.dnv.com
Org. No: NO945 748 931 MVA

Dato for første utgivelse: 2008-07-02	Prosjekt nr.: 23916
Godkjent av: Carl Erik Høy-Petersen Senior Consultant	Organisasjonsenhet: DNV Industry
Oppdragsgiver: Kystverket, Beredskapsavdelingen	Oppdragsgiver ref.: Mortensholm, Hans Petter

Sammendrag:

På bakgrunn av DNVs tekniske evaluering av hevingskonseptene har DNV funnet at hevingskonseptet som er tilbudt fra Mammoet fremstår som det mest miljømessig forsvarlige. DNV påpeker at en rekke momenter knyttet til hevingskonseptet fortsatt må avklares igjennom forhandlinger mellom Mammoet og Kystverket.

Rapport nr.: 23916-A	Emnegruppe:	
Rapporttittel: U-864 Vurdering av hevingskonsept		
Utført av: Carl Erik Høy-Petersen		
Verifisert av:		
Dato for denne revisjon: 2008-07-02	Rev. nr.: 01	Antall sider: 11 + vedlegg

Indekseringstermer

- Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år
- Strengt konfidensiell
- Fri distribusjon



<i>Innholdsfortegnelse</i>	<i>Side</i>
1 SAMMENDRAG	1
2 INNLEDNING	2
3 DNVS OPPDRAG	2
4 FORMÅL MED DENNE RAPPORTEN	3
5 ANBEFALING OM BESTE HEVINGSALTERNATIV	3
5.1 Evalueringskriterier	4
5.2 Rangering av de to hevingsalternativene	4
5.3 Risikovurdering av hevingsalternativene	5
5.4 Styrkevurderinger av hevingsalternativene	7
5.5 DNVs gjennomføring av vurderingene	8
5.6 Vesentlige forutsetninger for DNVs anbefaling	9
5.7 Videre håndtering av tilbyderne	10
VEDLEGG 1 - PROSESSMODELL MAMMOET	12
VEDLEGG 2 - PROSESSMODELL SMIT	13
VEDLEGG 3 - STYRKEVURDERINGER	14
VEDLEGG 4 - VURDERING AV HEVINGSALTERNATIVENE	19
VEDLEGG 5 - RISIKOVURDERING AV HEVINGSALTERNATIVENE	20



1 SAMMENDRAG

Den tyske ubåten U-864 ble torpedert av den britiske ubåten Venturer den 9. februar 1945 og sank omtrent to nautiske mil vest for øya Fedje i Hordaland. U-864 var lastet med omtrent 67 tonn med metallisk kvikksølv som utgjør en fare for det marine miljøet.

I September 2007 tildelte Kystverket Det Norske Veritas oppdraget med å nærmere utrede ulike alternativer for heving av vrak og fjerning av kvikksølv fra havbunnen.

C1: På bakgrunn av DNVs tekniske evaluering av hevingskonseptene har DNV funnet at hevingskonseptet som er tilbudt fra Mammoet fremstår som det mest miljømessig forsvarlige. DNV påpeker at en rekke momenter knyttet til hevingskonseptet fortsatt må avklares igjennom forhandlinger mellom Mammoet og Kystverket.

Tabell 1 Rangering av de to heivngsalternativene. A indikerer høyere rangering enn B.

Rangering iht overordnede Evalueringskriterier		
Overordnede Evalueringskriterier	Mammoet	SMIT
Personellsikkerhet	A	B
Forurensning - lang sikt	A	B
Forurensning - kort sikt (under operasjonen)	A	B
Operasjonell gjennomførbarhet	A	B
Fleksibilitet	A	B

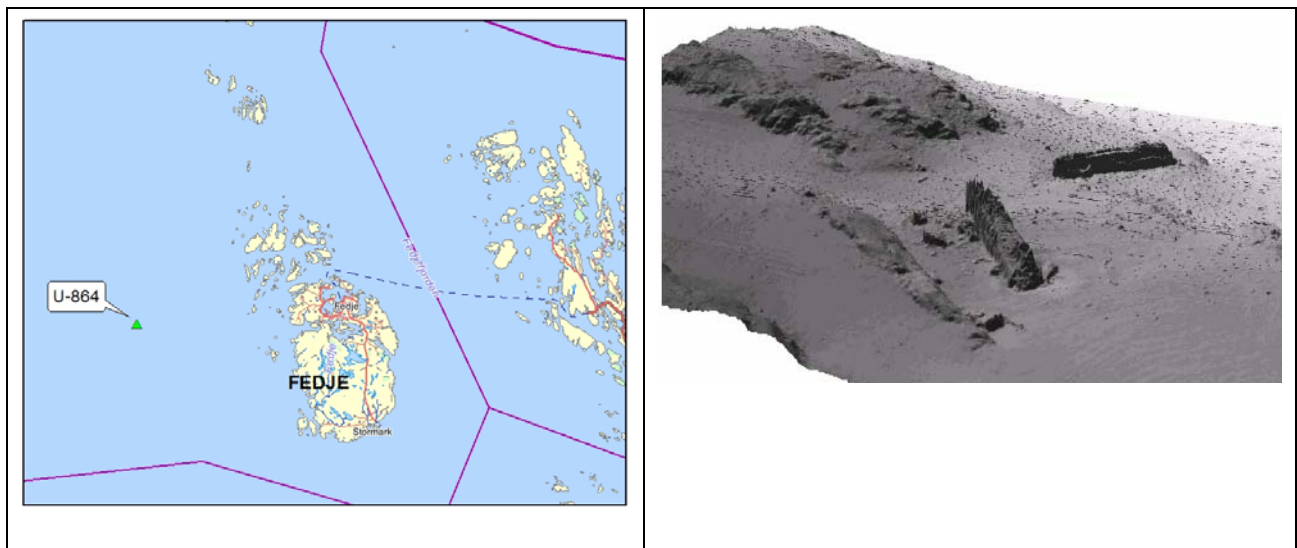
DNVs vurdering er at Mammoets løsning totalt sett fremstår som mer robust og miljømessig forsvarlig enn løsningen som presenteres av SMIT. Hevingskonseptet Løsningen som presenteres av Mammoet er imidlertid vesentlig dyrere enn hevingskonseptet som presenteres av SMIT.

DNV har noen vesentlige forutsetninger for anbefalingen av Mammoet. Basert på vurdering av gripekloens form, vekt og størrelse og havbunnens beskaffenhet er DNVs eksperter usikre på om gripekloen som er presentert av Mammoet vil være i stand til å penetrere havbunnen som forutsatt. Dette anses som et kritisk punkt i gjennomføringen av operasjonen. I sitt svar på spørsmål fra DNV vedrørende gripekloens penetrasjonsevne, erklærer Mammoet at de vil gjennomføre de nødvendige beregninger og tester for å sikre at løsningen fungerer som forutsatt. DNV anbefaler imidlertid Kystverket om å ta hensyn til dette ved utformingen av en eventuell avtale med Mammoet.

2 INNLEDNING

Den tyske ubåten U-864 ble senket av den britiske ubåten HMS Venturer den 9. februar 1945, ca 2 nautiske mil vest for øya Fedje i Hordaland (Figur 2-1). Ubåten var på vei fra Tyskland via Norge med krigsmateriell til Japan og i følge historiske dokumenter fraktet U-864 ca 67 tonn metallisk kvikksølv (i veskeform), lagret i stålbeholdere i kjølen.

U-864, som ble brukket i to hoveddeler som følge av torpedotreffet, ble funnet på 150-175 meters dyp av den Norske Marinen i mars 2003. Kystverket har, på vegne av Kyst og Fiskeridepartementet, utført en rekke studier for å avdekke hvordan miljørisikoen som utgjøres av kvikksølvlasten i U-864 skal håndteres. I desember 2006 leverte Kystverket en rapport til Departementet der de anbefalte at vraket av ubåten ble innkapslet og at det kvikksølvforurensete området rundt vraket skulle tildekket. I april 2007 bestemte Kyst og Fiskeridepartementet at det skulle gjennomføres ytterligere utredninger rundt hevingsalternativet før det fattes en endelig beslutning vedrørende hvilke tiltak som skal iverksettes for å håndtere miljøtrusselen knyttet til kvikksølvlasten i U-864.



Figur 2-1 Lokasjon (venstre) og sonarbilde av vraket av U-864 på sjøbunnen (høyre) (fra Geoconsult)

3 DNVS OPPDRAG

I September 2007 ble det etablert en kontrakt mellom Kystverket og Det Norske Veritas (DNV) om videre utredning av hevingsalternativet.

Kontrakten omfatter følgende:

- DNV skal bistå Kystverket med å etablere kontrakter på studier der innovatører skal utrede og presentere alternative hevingskonsepter for U-864. Innovatørene vil få betalt for studiene som gjøres fritt tilgjengelige for prekvalifiserte bergingsselskaper.
- DNV skal bistå Kystverket med prekvalifisering av bergingsselskaper og utarbeidelse av forespørsel på gjennomføring av en miljømessig forsvarlig heving av U-864.



TEKNISK RAPPORT

- DNV skal evaluere de tilbudte hevingsmetoder og identifisere den foretrukne hevingsmetoden.
- Den foretrukne hevingsmetoden skal sammenlignes med den foreslåtte tildekkingsløsningen fra 2006. (DNV skal anbefale løsning og argumentere for bakgrunnen for denne anbefalingen)
- DNV skal gjennomføre 12 tilleggsstudier som skal fungere som støtte når beslutning skal fattes om hvilken løsning som skal velges for å fjerne miljøtrusselen relatert til U-864. De tolv studiene omfatter:
 1. *Korrosjon*. Scenarier knyttet korrosjon på stålbeholderne og skroget til ubåten.
 2. *Eksploder*. Sannsynlighet for og konsekvens av en eksplosjon under en heving forårsaket av eksplosiver eller trykkluft.
 3. *Metalldetektor*. Sannsynlighet for å lokalisere kvikksølvbeholdere ved bruk av metalldetektorer og begrensninger i knyttet til ulike metoder.
 4. *Midtseksjonen*. Muligheten for at midtseksjonen har drevet av gårde.
 5. *Mudring*. Hvordan den kvikksølvforurensede sjøbunnen kan fjernes rundt vraket med minimal spredning og turbiditet.
 6. *Deponering*. Konsekvenser for miljøet og helse og sikkerhet for personell dersom kvikksølv og kvikksølvforurensede sedimenter tas opp og skal deponeres.
 7. *Last*. Historisk informasjon om lasten i U-864. Vurdere lokasjon og innhold i lasten.
 8. *Transport*. Transportruter som kan benyttes dersom kvikksølvbeholdere skal fraktes til en beskyttet lokasjon.
 9. *Overvåkning*. Effektene av tiltakene som gjennomføres må dokumenteres over tid. Et initielt program skal utarbeides for å monitorere forurensningen før, under og etter en heving.
 10. *Fare knyttet til lekkasje*. Konsekvensene dersom kvikksølv lekker og spres under en berging eller relokalisering av U-864.
 11. *Vurdere fremtidig spredning av kvikksølv ved tildekkingsalternativet*. Konsekvensene ved spredning av kvikksølv i evighetsperspektivet dersom området tildekkes.
 12. *Bruk av dykkere*. Risiko knyttet til bruk av dykkere under en bergingsoperasjon i et helse, miljø og sikkerhetsperspektiv sett i forhold til bruk av ROV.

4 FORMÅL MED DENNE RAPPORTEN

Denne rapporten oppsummerer vurderingene av hevingskonseptene, og presenterer DNVs anbefaling av beste hevingsalternativ.

I henhold til Kystverkets utlysning av oppdraget knyttet til U-864, datert 20.06.2007 (kap 3.1.2), er formålet med denne delen av oppdraget å finne beste hevingsmetode. De innkomne tilbudene skal evalueres og den beste metoden skal anbefales. Evalueringen og anbefalingen skal være godt dokumentert.

5 ANBEFALING OM BESTE HEVINGSALTERNATIV



C1: På bakgrunn av DNVs tekniske evaluering av hevingskonseptene har DNV funnet at hevingskonseptet som er tilbudt fra Mammoet fremstår som det mest miljømessig forsvarlige. DNV påpeker at en rekke momenter knyttet til hevingskonseptet fortsatt må avklares igjennom forhandlinger mellom Mammoet og Kystverket.

5.1 Evalueringskriterier

I evalueringen har DNV etter oppdrag fra Kystverket lagt vekt på de tekniske evalueringskriteriene i forespørselen på heving av U-864;

- Personellsikkerhet
- Miljømessige konsekvenser på lang sikt
- Miljømessige konsekvenser på kort sikt
- Operasjonell sikkerhet og gjennomførbarhet
- Fleksibilitet

I tillegg har ekspertgruppen rangert hevingsalternativene i henhold til en rekke underområder innenfor de ulike evalueringskriteriene. Disse underpunktene er fremkommet gjennom ekspertgruppens gjennomgang av hevingsalternativene i forkant av rangeringen, og fremgår av Tabell 2.

5.2 Rangering av de to hevingsalternativene

Tabell 2 oppsummerer rangeringen som er foretatt av DNVs ekspertgruppe.

A innebærer en høyere rangering enn **B**. Der det ikke er grunnlag for å skille rangeringen av alternativene, er begge alternativ gitt rangeringen **A**.

Fullstendig evalueringsskjema med utfyllende kommentarer fra DNVs ekspertgruppe følger i vedlegg 4.

Tabell 2 DNVs ekspertgruppes rangering av hevingsalternativene

Underordnede Evalueringskriterier	Rangering iht underordnede Evalueringskriterier		Rangering iht overordnede Evalueringskriterier	
	Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT
Personellsikkerhet				
Dykkeroperasjoner	A	B	A	B
Overføring av personell mellom fartøy	A	B		
Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for personskader	A	B		
Personell utsettes for forurensning	A	B		
Forurensning – Lang sikt				
Spredning av forurensning som vil kunne medføre effekter på lang sikt	A	B	A	B
Forurensning – Kort sikt (under operasjonen)				
Lekkasje av kvikksølv og sedimenter på havbunn	A	B	A	B
Frigjøring av kvikksølv og sedimenter oppover i vannsøylen	A	B		
Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten	A	B		
Sediment stabilitet (utglidning)	A	A		
Oppvirvling av sedimenter på havbunn	A	A		
Håndtering av olje i vraket	B	A		



TEKNISK RAPPORT

Underordnede Evalueringskriterier	Rangering iht underordnede Evalueringskriterier		Rangering iht overordnede Evalueringskriterier	
	Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT
Lekkasje av forurensning under transport	A	A		
Tømming av ubåt	A	B		
Håndtering av miljøfarlige materialer (inkl olje og Hg)	A	B		
Operasjonell sikkerhet og gjennomføring				
Robusthet i løftefartøy (begrensninger ift stabilitet, vekt ++)	A	B	A	B
ROV operasjoner	A	A		
Gripeklo - Stabilitet på vrak under løft	A	A		
Gripeklo - Strukturell påvirkning, krav til reststyrke i vrak	A	B		
Gripeklo - Posisjonering før løfting av vrak	A	B		
Gripeklo - Evne til å gripe rundt vraket (inkl gjennomtrengningsevne i sjøbunn)	B	A		
Håndtering av vekt endring og tyngdepunkt (COG) (vannfylling/luftfylling i vrak)	A	B		
Mengde utstyr / involverte fartøy	A	B		
Gjennomføringstid og værvindu	A	B		
Oppsamlingsenhet (utstyr for oppsamling av utslipp fra vrak under heving)	A	B		
Operasjoner på havbunn	A	A		
Håndtering av sugekrefter	A	B		
Sjøsikring ved transport	A	A		
Transportrute til deponering	A	A		
Transportutstyr (fartøy/lektene) (begrensninger ift stabilitet, bølgehøyde, vekt ++)	A	A		
Fleksibilitet				
Redundancy/ nød operasjoner / fall back muligheter	A	B	A	B

Som det går frem av Tabell 2, rangeres løsningen som tilbys fra Mammoet høyere innenfor samtlige av de overordnede evalueringskriteriene.

Det er DNVs vurdering at løsningen som presenteres av SMIT er en mer kompleks operasjon med flere operasjonssteg som til sammen skaper større usikkerhet i forhold til miljømessig forsvarlig gjennomføring av bergingsoperasjonen. DNV forventer at flere av de faktorene som påpekes av DNV i evalueringen kan løses, men at dette vil medføre økte kostnader.

En vesentlig forutsetning for DNVs vurdering er nærmere beskrevet i kapittel 5.6.

DNVs vurdering er at Mammoets løsning totalt sett fremstår som mer robust og miljømessig forsvarlig enn løsningen som presenteres av SMIT. Løsningen som presenteres av Mammoet er vesentlig dyrere enn løsningen som presenteres av SMIT.

For mer utfyllende kommentarer rundt evalueringen av hevingskonseptene henvises det til Vedlegg 3.

5.3 Risikovurdering av hevingsalternativene

DNV har gjennom en serie arbeidsmøter gjennomført risikovurderinger av hevingsalternativene.



TEKNISK RAPPORT

Sannsynlighet og konsekvens for hver risiko er vurdert i forhold til de to hevingsalternativene. Matrisene under viser risikobildet for hvert hevingsalternativ i relasjon til evalueringskriteriene. Tallene i matrisen refererer til risiko ID. De mest kritiske risikoene er angitt i tabellen under.

Tabell 3 Totalt risikobilde Mammoet

Likely			154		
Reasonably Prob		93		80	
Unlikely		74, 83, 86, 88, 95	85, 103, 108, 109	82, 84	
Remote		72, 73, 75, 104, 162	70, 71, 79, 90, 97, 98, 107, 116, 130, 163, 168	87, 94, 100, 101, 106, 156	96
Extremely Remote	164	77, 81, 105	68, 69, 89, 102, 165		
Theoretically Possible			78, 113	166	167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

Tabell 4 Totalt risikobilde SMIT

Likely			154		
Reasonably Prob		72, 93, 105		106	
Unlikely		75, 81, 86, 88, 95, 104	79, 85, 97, 103, 107, 108, 109, 116, 159, 163, 168	80, 82, 87, 94, 100, 102	
Remote		74, 83, 158, 162	68, 70, 73, 84, 89, 98, 130	101	96
Extremely Remote	164	77	69, 90, 113, 165	155	
Theoretically Possible			78	166	167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

**Tabell 5 Risikoliste kritiske risikoer. Risiko ID referer til nummer i matrisene over.**

<i>Risiko ID</i>	<i>Risikonavn</i>
R-0080	Gripeklo evner ikke å penetrere havbunnen som forutsatt -> kloen når ikke rundt vraket som forutsatt
R-0106	Forurenset vann, løsmasser eller annen forurensning faller ut av vraket når det løftes ut av sjøen og fanges ikke opp av miljøcontainer eller andre tiltak -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet
R-0154	Dårlige værforhold -> bergingsoperasjonen blir vesentlig forsinket
R-0082	Gripeklo skaper ustabilitet i vraket når den føres ned i sjøbunnen -> vraket velter og kan ikke gripes som forutsatt
R-0096	Mekanisk eller elektrisk feil i løfteutstyr under heving -> hevingsprosess stoppes og wire må kuttes
R-0094	Miljøcontainer påføres skader før eller når den kobles til gripeklo med vrak-> Miljøcontainer lekker store mengder forurensning på vei oppover i vannsøylen
R-0087	Tyngdepunkt faller utenfor toleranseområdet under løft ut av sjøbunn eller heving til overflaten -> kapasitet eller stabilitetsproblemer under løft og overbelastning av løftesystem
R-0102	Tyngdepunkt på vrak inkludert miljøcontainer er feilvurdert eller endres vesentlig under løft ut av sjøen -> overbelastning og skader på løftesystem, deformasjon av vrak, forskyvninger av løft
R-0084	Gripeklo har ikke tilstrekkelig anleggflate mot bærende strukturer i vraket -> vesentlige deformasjoner i profilskrog og problemer med gjennomføring av løfteoperasjonen

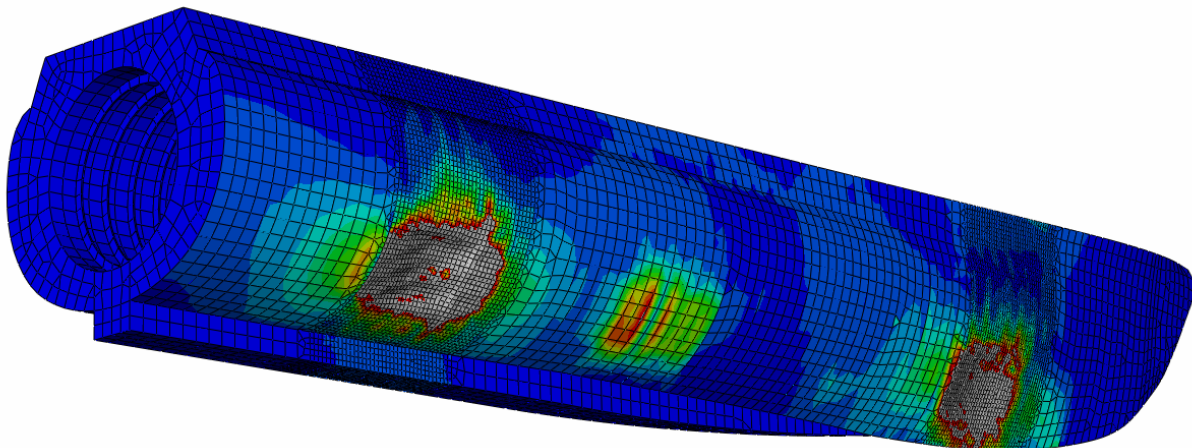
For fullstendig liste over risikoene henvises det til vedlegg 5.

Den samlede analysen presenterer kun overordnede risikoer knyttet til eksplosiver i relasjon til de to hevingsoperasjonene. For detaljert informasjon om risiko forbundet med eksplosiver refereres det til tilleggsstudien om eksplosiver. Risikovurderingen knyttet til eksplosiver har ikke gitt grunnlag for å skille mellom de to alternativene.

DNV påpeker at det ikke er lagt vekt på formuleringer i beskrivelsesfeltet på den enkelte risiko. Dette er ment som et bidrag til å bedre forstå bakgrunnen for vurderingen av sannsynlighet og konsekvens ved den enkelte hendelse.

5.4 Styrkevurderinger av hevingsalternativene

Beregninger er utført for å vurdere om heving av U-864 er mulig med hensyn på vrakdelenes styrke. Denne analysen viser vrakets respons ved en gitt belastning. Det er imidlertid viktig å bemerke at spenninger og deformasjoner vil være avhengig av valgt hevingsmetode, utforming av løftklo eller annet løfteutstyr samt statiske og dynamiske laster. Resultatene fra analysen gir ikke et endelig svar på vrakets kapasitet, men de kan brukes til å vurdere gjennomførbarheten av en eventuell heving.



Figur 5-1 Spenninger og deformasjoner ved belastning 590 tonn

Resultatene fra analysen av skrogstyrken til U-864 i forbindelse med en eventuell heving viser at strukturen vil bli utsatt for store belastninger (se figur) og at heving ved hjelp av en løfteklo med fire gripearmer mest sannsynlig vil føre til total eller delvis sammentrykning av profilskrog og spant ved en eller flere av gripeklørne. Dette vil igjen kunne gi brudd og avrivning av skrogplatene. Det bør vurderes hvordan eventuelle resulterende skarpe bruddflater vil kunne påvirke løfteutstyret som benyttes.

Delvis inntrykning av strukturen vil kunne føre til en ustabil likevektssituasjon som kan gi plutselige store deformasjoner ved en liten endring i last.

Trykkskroget er svært solid og dersom profilskrog og spant trykkes fullstendig sammen slik at gripeklørne har stabilt grep på trykkskroget vraket kunne heves uten fare for ytterligere kollaps.

For mer informasjon om styrkevurderinger hevises det til vedlegg 3.

5.5 DNVs gjennomføring av vurderingene

Kystverket mottok tilbud fra SMIT Salvage, Mammoet og Sonsub innen fristen 04.04.2008. Tilbudene ble overlevert til DNV 07.04.2008.

DNV gikk da igjennom tilbudene for å kontrollere at disse var komplette. To eksperter fra DNV, innenfor hvert av fagområdene Miljø, Marine Operasjoner, Styrkevurderinger/Skrog og Geoteknikk evaluerte de mottatte tilbudene og registrerte sine vurderinger i DNVs evalueringssystem EvaT.

Ekspertene noterte samtidig ned mangler, spørsmål og risikomomenter i et eget vurderingsdokument for videre bruk i evalueringene. Etter denne evalueringen ble det klart at det var behov for en rekke avklaringer med bergingssselskapene før DNV kunne foreta en helhetlig vurdering av løsningene som ble tilbudt.

- Gjennomgangen viste at tilbudet fra Sonsub ikke omfattet selve hevingsoperasjonen, men en forstudie for å avklare og detaljprosjektare hevingsoperasjonen.
- Tilbudet fra Smit Salvage dekket i liten grad tiltakene på havbunnen etter en bergingsoperasjon.



- Mammoet sitt tilbud var uklart i forhold til hvilket overflateutstyr som skulle benyttes til hevingen og transport av vrakene.

DNVs vurdering var at tilbudene i for liten grad tok hensyn til miljøaspektet ved prosjektet.

DNV og Kystverket ble enige om at det skulle sendes ut et brev til hver av bergingsaktørene med de mest vesentlige spørsmålene. DNV samlet spørsmål fra hvert av fagområdene basert på den foregående gjennomgangen av tilbudene og oversendte disse til Kystverket. I tillegg ble spørsmålslisten gjennomgått og supplert av Juridisk avdeling i Kystverket og advokatfirmaet Vogt og Wiik. Spørsmålene ble sendt fra Kystverket til bergingsaktørene 30.04.2008. På grunn av omfanget av spørsmålene ble fristen for besvarelse satt til 23.05.2008.

Basert på besvarelsene fra bergingsaktørene gjennomførte DNVs eksperter en ny evaluering av tilbudene. Det var etter denne gjennomgangen behov for en siste runde med oppklarende spørsmål til bergingsaktørene. Spørsmålene ble besvart av begge aktørene innen fristen 13.06.2008.

DNV vurderte i utgangspunktet Sonsub sitt forslag til løsning på lik linje med Mammoet og Smit. Kystverket besluttet senere at Sonsub skulle trekkes ut av evalueringen på grunn av manglende oppfyllelse av kravene til tilbudet.

DNV har vurdert tilbudene og rangert tilbudene fra SMIT og Mammoet i forhold til selve hevingsoperasjonen slik opprinnelig forutsatt. Begge tilbyderne har i tillegg til heving også tilbudt gjennomførbare løsninger for opprydding på havbunnen etter hevingsoperasjonen.

DNV har gjennomført en rekke arbeidsmøter med ekspertgruppen der hvert av hevingsalternativene er vurdert i forhold til samtlige evalueringskriterier (ref kapittel 5.1). For å understøtte evalueringen er det utarbeidet prosessmodeller av de to hevingsalternativene. (Prosessmodellene er vist i vedlegg 1 og 2). Til slutt er det gjennomført en total oppsummering av hevingsalternativene der ekspertgruppen rangerte alternativene i forhold til hverandre (ref. Tabell 2). Det er også gjennomført en omfattende risikovurdering av hevingsalternativene der de mest kritiske elementene i forbindelse med hevingsoperasjonen fremgår (ref kapittel 5.3). Resultatene fra evalueringen er gjengitt i vedlegg 4 og vedlegg 5.

Parallellt med evalueringen er det utarbeidet en digital modell av ubåten, der det er tatt hensyn til de kjente forutsetningene som gjelder for vraket. Ved bruk av modellen er det gjennomført en teknisk strukturanalyse av hvordan vraket vil påvirkes av kreftene fra gripeklørne i de to alternativene. Resultater fra analysen er angitt i kapittel 5.4 og er nærmere beskrevet i vedlegg 3.

5.6 Vesentlige forutsetninger for DNVs anbefaling

Detaljert planlegging av en eventuell hevingsoperasjon vil være en del av en eventuell fremtidig kontrakt. Dette innebærer at det ikke kan forventes at alle aspekter av hevingsløsningene er fullstendig utredet på det nåværende tidspunkt. DNV har derfor basert vurderingene på overrodede forutsetninger for gjennomføring av marine operasjoner og behandling av miljøfarlige elementer.

DNV har lagt vekt på å gi Kystverket best mulig grunnlag for å gå inn i forhandlinger med en eller flere av bergingsaktørene. Det foreligger en rekke underliggende dokumentasjon som



underbygger DNVs vurderinger. Denne dokumentasjonen kan bringes fram for å støtte Kystverket i forbindelse med eventuelle forhandlinger med bergingsaktørene.

DNV presiserer vesentlige forutsetninge for at løsingen som presenteres av Mammoet skal kunne anbefales som beste hevingskonsept.

Basert på vurdering av gripekloens form, vekt og størrelse og havbunnens beskaffenhet er DNVs eksperter usikre på om gripekloen som er presentert av Mammoet vil være i stand til å penetrere havbunnen som forutsatt. Dette anses som et kritisk punkt i gjennomføringen av operasjonen. DNV har derfor påpekt dette i skriftlige spørsmål til Mammoet.

- I tilbudet fra Mammoet går det frem at Mammoet forventer at gripekloens vekt, form og kraft når gripekloen lukkes, til sammen vil gjøre at gripekloen trenger gjennom sjøbunnen og når inn under vraket som forutsatt.
- I henhold til Smit sitt tilbud forventes gripekloen kun å delvis penetrere ned i havbunnen, og at det må benyttes et jet-system for å sikre at gripekloen penetrerer videre ned i havbunnen under vraket.
- Mammoet har i skriftlige besvarelser på spørsmål fra DNV og Kystverket om gripekloens evne til å penetrere havbunnen, presisert at de i forbindelse med detaljert design av gripekloen vil gjennomføre detaljerte beregninger av penetrasjonsevnen og vil kunne konstruere kloen til å penetrere havbunnen på tilfredsstillende måte, og at det vil gjennomføres tester for å forsikre seg om dette.

På bakgrunn av at hevingsalternativene ikke har gjennomgått detaljert design, og at Mammoet erklærer at de vil gjennomføre de nødvendige beregninger og tester for, samt gjøre eventuelle påkrevde modifikasjoner for å sikre at løsningen fungerer som forutsatt, vurderer DNV at Mammoet sitt hevingskonsept ikke kan avvises på bakgrunn av usikkerheten rundt gripekloens penetrasjonsevne.

Mammoet har i sitt tilbud forutsatt at alt arbeid med vraket skal gjennomføres i kontrollert miljø i tørrdøkk. De har imidlertid ikke tatt hensyn til kravet fra Sjøforsvarets eksplosive eksperter om 2 km sikkerhetsavstand når eksplosiver skal fjernes fra vraket. Det går ikke klart frem av konseptet hvordan det vil være mulig å få tilgang til vraket for å fjerne eksplosiver når dette ligger i ”transport safeguard bin”. DNV forventer imidlertid at dette vil kunne løses i detaljert designfase. Egnet lokasjon for fjerning av eksplosiver er foreslått i DNVs tilleggsstudie om transport.

DNV anbefaler Kystverket om å ta hensyn til disse forutsetningene ved utformingen av en eventuell kontrakt med Mammoet.

5.7 Videre håndtering av tilbyderne

Dersom Kystverket skal innlede forhandlinger om en fremtidig hevingsoperasjon vil DNV anbefale at Kystverket starter forhandlinger med begge aktørene.

TEKNISK RAPPORT

Som det går frem av rangeringen er løsningen som presenteres av Mammoet rangert foran løsningen som presenteres av SMIT. Det er imidlertid DNVs vurdering at SMIT vil kunne finne bedre løsninger på en rekke av de svakhetene i konseptet som DNV har identifisert dersom Kystverket konfronterer selskapet med de kommentarer DNV presenterer i evalueringen. Disse løsningene kan innebære en økning av kostnadsrammen for operasjonen, men som følge av den store differansen i kostnader ved de to konseptene kan dette likevel vise seg å være lønnsomt for Kystverket. DNV vil derfor anbefale at Kystverket vurderer å innlede forhandlinger med begge aktørene. Dette vil gi større grad av konkurranse og samtidig presse aktørene til å gjøre ytterligere forbedringer av sine konsepter hvilket kan bidra til å redusere risikoen ved en fremtidig heving.

Gjennom evalueringen av hevingskonseptene har DNV identifisert en rekke ulike momenter som må avklares før en kontrakt etableres med et av bergingsselskapene. Det er derfor vesentlig at Kystverket setter seg godt inn i evalueringsgrunnlaget og kommentarene fra DNVs eksperter før eventuelle forhandlinger innledes.

- o0o -

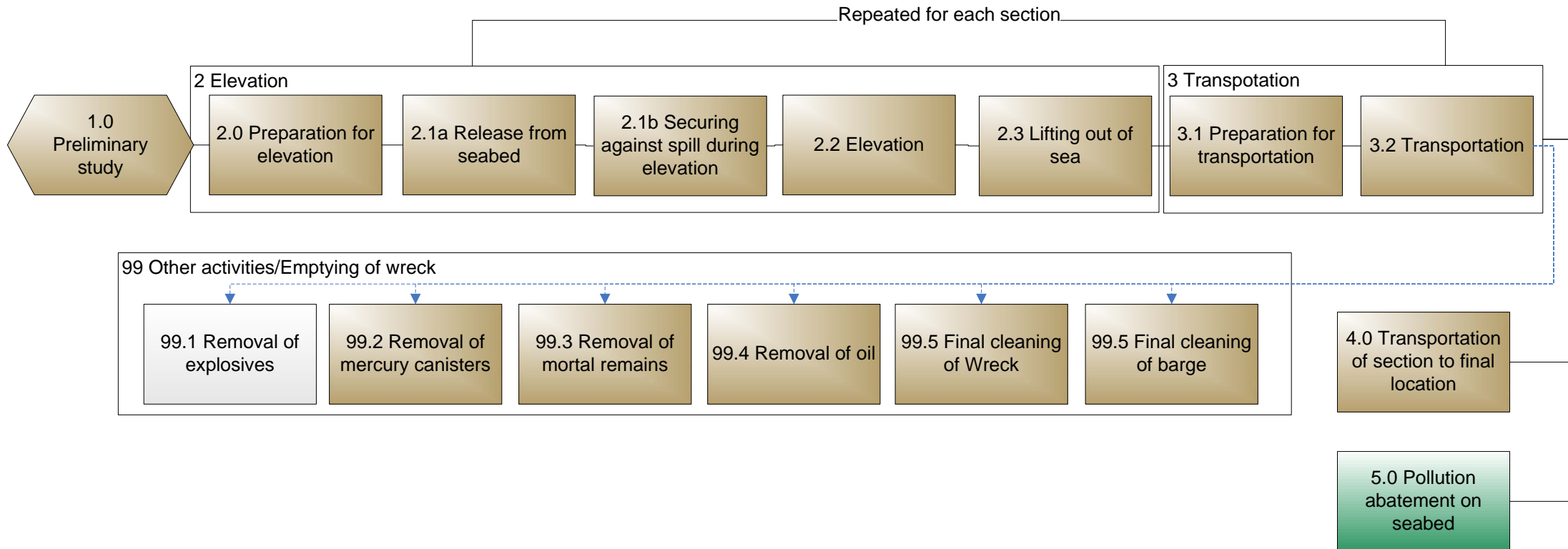


VEDLEGG 1 - PROSESSMODELL MAMMOET

Generic salvage process for the salvage of U-864



Critical success factors



Critical success factors

- Equipment is correctly positioned over the wreck without disturbing the wreck or polluted sediments
- Lifting equipment is securely fastened to the hull without causing severe structural damage or unacceptable stir up of polluted sediments
- Hull is released from the seabed without unacceptable stir up polluted sediments
- Hull is released from the seabed without causing excess strain on the hull or the lifting equipment
- Hull is elevated to the surface without loss of debris and spreading of polluted sediments
- Polluted water and sediments from the wreck are controlled when hull is lifted out of sea
- Hull is securely placed and fastened on work barge without causing excess strain on hull or release of pollutants to the ocean
- All pollutants are controlled and secured from release to environment while wreck is cleaned (explosives and mercury is removed)
- Explosives are removed without injury to personnel or spreading of contaminants
- Mortal remains are removed according to guidelines from authorities



Purpose:

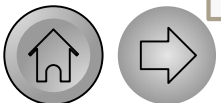
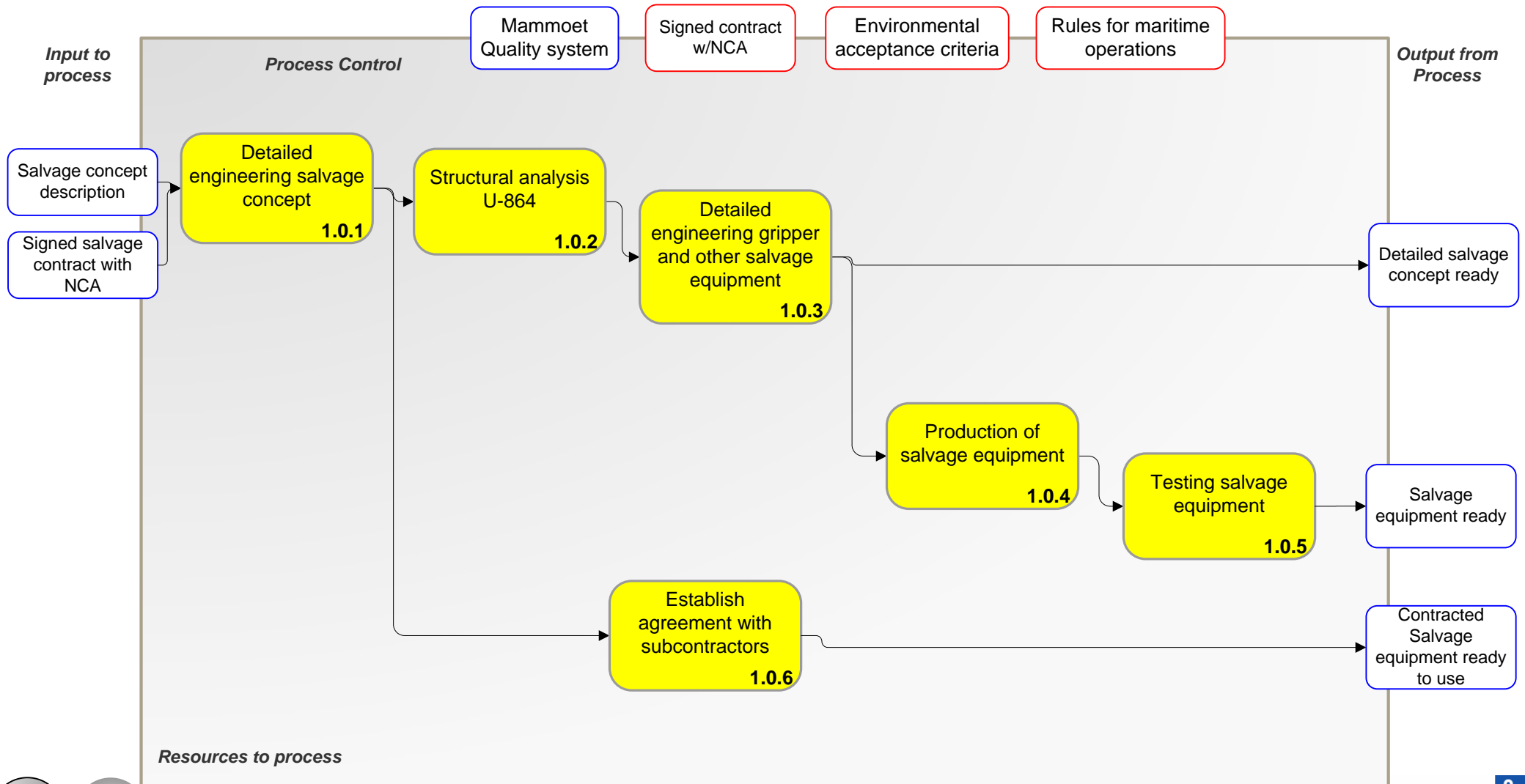
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Signed Contract with NCA.

Salvage concept description.

Stop: Detailed salvage concept ready. Salvage equipment ready. Contracted salvage equipment ready to use

1: Preliminary study



Purpose:

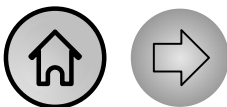
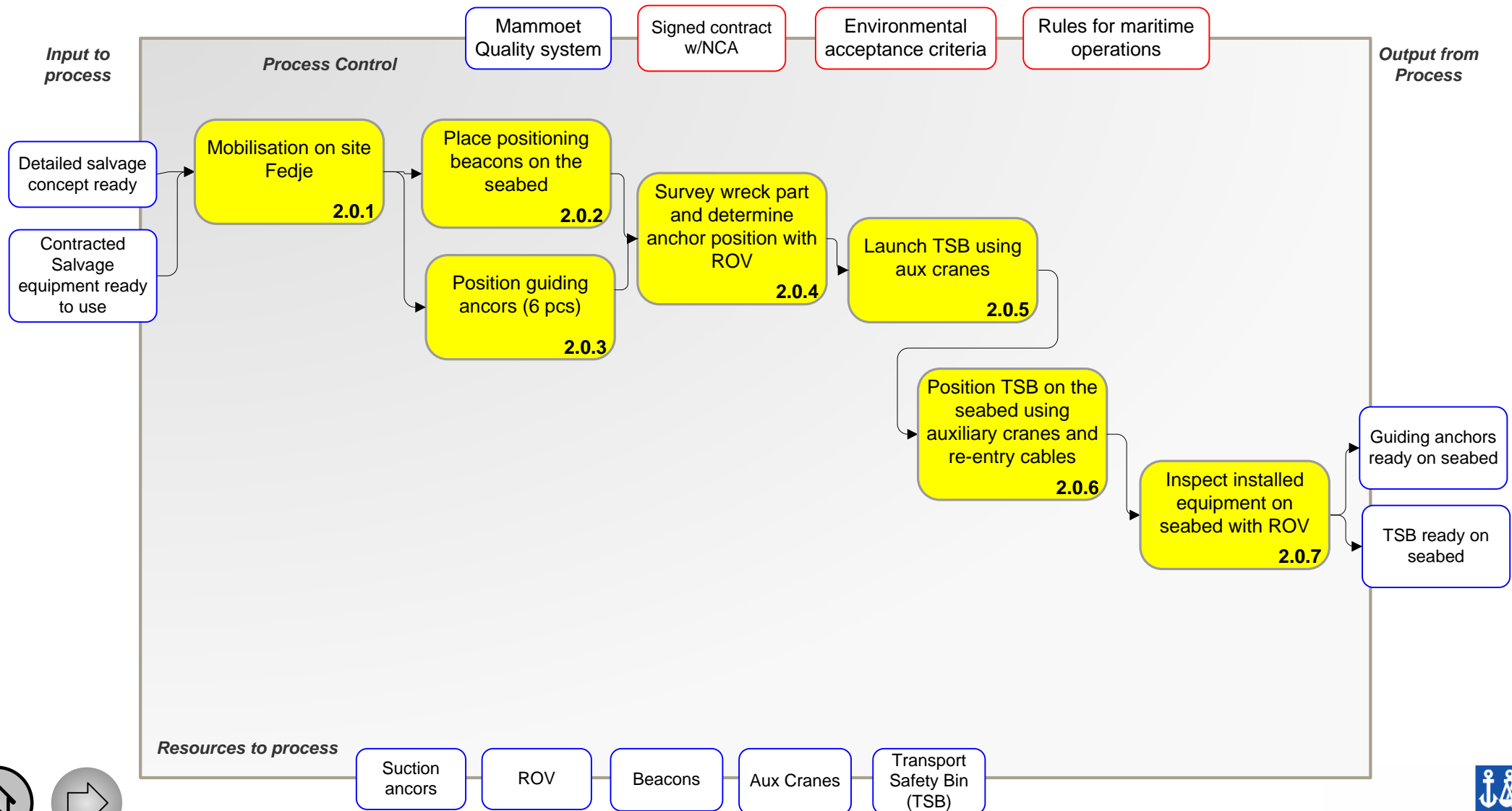
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Detailed Salvage concept ready. Contracted salvage equipment ready to use.

Salvage equipment ready.

Stop: Guiding anchors positioned on seabed. TSB positioned on seabed ready to be connected to wreck

2.0: Preparation for elevation

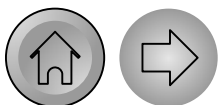
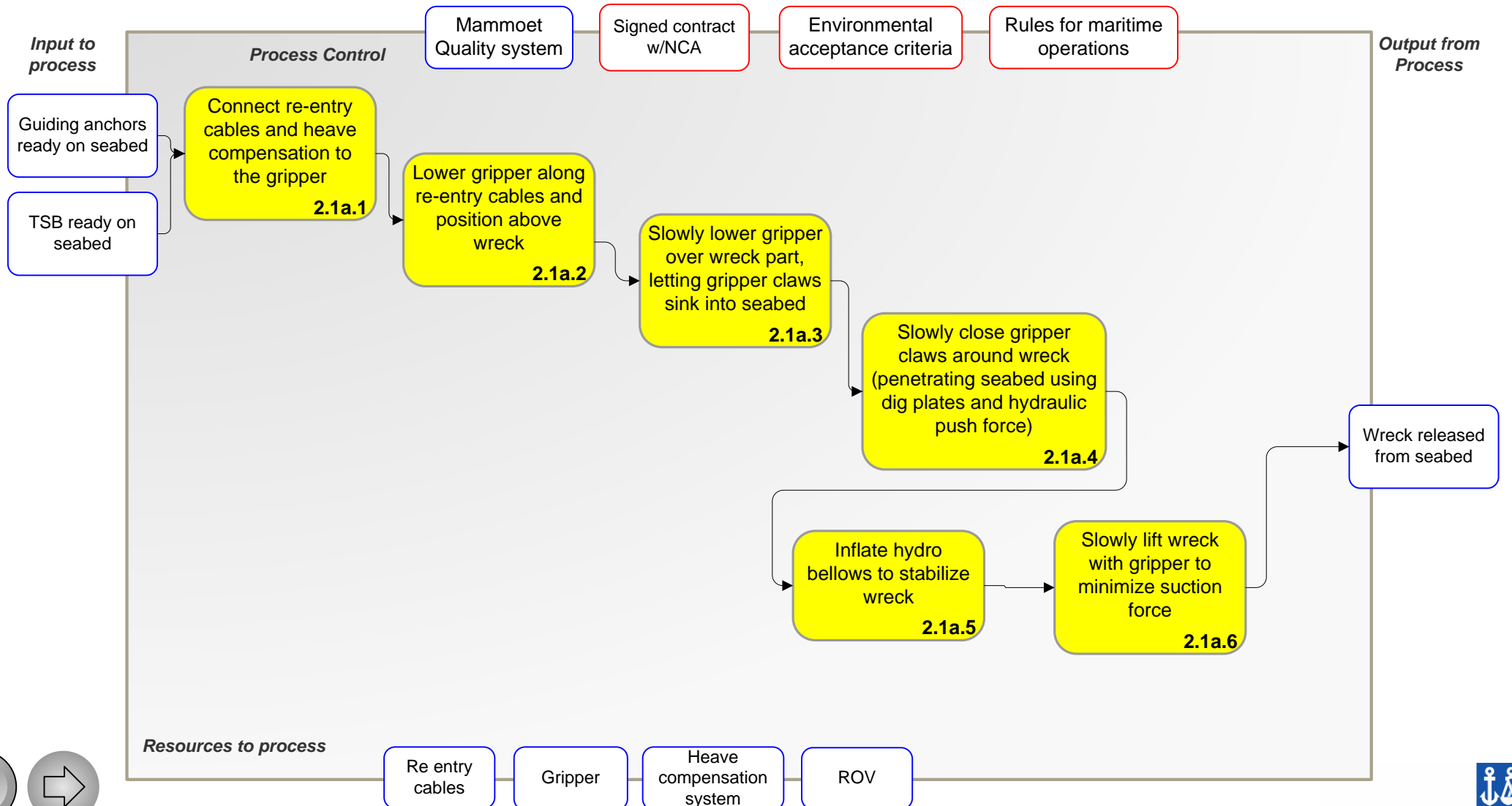


Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Guiding anchors positioned on seabed. TSB positioned on seabed ready to be connected to wreck

Stop: Wreck released from seabed

2.1a: Release of wreck from seabed

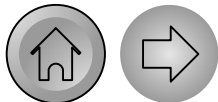
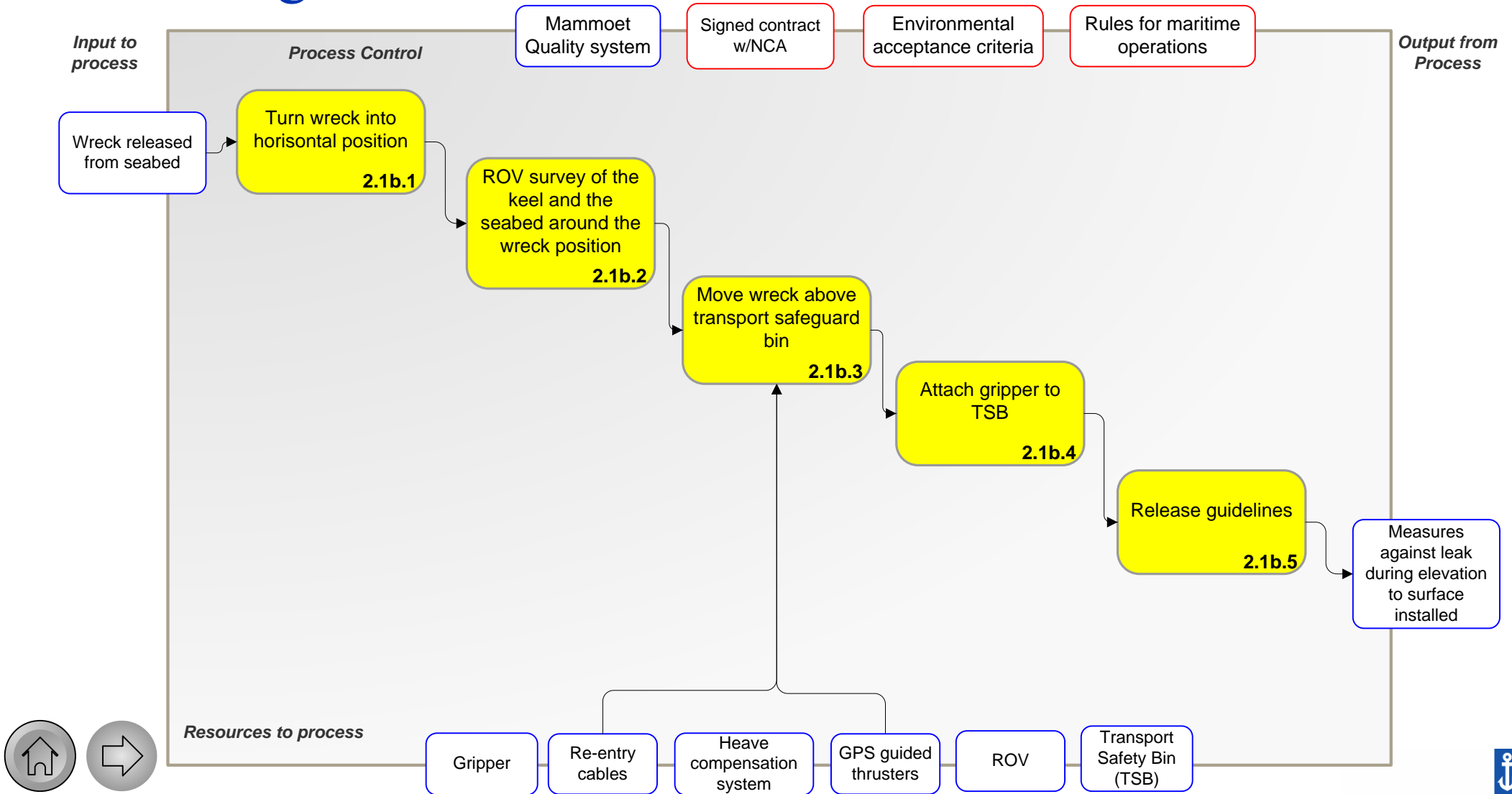


Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Wreck released from seabed

Stop: Measurements against leak during elevation to surface installed

2.1b: Securing against spill during elevation

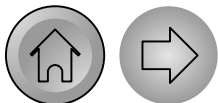
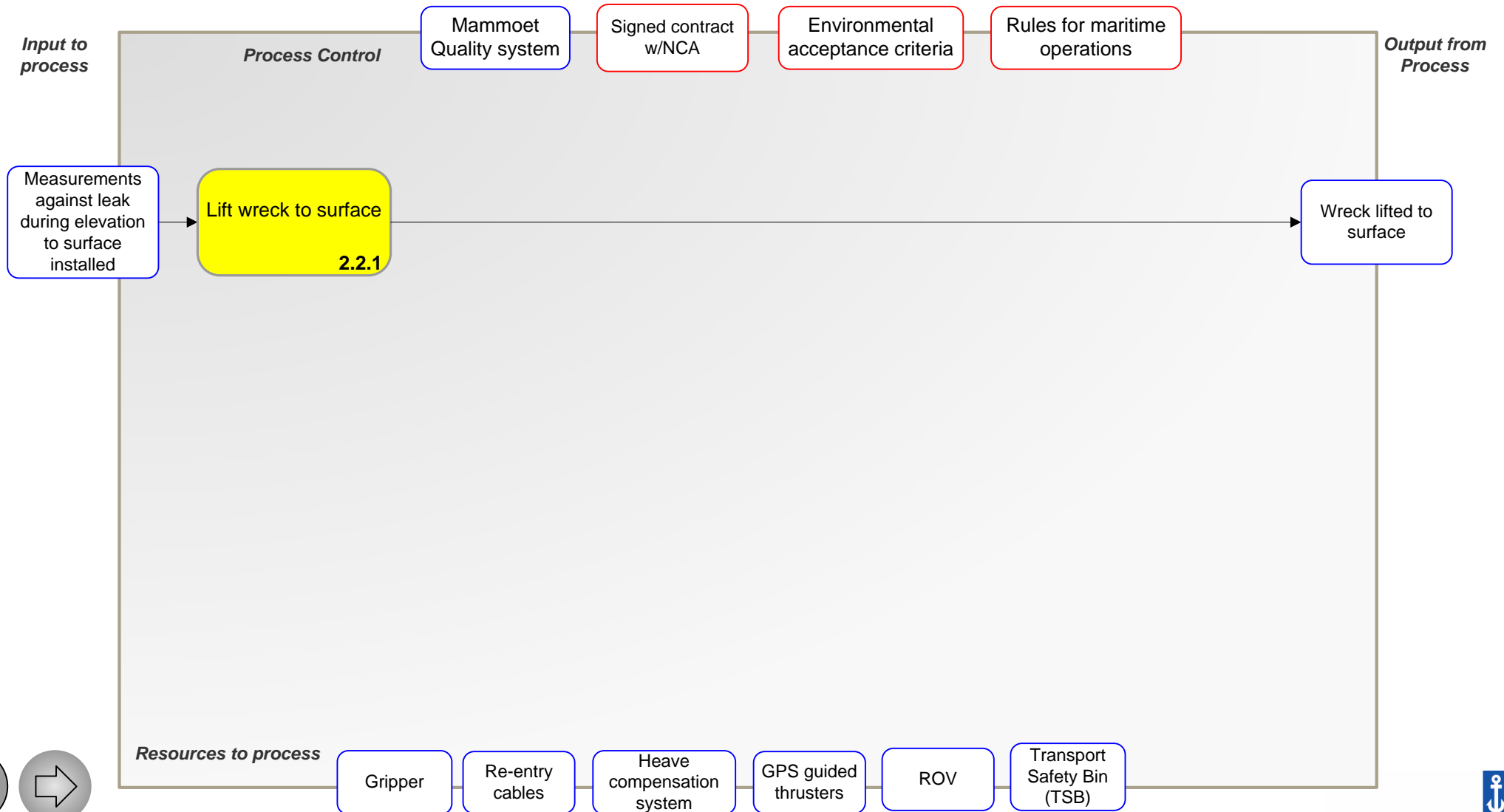


Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Measures against leak during elevation to surface installed

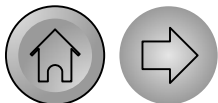
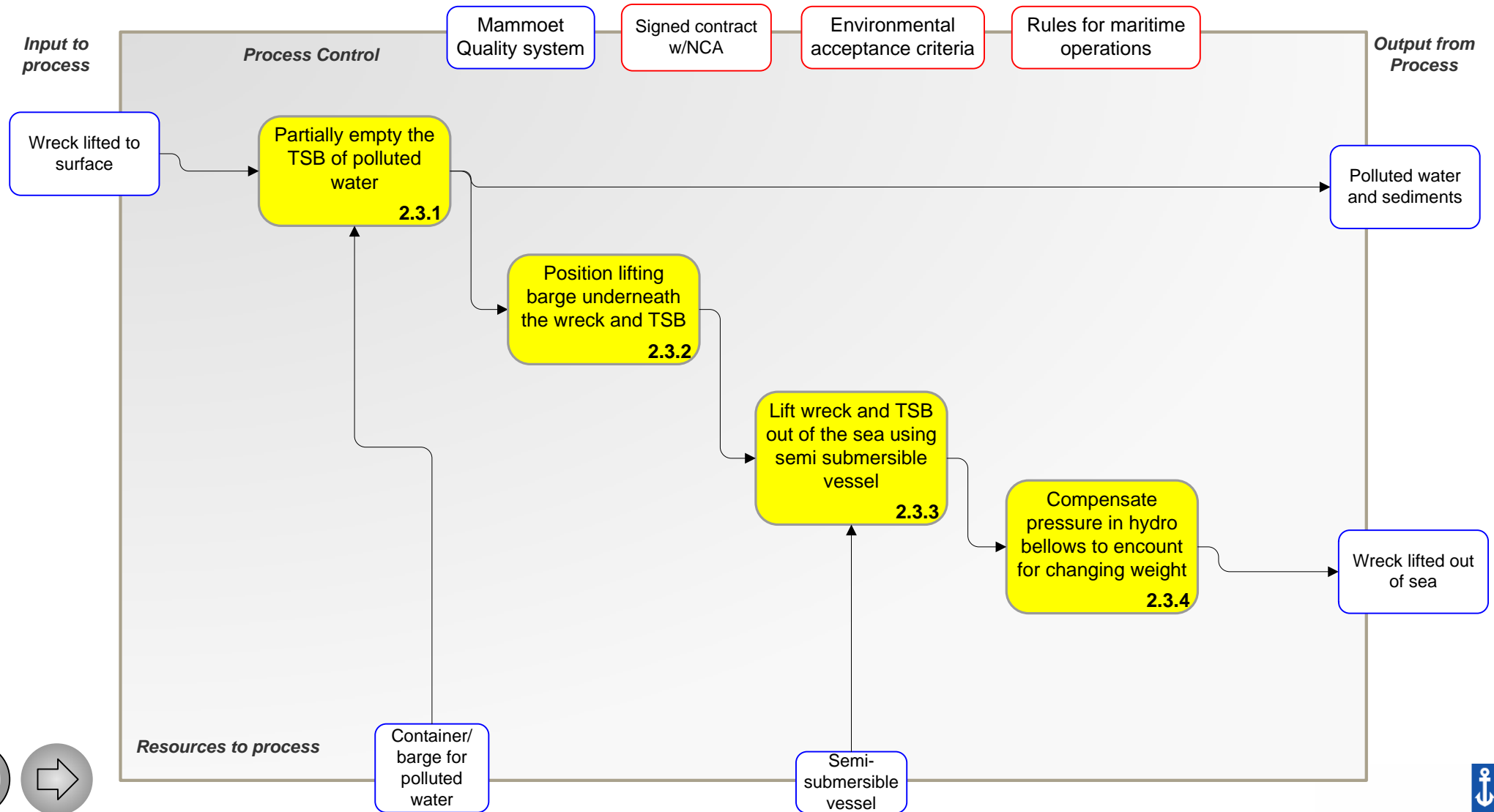
Stop: Wreck lifted to surface

2.2 Elevation to surface



Purpose:
 Eliminate environmental threat related to U-864
Start: Wreck lifted to surface
Stop: Wreck lifted out of sea
 Polluted water and sediments

2.3 Lifting out of sea



3 Preparation (3.1) and Transportation (3.2)

Purpose:

Eliminate environmental threat related to U-864

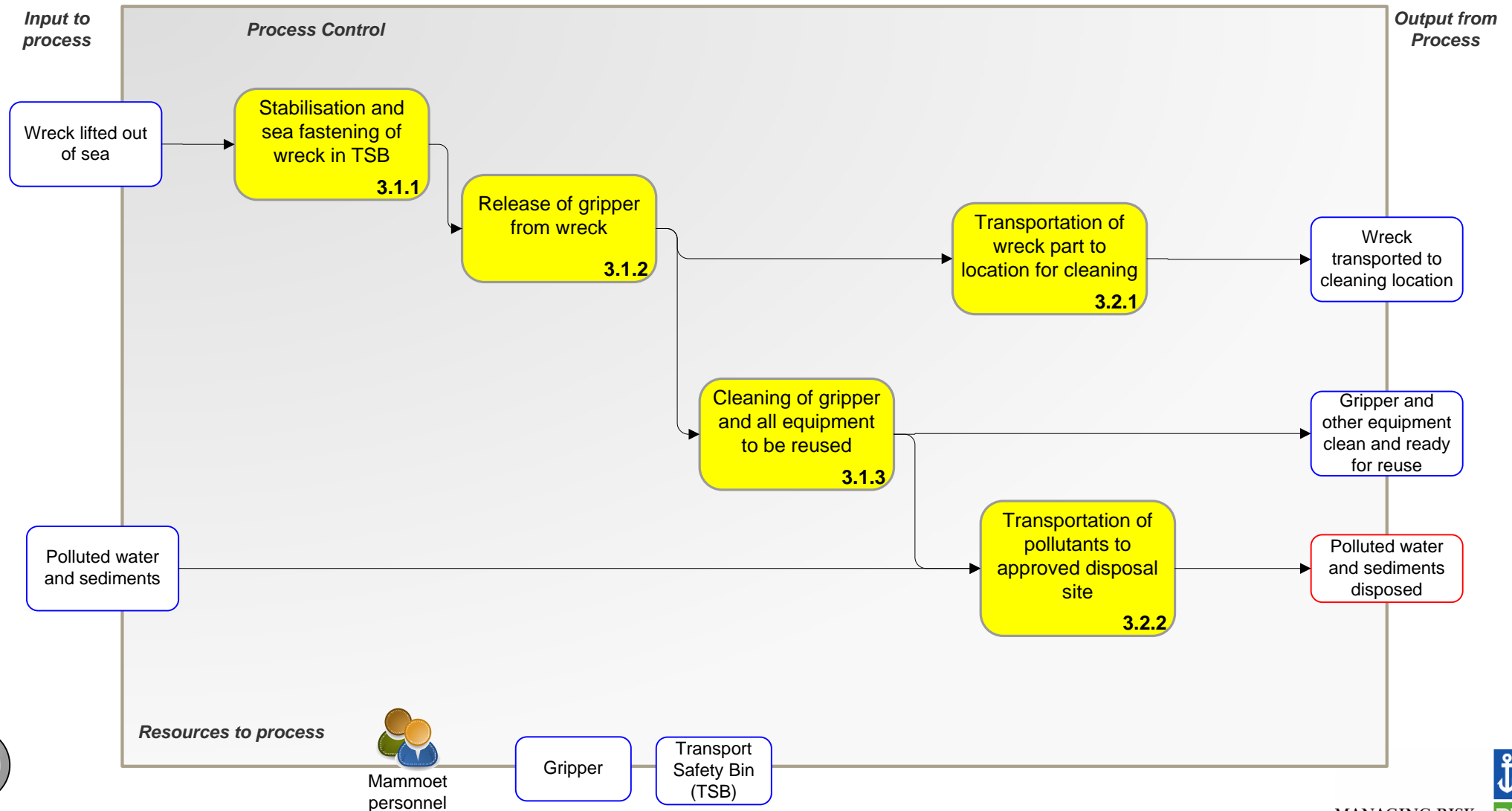
Start: Wreck lifted out of sea

Stop:

Wreck transported to cleaning location

Gripper and other equipment cleaned and ready for reuse

Polluted water and sediments disposed





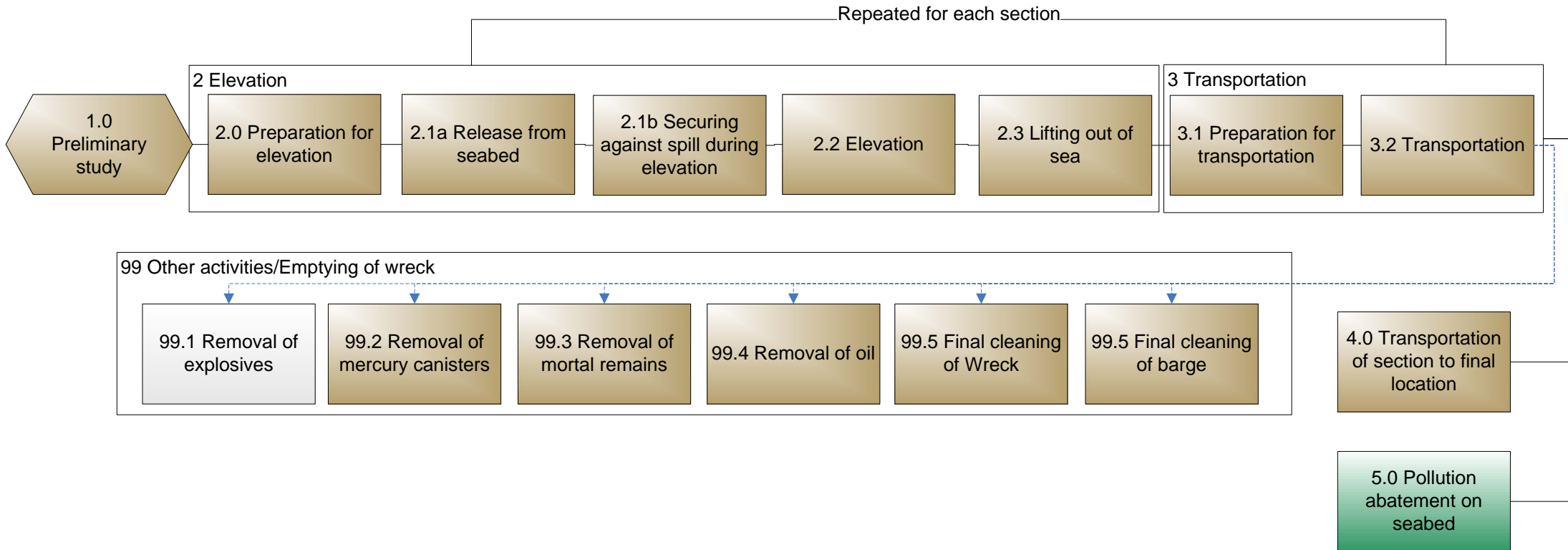
VEDLEGG 2 - PROSESSMODELL SMIT



Generic salvage process for the salvage of U-864



Critical Success Factors



Critical success factors

- Equipment is correctly positioned over the wreck without disturbing the wreck or polluted sediments
- Lifting equipment is securely fastened to the hull without causing severe structural damage or unacceptable stir up of polluted sediments
- Hull is released from the seabed without unacceptable stir up polluted sediments
- Hull is released from the seabed without causing excess strain on the hull or the lifting equipment
- Hull is elevated to the surface without loss of debris and spreading of polluted sediments
- Polluted water and sediments from the wreck are controlled when hull is lifted out of sea
- Hull is securely placed and fastened on work barge without causing excess strain on hull or release of pollutants to the ocean
- All pollutants are controlled and secured from release to environment while wreck is cleaned (explosives and mercury is removed)
- Explosives are removed without injury to personnel or spreading of contaminants
- Mortal remains are removed according to guidelines from authorities



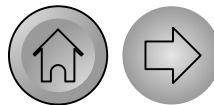
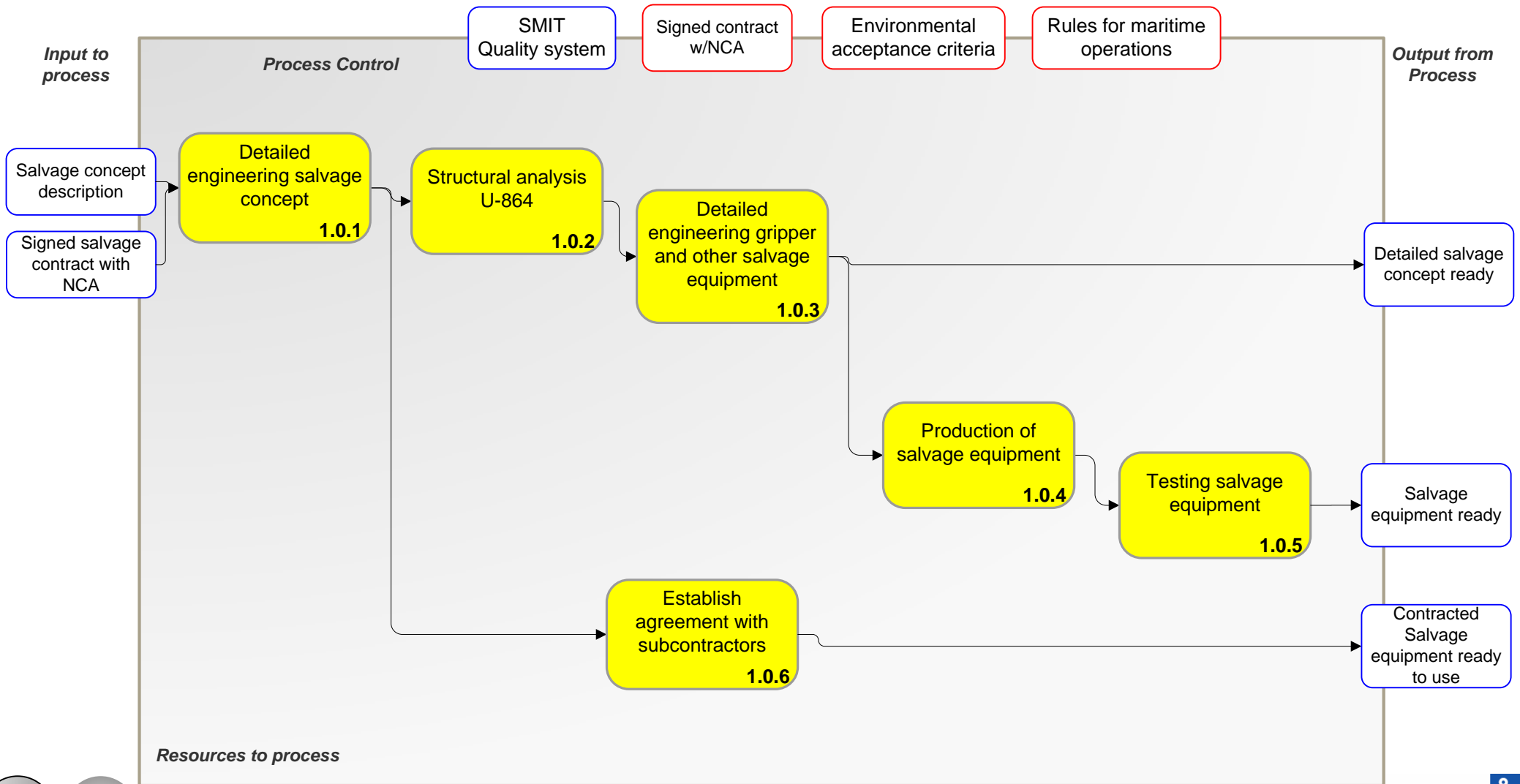


1: Preliminary study

Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Signed Contract with NCA.
Salvage concept description.

Stop: Detailed salvage concept ready.
Salvage equipment ready.
Contracted salvage equipment ready to use



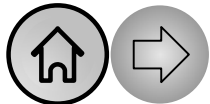
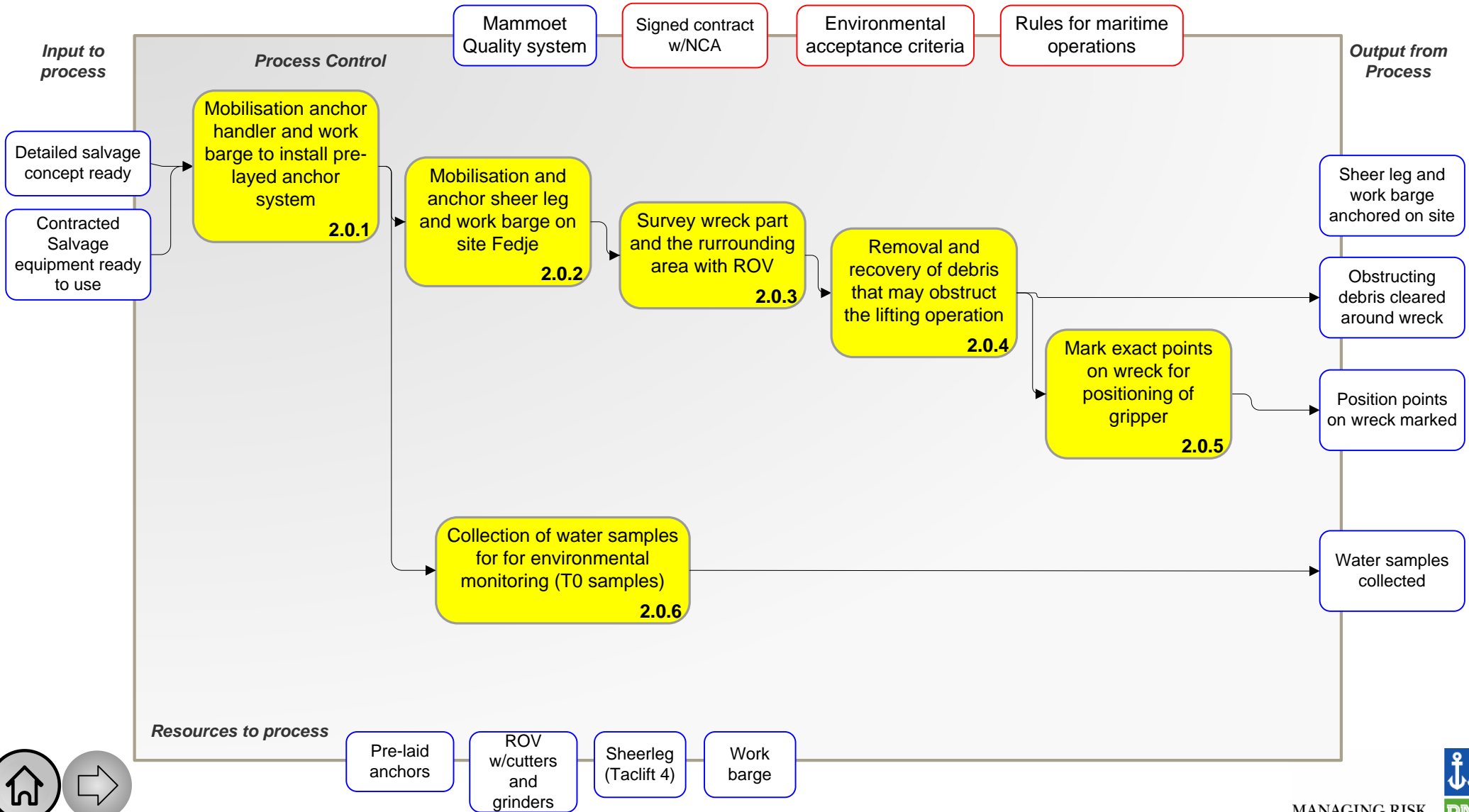


2.0: Preparation for elevation

Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Detailed Salvage concept ready. Contracted salvage equipment ready to use.

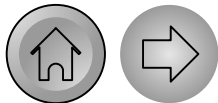
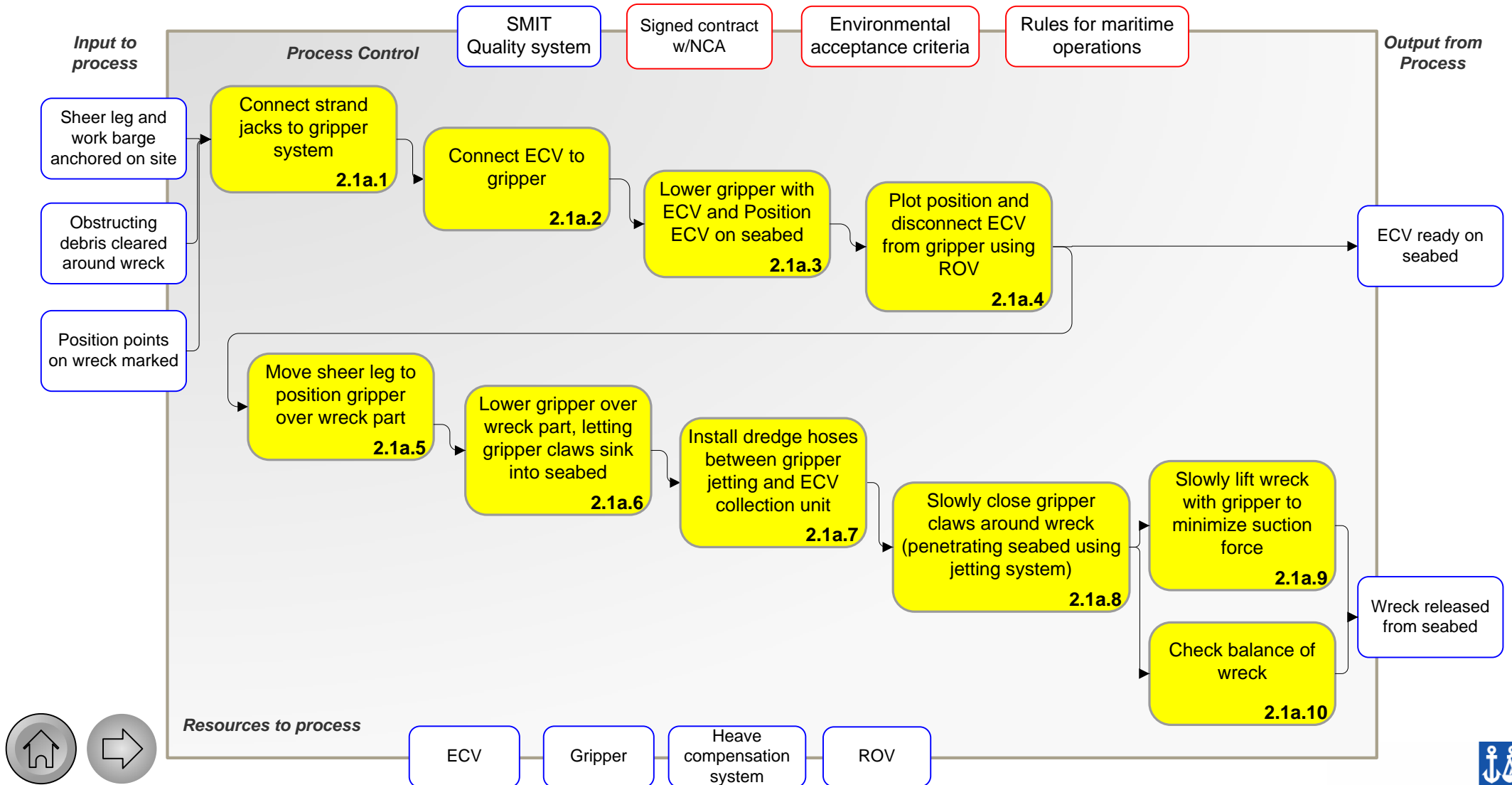
Stop: Sheer leg and work barge anchored on site. Obstructing debris cleared around the wreck. Position points on wreck marked. Water samples collected





Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864
Start: Sheer leg and work barge anchored on site.
Obstructing debris cleared around the wreck.
Position points on wreck marked. Water samples collected
Stop: Environmental Containment Vessel (ECV) ready on seabed. Wreck released from seabed

2.1a: Release of wreck from seabed





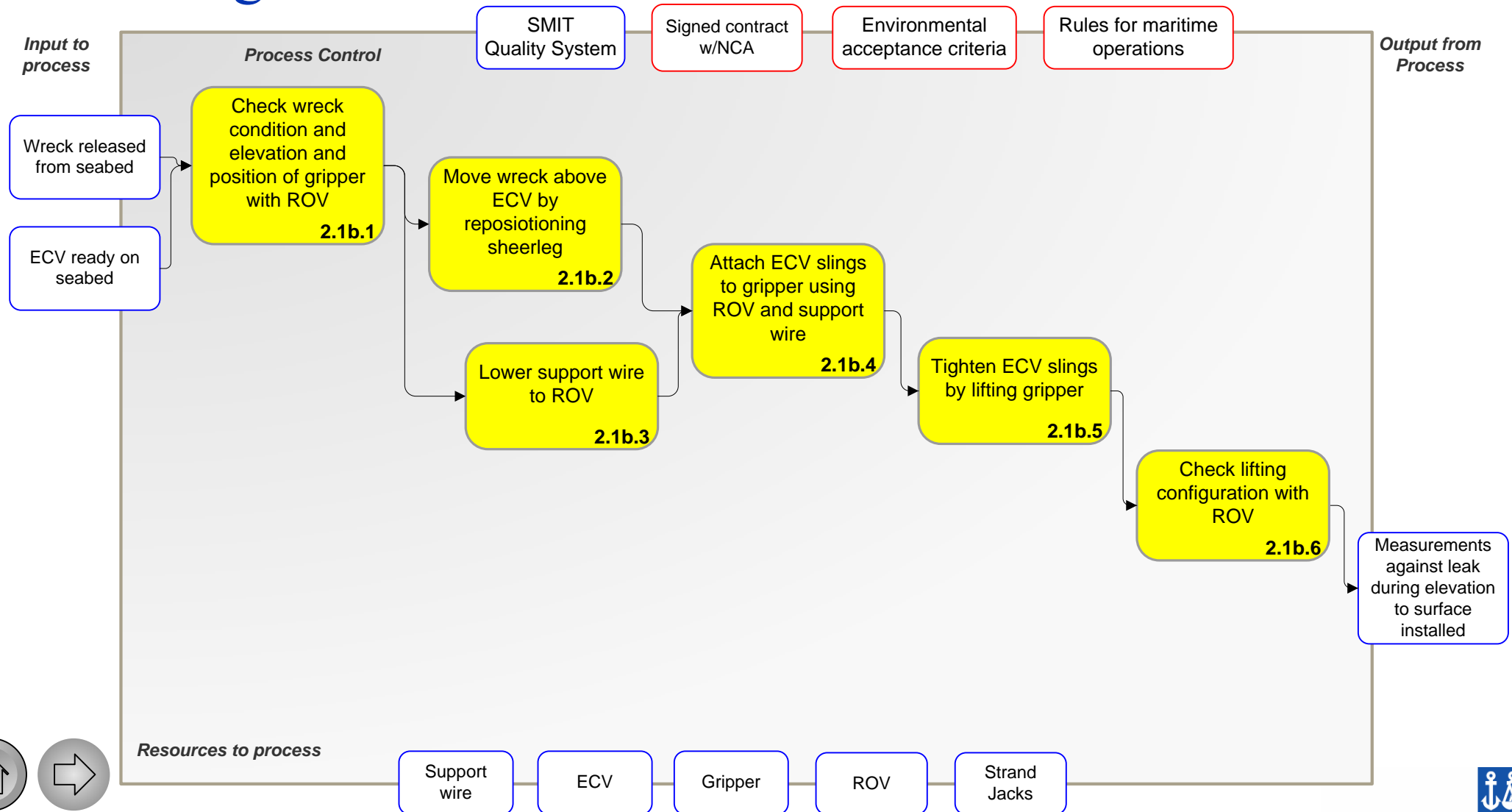
2.1b: Securing against spill during elevation

Purpose:

Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Wreck released from seabed. ECV ready on seabed.

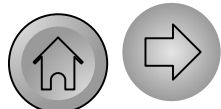
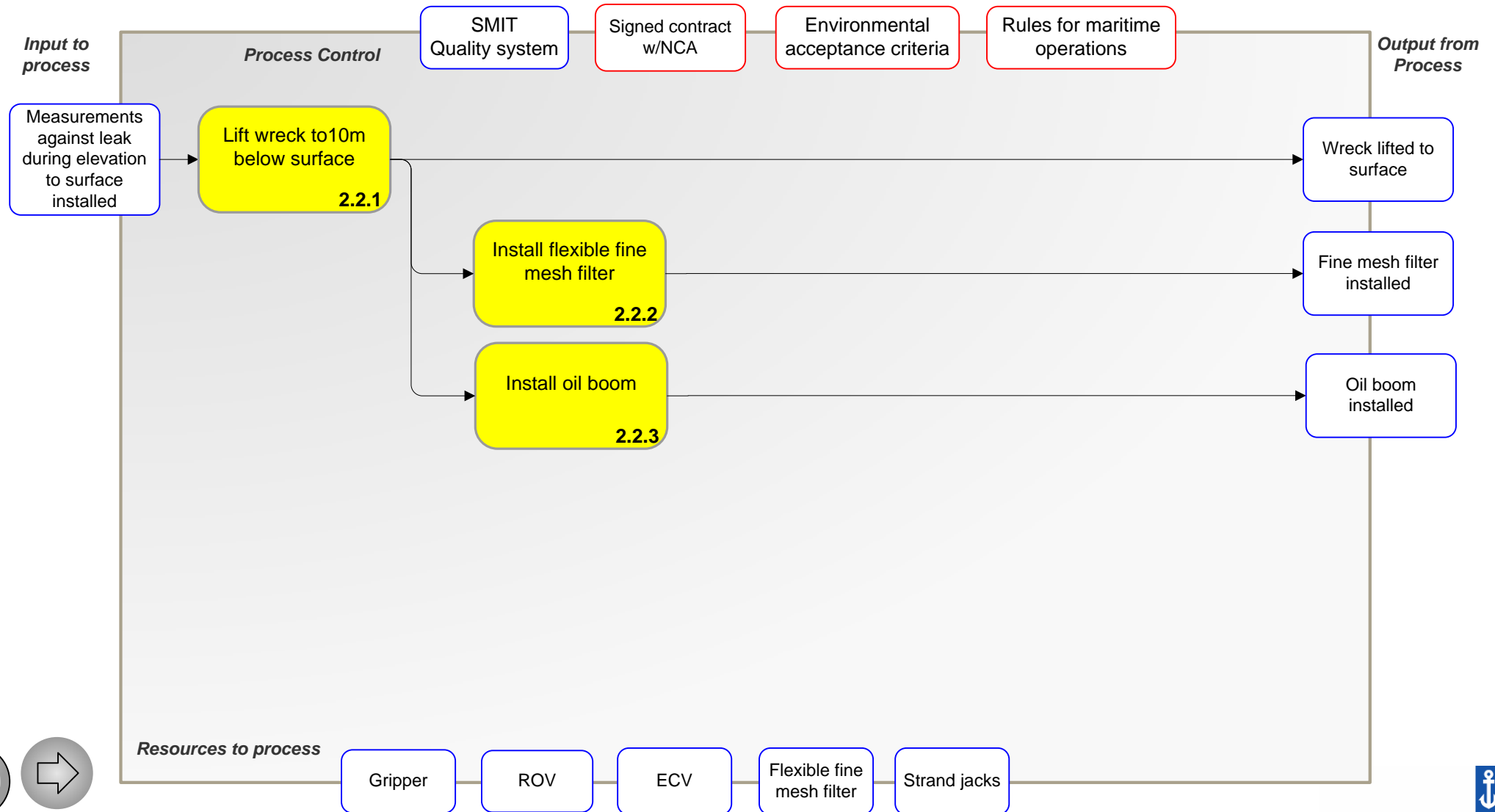
Stop: Measurements against leak during elevation to surface installed





Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864
Start: Measurements against leak during elevation to surface installed
Stop: Wreck lifted to surface. Fine mesh filter installed. Oil boom installed.

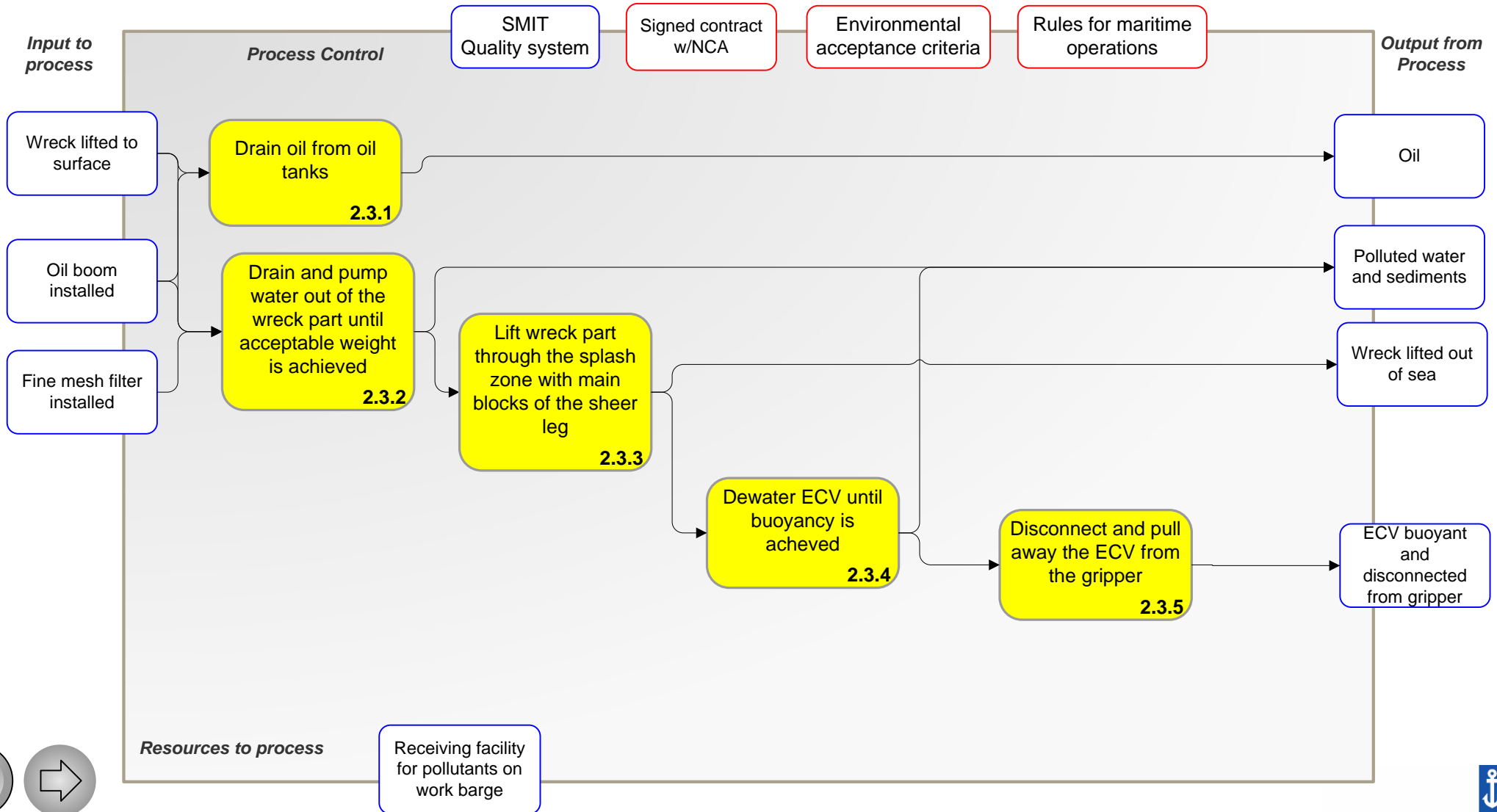
2.2 Elevation to surface





Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864
Start: Wreck lifted to surface. Fine mesh filter installed. Oil boom installed
Stop: Wreck lifted out of sea
Polluted water collected

2.3 Lifting out of sea



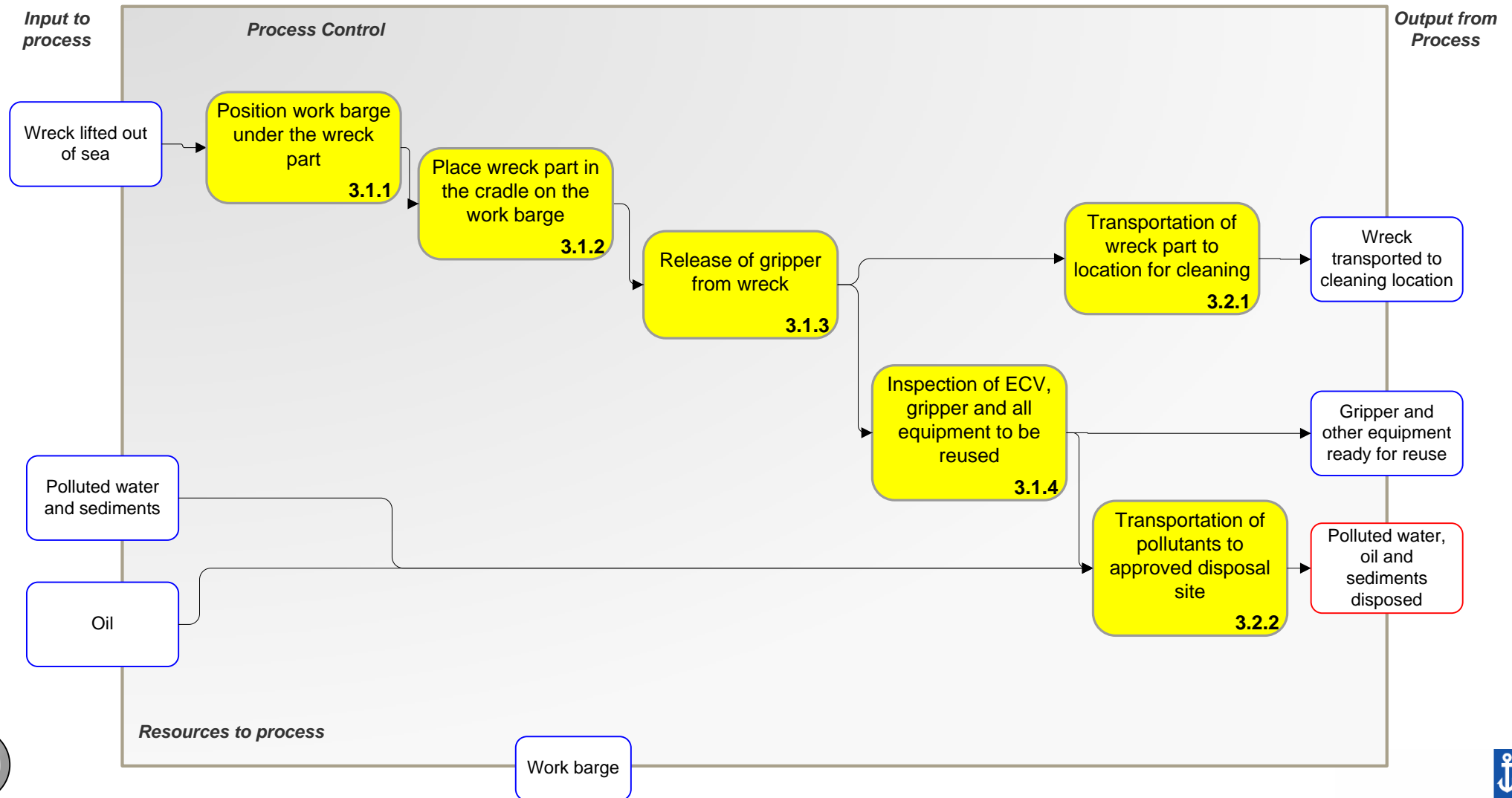


3 Preparation (3.1) and Transportation (3.2)

Purpose:
Eliminate environmental threat related to U-864

Start: Wreck lifted out of sea

Stop:
Gripper and other equipment ready for reuse
Wreck transported to cleaning location
Polluted water, oil and sediments disposed





VEDLEGG 3 - STYRKEVURDERINGER

INTRODUKSJON

Beregninger er utført for å vurdere om heving av U-864 er mulig med hensyn på vrakdelenes styrke. Denne analysen viser vrakets respons ved en gitt belastning. Det er imidlertid viktig å bemerke at spenninger og deformasjoner vil være avhengig av valgt hevingsmetode, utforming av løftklo eller annet løfteutstyr samt statiske og dynamiske laster. Resultatene fra analysen gir ikke et endelig svar på vrakets kapasitet, men de kan brukes til å vurdere gjennomførbarheten av en eventuell heving.

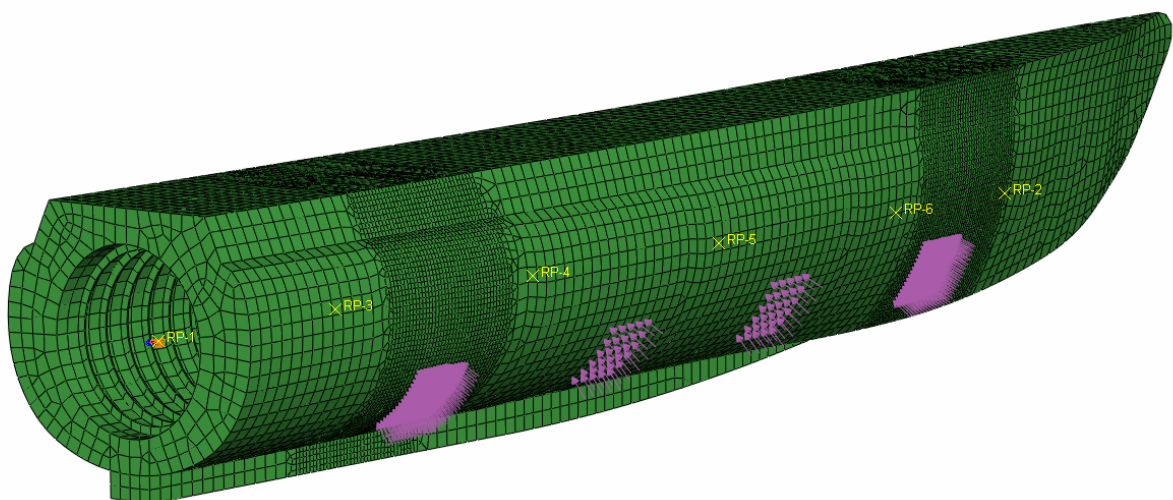
BESKRIVELSE AV ANALYSEN

Det er utført finite-element analyser av U-864s baugseksjon. Det er tatt hensyn til ikke-linearitet i materialer og geometri. Analysen er dermed i stand til å beskrive vrakets respons også når materialets kapasitet er nådd lokalt og strukturen får store deformasjoner.

Modellering av er basert på tilgjengelig tegningsdata. Platetykkelser er redusert basert på tykkelsesmålinger, videoopptak og korrosjonsstudier utført av DNV. Det er usikkerhet knyttet til materialegenskapene til stålet. De samme konservative estimater som ble antatt i DNV Report No. 2005-1425, /1/, er benyttet in denne analysen.

Typisk elementstørrelsen i modellen er 300-350mm, men to områder av skroget er modellert med fint elementnett (ca 120mm) med seks elementer mellom hvert spant. Dette er for å kunne vurdere lokale deformasjoner i disse områdene.

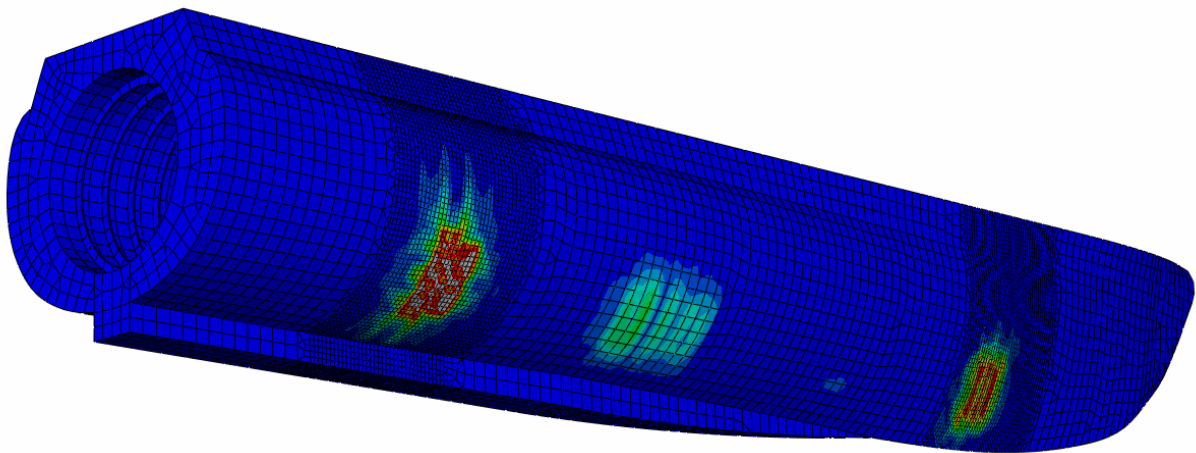
Lastene som virker på modellen er egenvekten og trykk påført på fire områder på hver side av skroget (totalt åtte flater) som vist i Figur 2. For at modellen skal være i likevekt er trykkene skalert innbyrdes. Dette er gjort slik at summen av krefter i vertikal retning på grunn av trykkene er i balanse med egenvekten, og at fordelingen av krefter på de åtte flatene gir momentlikevekt. Dette er gjort ved å analysere baugseksjonen med egenvekt og trykk separat for så å justere trykkene på hver flate til riktig nivå.



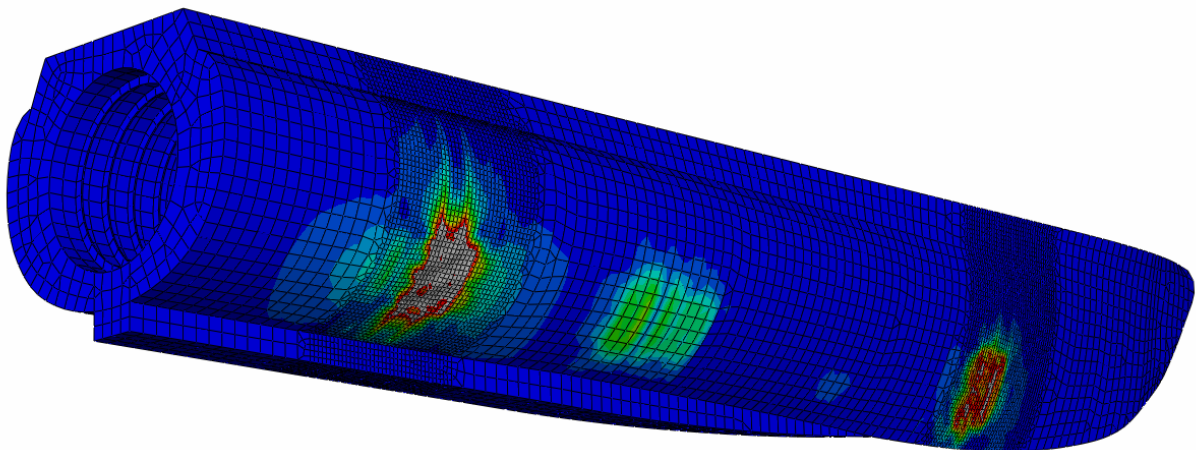
Figur 2 Elementmodell med laster

RESULTATER

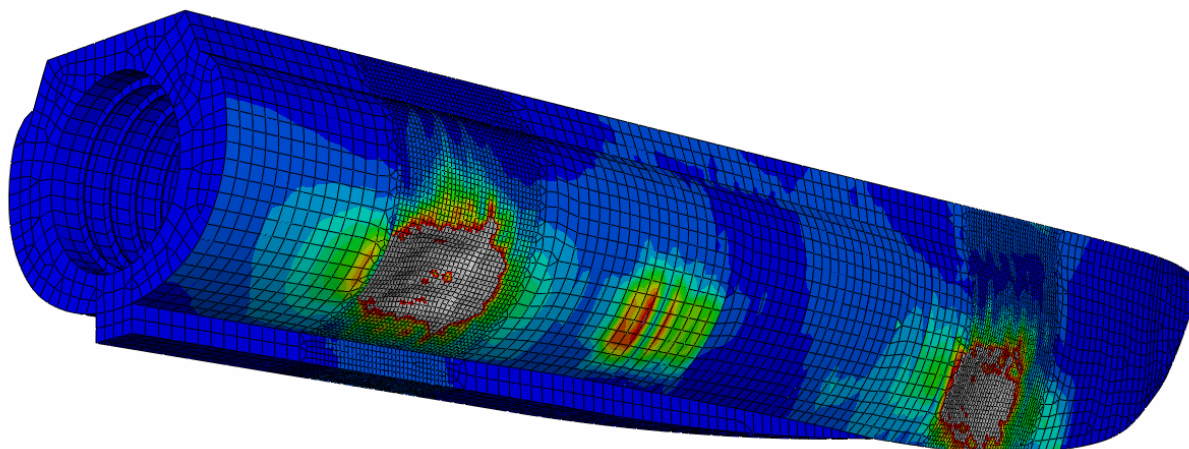
Spenninger og deformasjoner i skroget er vist i for tre ulike stadier i lastpåføringen i Figur 3 til Figur 6. I disse figurene er fargeskalaen tilpasset materialets flytegrense i henhold til forutsetningene i /1/. Det vil si at når materialet belastes utover dette nivået reduseres evnen til å ta opp krefter betraktelig. Figur 6 viser den indre strukturen mellom trykkskroget og profilskroget ved det aktre trykkområde. Her ser vi at spantene er høyt belastet og har store deformasjoner. Disse forskyvningene tilsvarer en total belastning på 593 tonn noe som er langt mindre enn strukturen vil bli utsatt for under en eventuell heving.



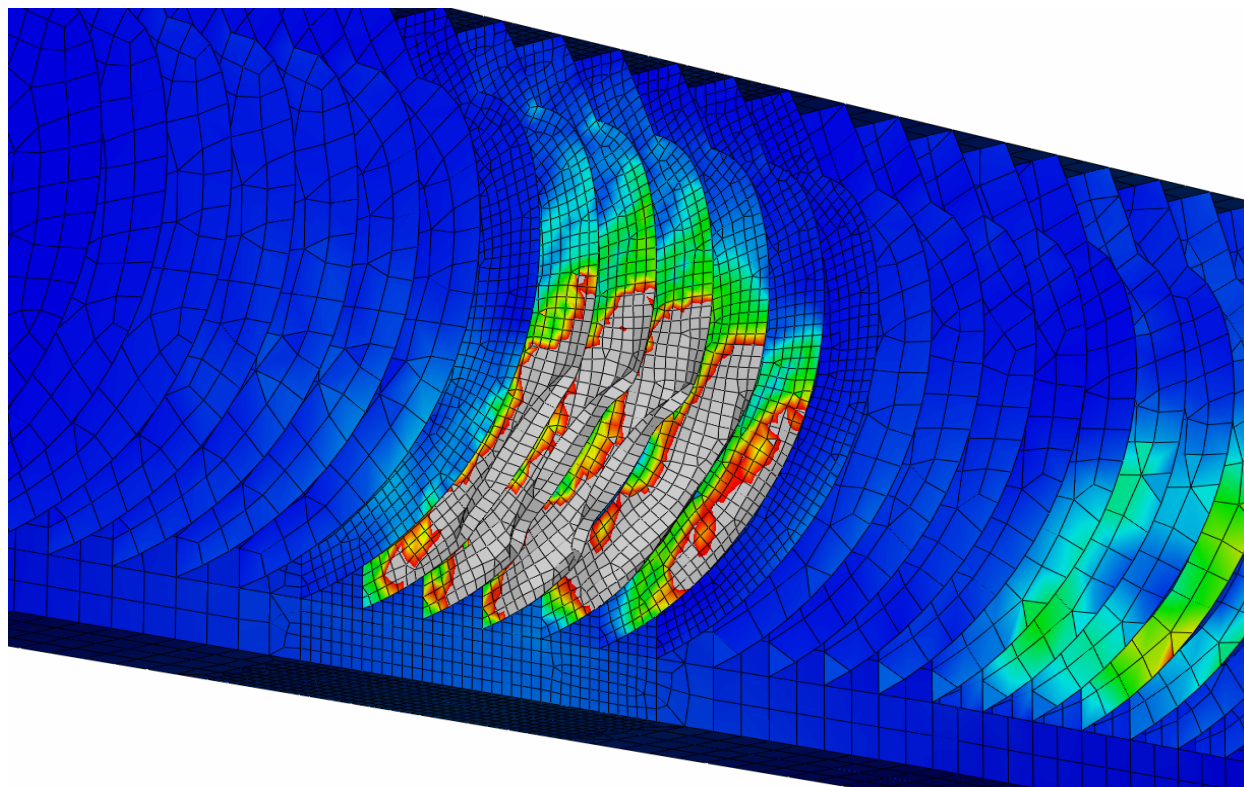
Figur 3 Spenninger og deformasjoner – 258 tonn



Figur 4 Spenninger og deformasjoner – 350 tonn

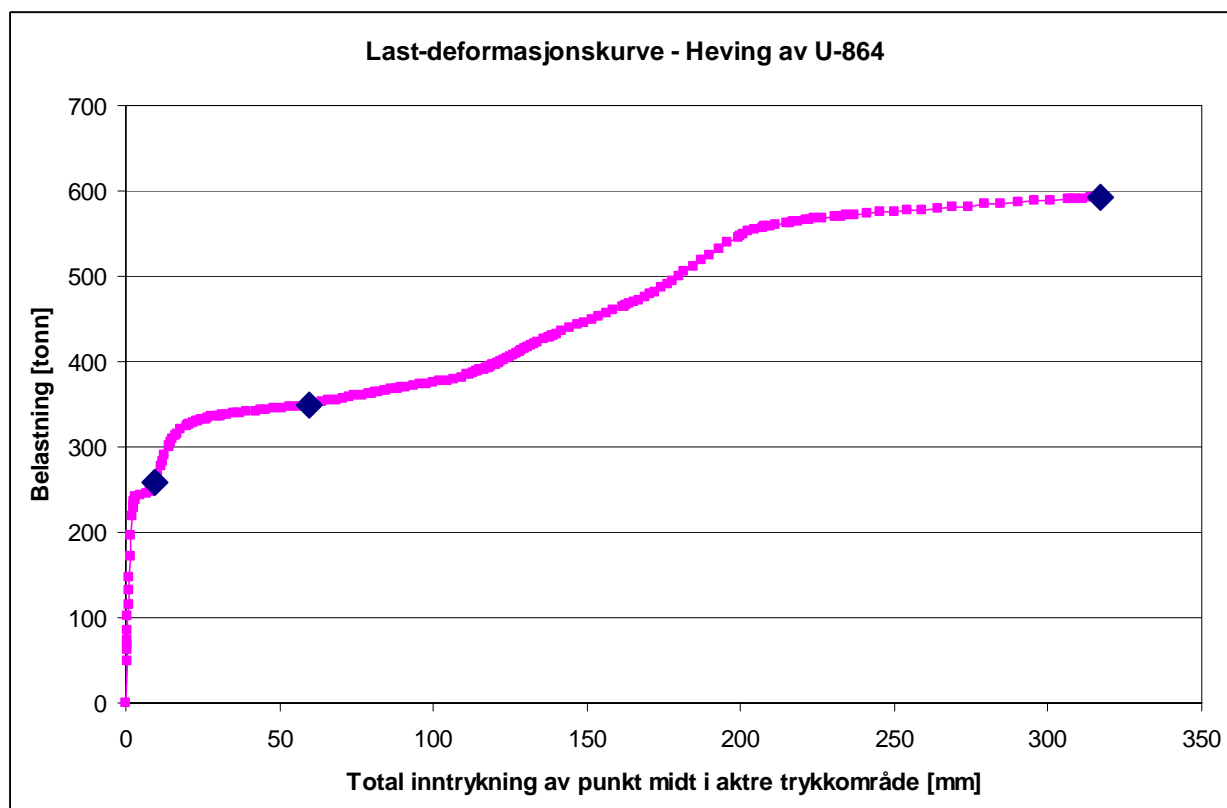


Figur 5 Spenninger og deformasjoner – 593 tonn



Figur 6 Spenninger og deformasjoner – 593 tonn

Last-deformasjonskurven som er vist i Figur 8 viser hvordan stivheten til strukturen endrer seg etter hvert som lasten øker. Her ser vi tydelig hvordan materialet blir overbelastet (250-300 tonn). Deretter øker forskyvningene mye mens responsen gradvis blir stivere (350-550 tonn) før vi når plastisk kollaps og vi forskyvningene øker dramatisk for en relativt liten økning i lasten (550-600 tonn). Strukturen vil deformeres tilsvarende dersom lasten økes utover 600 tonn. Det vil si at profils kroget og spantene vil bli fullstendig sammentrykte dersom den totale belastningen økes til det nivået som er nødvendig for å løfte baugeksjonen til U-864.



Figur 7 Last-inntrykningskurve

KONKLUSJON

Resultatene fra analysen av skrogstyrken til U-864 i forbindelse med en eventuell heving viser at strukturen vil bli utsatt for store belastninger og at heving ved hjelp av en løftklo med fire gripearmer mest sannsynlig vil føre til total eller delvis sammentrykning av profilskrog og spant ved en eller flere av gripeklørne. Dette vil igjen kunne gi brudd og avrivning av skrogplatene. Det bør vurderes hvordan eventuelle resulterende skarpe bruddflater vil kunne påvirke løfteutstyret som benyttes.

Delvis inntrykning av strukturen vil kunne føre til en ustabil likevektssituasjon som kan gi plutselige store deformasjoner ved en liten endring i last.

Trykkskroget er svært solid og dersom profilskrog og spant trykkes fullstendig sammen slik at gripeklørne har stabilt grep på trykkskroget vraket kunne heves uten fare for ytterligere kollaps.

REFERANSER

/1/ DNV Report No. 2005-1425 "Initial strength evaluation of U-864", November 2005



VEDLEGG 4 - VURDERING AV HEVINGSALTERNATIVENE

Evalueringsskriterie:	Underområde evalueringsskriterie	Rangering underområde evalueringsskriterie		Vurdering bak rangering underkriterie		Rangering på evalueringsskriterie	
		Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT
Personellsikkerhet	Dykkeroperasjoner	A	B	Antar at det ikke er planlagt bruk av dykkere	Forventet at det vil være større sjanse for at SMIT vil ha behov for å bruke dykkere pga operasjonens art. Kan være behov for dykkere i seiste fase av løft, bl.a. ifm festing av fine mesh filter. Diving gear ligger inne i utstyrsliste. Kan være til beredskap. Dette er positivt ift fleksibilitet i operasjonen.	A	B
	Overføring av personell mellom fartøy	A	B		Forventes at det vil være behov for overføring av personell i siste fase av løftet.		
	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for personskader	A	B		Ankerhåndteringsprosessen vil bidra til at personell er mer utsatt, men skal kunne gjennomføres på en sikker måte. Siste fase av løftet vil kreve involvering av personell i flere av operasjonene. Sårbarhet for bølger i operasjonen. Utpumping av olje fra vraket Arbeid på arbeidslekter - glatte overflater etter at vrakter plassert på lekter		
Forurensning - lang sikt	Personnel utsettes for forurensning	A	B	Henter opp løse objekter som kan hindre løfteoperasjonen. Vil være en fordel ved posisjonering av gripeblo.	Henter opp løse objekter som kan hindre løfteoperasjonen. Vil være en fordel ved posisjonering av gripeblo. Montering og demontering av fine mesh filter.		
	Spredning av forurensning som vil kunne medføre effekter på lang sikt			Henter ikke opp debris eller løse objekter fra havbunnen	Utpumping av forurensning		
Forurensning - kort sikt (under operasjonen)	Lekkasje av kvikksølv og sedimenter på havbunn	A	B	Gripeblo tar ikke under kjølen. Reduserer sjansen for at kjølen skades. Har fire gripearmer hvilket vil redusere lokale skader. Må løfte over i miljøkontainer.	Gripeblo skal lukkes under kjølen medfører fare for at kjølen og kvikksølvbeholdere ødelegges. SMIT vil bruke målepunkter for å plassere gripeblo i korrekt posisjon. Avstandsklosser vil bidra til å redusere sansynligheten for skader. Sammenbrudd i kjølen vil øke sannsynlighet for at kvikksølv lekker ut. Har to gripearmer. Må løfte over i miljøkontainer	A	B
	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter oppover i vannsøylen	A	B	Miljøkontainer lukker vraket mer, eller mindre inne	Miljøkontainer er vesentlig lavere enn vraket hvilket bidrar til at det ikke evner å fange opp forurensning i tilstrekkelig grad.		
	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten	A	B	Pumper ut vann fra TSB når denne bryter overflaten	Mange operasjoner og lang tid i nærheten av overflaten for å feste fine Mesh filter, fjerne ECV. Risikerer utvasking dersom fine mesh filteret får for stort trykk fra innsiden som følge av at filteret ikke klarer å drener vannet, kan lekke ut mer enn ECV klarer å håndtere.		
	Sediment stabilitet (utglidning)	A	A	Plassering av sugeankre på havbunn, anses ikke som et kritisk punkt. Tyngre gripper enn SMIT Større påvirkning på havbunn ved egenpenetrasjon			
	Oppvirvling av sedimenter på havbunn	A	A	Kloens evne til å penetrere vil påvirke oppvirvling. Spesielt hvis gripeblo må beveges for å penetrere ned i bunnen. Mammoet har ikke nevnt behov for fjerning av gjenstander som kan hindre gripebloen.	Sugeprinsipp på gripper drar masse inn i egne beholdere på ECV. Usikkert hvordan dette fungerer. Forutsetter at jet prinsippet fungerer etter hensikten. Fjerning av løse gjenstander på havbunnen.		
	Håndtering av olje i vraket	B	A	Mammoet har ikke beskrevet spesifikke tiltak for håndtering av oljlekkasje	Mindre kontrollert løft og plassering pga mindre effektiv hivkompensasjon		
	Lekkasje av forurensning under transport	A	A	Ingen opprydding før ankomst til site for tømning. TSB har god evne til å holde på forurensning. Forutsetter at vann nivå i TSB begrenses slik at dette ikke bidrar til ustabilitet eller fare for lekkasje.	Lang transportrute på lekter. Planlegger å starte tømning av vraket på stedet for å redusere risiko for lekkasjer til miljøet under transport.		
	Tømning av ubåt	A	B	Mer kontrollert tømning når det gjøres i et lukket område.	Begge vrakdelene skal behandles på samme lekter, skaper eksponering når den ene delen venter i operasjonsområdet på at del to skal heves. (dette kan man kjøpe seg ut av)		
	Håndtering av miljøfarlige materialer (ink olje og Hg)	A	B	Mer kontrollert tømning når det gjøres i et lukket område. All tømning gjennomføres i lukket område	Arbeidet gjennomføres på lekter.		
	Operasjonell sikkerhet og gjennomførbarhet	Robusthet i løftefartøy (begrensninger ift stabilitet, vekt ++)	A	B	Hiv kompensering. Utvidbart løftesystem for å øke løftekapasitet.	Større begrensninger i løftekapasitet og krav til værvindu. hos SMIT enn hos Mammoet. (kan kjøpe seg mer løftekapasitet)	A?
ROV operasjoner		A	A	ROV operasjoner er lite beskrevet	ROV operasjoner er beskrevet i tilbudet		
Gripeblo - Stabilitet på vrak under løft		A	A	Klørne griper ikke helt rundt, hvilket medfører at det kun løftes i profilskrog. Kan gi deformasjon av skrog. Men løft støttes av hydro bellows. Vil likevel gi mye kraft i nedre kant av gripeblo. Usikkert om hydro bellows vil være i stand til å skape den vertikale løftekraften som trengs. Trenger mer kraft for å holde klørne samlet på grunn av kraft kommer fra siden.	Dersom SMIT klarer å løfte under vil en ha den nødvendige løftekraften. Hvis en av klørne ikke får tilstrekkelig tak blir vraket mindre stabilt i lengderetningen, avhengig av hvor hardt en klemmer.		
Gripeblo - Strukturell påvirkning, krav til reststyrke i vrak		A	B	Fire klør og safety hook. Ser ut til å ha tatt hensyn til å skåne kjølen. Mindre følsomhet som følge av flere klør.	To klør, ingen safety hook.		
Gripeblo - Posisjonering før løfting av vrak		A	B	Bruker ledewire via ankre for å posisjonere gripeblo gir bedre evne til å justere.	Må bruke taklift for å posisjonere gripper. Planlagt støttet av ROV (avhenger av strøm) kan håndtere vridning men evnen til sideveis forskyvning er usikker. (kan kjøpes, eks. ved å montere gripeankre)		
Gripeblo - Evne til å gripe rundt vraket (ink gjennomtrengningsevne i sjøbunn)		B	A	Uklart om gripebloen vil klare å penetrere sjøbunnen	Har jet system og fjerning av større objekter som kan hindre posisjonering av gripeblo		
Håndtering av vekt endring og centre of gravity (COG) (vannfylling/luftfylling i vrak)		A	B	Fire klør gjør at en er mer robust ift å treffe COG. Større avstand mellom krokene gir større fleksibilitet ift å treffe COG. Opererer med + 11 meter nøyaktighet på COG	Konstruksjonen har en liten arm hvilket gjør det mer følsomt for avvik fra COG. Kan se ut som dette kommer av bredden på løfteaket (krokavstanden) på taklift4. Spesielt følsomt i forbindelse med tømning av vraket.		
Mengde utstyr / involverte fartøy		A	B	Løftelekter, Semi-submersible barge, miljølekter.	Ankerhåndteringsfartøy (AHV), Taklift4, Work Barge, Tugs and aux vessels		

Evalueringsskriterie:	Underområde evalueringsskriterie	Rangering underområde evalueringsskriterie		Vurdering bak rangering underkriterie		Rangering på evalueringsskriterie	
		Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT	Mammoet	SMIT
	Gjennomføringstid og værwindu	A	B	Mindre følsomhet for bølgehøyde enn SMIT. Tid for å deballastere og ballastere semi-submersible. Kan være deballastert før vraket når overflaten. Ballastering tar ikke mange timer inntil de er i kontakt, da blir værfølsomheten vesentlig redusert. Stor følsomhet i denne fasen (anter ca 0,5m bølgehøyde max)	Mye operasjoner ved overflaten skaper stor følsomhet ift værwindu. (montering av fine mesh filter, tømming av vrak, deballastering av ECV) 4-24+ kommer i tillegg til Mammoets løftetid.	A	B
	Oppsamlingsenhet (utstyr for oppsamling av utslipp fra vrak under heving)	A	B	Vesentlig større høyde på sidevegger enn hos SMIT	Usikkert hvordan fine mesh filter vil fungere, og er kun relevant ved overflaten		
	Operasjoner på havbunn	A	A	Setter ut sugeankre	Fjerne løse gjenstander som kan hindre gripeklør, utlegging av ankre og kjetting for posisjonering. Usikkert om kjetting vil strekkes inn i det forurensete området.		
	Håndtering av sugekrefter	A	B	Skal løftes forsiktig ut av sjøbunnen. Gripeklørene vil bidra til å redusere sugekraftene. Totalt vil maksimal sugekraft utgjøre ca 10% av vrakets vekt. Har hiv kompensering, hvilket reduserer risiko for rykk Har mer løftekapasitet	Skal løftes forsiktig ut av sjøbunnen. Gripeklørene vil bidra til å redusere sugekraftene. Totalt vil maksimal sugekraft utgjøre ca 10% av vrakets vekt		
	Sjøsikring ved transport	A	A	Ligger i TSB, vraket vil ligge i krybbe i TSB. TSB må sikres på transportfartøy.	Sveises på festeordning på vrak når plassert på arbeidslekter		
	Transportrute til deponering	A	A	Foreslått frakt til Hanøytangen (Askøy)	Frakte work barge til Nederland. Burde ikke være noe problem så lenge det er sjøsikret tilstrekkelig.		
	Transportutstyr (fartøy/lektere) (begrensninger ift stabilitet, bølgehøyde, vekt ++)	A	A	Hastighet på transport (18 knop) reduserer eksponeringstid. Ingen vesentlig forskjell på stabilitet mellom de to alternativene			
Fleksibilitet	Redundancy/ nød operasjoner / fall back muligheter	A	B	Har større løftekapasitet hvilket gir større fleksibilitet i løftet enn SMIT. Redundancy i operasjonen tilsvarende for begge alternativene, Mammoet har langt høyere hastighet på løftet og på senking av vraket, men total tid er omtrent lik som for SMIT		A	B
Generelt	Hensyn/håndtering av eksplosiver			Ikke avklart i tilstrekkelig grad når dette skal foregå	Har satt av tidsrom for fjerning av eksplosiver i planen	A	A
	Modenhet på hevingsprosess			Gripekloen virker ikke moden, og flere av fagekspertene er usikre på om den vil kunne fungere som forutsatt.	Bruken av fine mesh filter er en innovasjon der det er en del usikkerhet rundt om denne vil fungere som forutsatt		
	Kompletthet i løsning						
	Hensyn til levninger						
	Hensyn til historiske gjenstander						
Faktorer som kan bedres gjennom økning av kostnader					Økning av løftekapasitet vil ha vesentlig betydning på gjennomføringsprosessen. Dersom kapasiteten øker kan ECV størrelse øke og en kan unngå stopp på 10m. Dette vil ha vesentlig betydning for overordnet vurdering av SMITs løsning.		



VEDLEGG 5 - RISIKOVURDERING AV HEVINGSALTERNATIVENE



Vedlegget inneholder en oppsummering av resultatene etter risikoanalysen av hevingsalternativene.

Vedlegget er delt inn i fire deler

- Definisjon av sannsynlighet og konsekvensskala for risikomålene, personelsikkeret, operasjonell sikkerhet og gjennomføring, miljørisiko lang sikt, miljørisiko kort sikt.
- Risikomatriks som viser risikoenes (angitt ved risiko ID) kritikalitet mot hvert av målene for hvert hevingsalternativ.
- Risikoliste sortert på risiko ID.
- Detaljert beskrivelse av samtlige risikoer.

De følgende skalaene brukes for å tilordne en risiko henholdsvis sannsynlighet og konsekvens. Skalaen er på engelsk da samme formulering er benyttet av bergingsaktører i deres egne risikovurderinger av de tilbudte hevingskonseptene, og i risikovurderingene som er foretatt av ekspertene i forbindelse med tilleggsutredninger, blant annet relatert til eksplosiver.

Table 1 Skala som benyttes for å tilordne sannsynlighet

Likely	>50% Expected during an operation of this type.
Reasonably probable	10% < p < 50% May be expected during an operation of this type.
Unlikely	0,5% < p < 10% May occur but not to be expected during an operation of this type.
Remote	0,01% < p < 0,5% Possible but with very low probability.
Extremely Remote	0,0001% < p < 0,01% No experience that this has occurred.
Theoretically Possible	0,00001% < p < 0,0001% Only theoretically possible. No experience that this has occurred.

Table 2 Skala som benyttes for å tilordne konsekvens til risikomålene Operasjonell (OSAFE) og Personell (PSAFE) sikkerhet.

No/ minor consequence	Personnel:	Personnel injury without medical certificate.
	Operational:	No substantial damage to equipment. Cost less than 100.000 NOK. No delay.
Low consequence	Personnel:	Personnel injury with medical certificate, but not permanent injured.
	Operational:	Damage to equipment: 100.000 < NOK < 1.000.000. Delay < 3days.
Considerable consequence	Personnel:	Personnel injury with medical certificate > 1 month, permanent injury or fatality. Situations that <i>might</i> result in the mentioned result.
	Operational:	Damage to equipment: 1.000.000 < NOK < 10.000.000. Delay < 1 week.
Large consequence	Personnel:	Considerable Personnel injury and/or fatalities (> 1 person).
	Operational:	Loss of vessel/equipment. Operation aborted, considerable delays < 1 month. Needs re-planning.
Severe consequence	Personnel:	A greater number of fatalities and injured.
	Operational:	The operation fails. Considerable delay. Re-planning before restart of the project. Loss of main equipment.



Table 3 Skala som benyttes for å tilordne konsekvenser til miljørisiko på kort (ENVST) og lang (ENVLT) sikt .

No/ minor consequence	Short term (During operation)	<p>The incidence gives <u>no spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by no measurable effects on neither water nor sediment quality (for example background values as measured by turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>no expected negative effects on the ecosystem</u> (no acute toxic effects). This means that the water concentration and/or sediments concentration is not expected to exceed Category III (maximum 0.071 µg/l for water and maximum 0.86 mg/kg for sediments).</p> <p><u>No expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
	Long term	<p>The incidence gives <u>no spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by no measurable effects on neither water nor sediment quality (for example background values as measured by turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>no expected negative effects on the ecosystem</u> (no chronic effects). This means that the water concentration and/or sediments concentration is not expected to exceed Category II (maximum 0.048 µg/l for water and maximum 0.63 mg/kg for sediments).</p> <p><u>No expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
Low consequence	Short term	<p>The incidence gives <u>some spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the short term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>no expected negative effects on the ecosystem</u> (no acute toxic effects). This means that the water concentration and/or sediments concentration is not expected to exceed Category III (maximum 0.071 µg/l for water and maximum 0.86 mg/kg for sediments).</p> <p><u>No expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
	Long term	<p>The incidence gives <u>some spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the long term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>no expected negative effects on the ecosystem</u> (no chronic effects). This means that the water concentration and/or sediments concentration is not expected to exceed Category II (maximum 0.048 µg/l for water and maximum 0.63 mg/kg for sediments).</p> <p><u>No expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
Considerable consequence	Short term	<p>The incidence gives <u>spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the short term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>expected acute effects on the ecosystem</u>. This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as in Category IV (maximum 0.14 µg/l for water and maximum 1.6 mg/kg for sediments).</p>



TEKNISK RAPPORT

		<p>No <u>expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
	Long term	<p>The incidence gives <u>spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the long term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are expected chronic effects on the ecosystem. This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as in Category III (maximum 0.071 µg/l for water and maximum 0.86 mg/kg for sediments).</p> <p>No <u>expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which may have accumulated additional mercury due to the event.</p>
Large consequence	Short term	<p>The incidence gives <u>severe spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the short term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are <u>expected acute effects on the ecosystem</u>. This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as in Category V (maximum 0.14 µg/l for water and maximum 1.6 mg/kg for sediments).</p> <p>No <u>expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which have accumulated additional mercury due to the event.</p>
	Long term	<p>The incidence gives <u>severe spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the long term (as measured by for example turbidity or sediment traps)</p> <p>There are expected <u>long term effects</u> on the ecosystem. This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as in Category IV (maximum 0.14 µg/l for water and maximum 1.6 mg/kg for sediments).</p> <p><u>Expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which have accumulated additional mercury due to the event.</p>
Severe consequence	Short term	<p>The incidence gives <u>severe spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the short term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are expected <u>severe acute effects on the ecosystem</u>. This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as 5 times Category V (maximum 0.7 µg/l for water and maximum 8 mg/kg for sediments)¹.</p> <p><u>Expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which have accumulated additional mercury due to the event.</p>
	Long term	<p>The incidence gives <u>severe spreading of mercury</u> outside the remediation area. This is shown by measurable or visible effects on water and/or sediment quality in the long term (as measured by for example turbidity or sediment traps).</p> <p>There are expected <u>severe long term effects on the ecosystem</u> This means that the water concentration and/or sediments concentration is expected to be as far as 5 times Category V (maximum 0.7 µg/l for water and maximum 8 mg/kg for sediments)¹.</p> <p><u>Expected negative effects on human health</u> due to consumption of fish and shellfish which have accumulated additional mercury due to the event.</p>



En risiko er definert som produktet av sannsynlighet for at en hendelse inntreffer og konsekvensen dersom den inntreffer. En risikos kritikalitet øker fra nedre venstre hjørne (theoretically possible og minor consequences) til over høyre hjørne (likely og Severe consequences). Risiker i det grønne området vurderes som ubetydelige (*insignificant*), risikoer i det gule området vurderes som signifikante (*significant*), og risikoer i det røde området vurderes som kritiske (*critical*).

Matrisene under viser hvordan risikoene er rangert i forhold til hver av risikomålene for hvert av de to hevingsalternativene. Tallene i matrisene referer til risiko ID, som er angitt i tabellen under. Resultatene er hentet fra DNVs risikoverktøy EasyRisk Manager. Fra dette verktøyet kan Kystverket, eller DNV hentes ut ulike oversikter over risikobildet, avhengig av hva Kystverket ønsker å adressere.

I den detaljerte oversikten over resultatene fra risikoanalysen er risikonivået relatert til hevingskonseptet fra SMIT angitt i matrisene med en **blå prikk**, og risiko relatert til hevingskonseptet fra Mammoet angitt i matrisene med **rosa prikk**.



TEKNISK RAPPORT

Mammoet, Personellsikkerhet

Likely					
Reasonably Prob					
Unlikely			108		
Remote		73	70, 71, 98, 107, 116, 130	100, 101	
Extremely Remote		68, 69, 89	164, 165		
Theoretically Possible			113		167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

Mammoet, Operasjonell sikkerhet og gjennomføring

Likely					
Reasonably Prob			154	80	
Unlikely		74, 88, 95	103, 109	82, 84	
Remote	90	70, 98	71, 79, 163	87, 156	96
Extremely Remote	81	77	68, 69, 89, 102, 164, 165		
Theoretically Possible					167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe



TEKNISK RAPPORT

Mammoet, Miljørisiko lang sikt

Likely					
Reasonably Prob	93	80			
Unlikely	82, 88, 95	85, 103			
Remote	97, 162	90, 94, 96, 106			
Extremely Remote	77, 81	164			
Theoretically Possible		78	167		
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

Mammoet, Miljørisiko kort sikt

Likely					
Reasonably Prob		93	80		
Unlikely		82, 83, 86, 88, 95	85, 103		
Remote		72, 75, 79, 104, 162	90, 97, 116, 168	94, 96, 106	
Extremely Remote	77, 89, 165	81, 105	164		
Theoretically Possible			78	167	
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe



TEKNISK RAPPORT

SMIT, Personellsikkerhet

Likely					
Reasonably Prob					
Unlikely			107, 108, 116		
Remote		68, 89	70, 73, 98, 130	100, 101	
Extremely Remote		69	113, 164, 165		
Theoretically Possible					167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

SMIT, Operasjonell sikkerhet og gjennomføring

Likely					
Reasonably Prob			154		
Unlikely	81	88, 95, 159	79, 103, 109, 163	80, 82, 87, 102	
Remote		70, 74, 98	68, 84, 89		96
Extremely Remote		77	69, 90, 164, 165	155	
Theoretically Possible					167
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe



TEKNISK RAPPORT

SMIT, Miljørisiko lang sikt

Likely					
Reasonably Prob	93	106			
Unlikely	81, 82, 88, 95, 97	80, 85, 94, 103			
Remote	162	96			
Extremely Remote	77	90, 164			
Theoretically Possible		78	167		
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe

SMIT, Miljørisiko kort sikt

Likely					
Reasonably Prob		72, 93, 105		106	
Unlikely		75, 79, 81, 82, 86, 88, 95, 104	80, 85, 97, 103, 116, 159, 168	94	
Remote	89	83, 84, 158, 162		96	
Extremely Remote	77, 165		90, 164		
Theoretically Possible			78	167	
Prob Cons	Minor	Low	Conciderable	Large	Severe



TEKNISK RAPPORT

Tabell 6 Risikoliste sortert på Risiko ID

Risiko ID	Risikotittel	Kritikalitet SMIT	Kritikalitet Mammoet
R-0068	Kollisjon med andre fartøy under mobilisering -> Vesentlige tap eller skader på fartøy	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0069	Grunnstøting eller berøring av objekter i, under eller over sjøen -> Vesentlige tap eller skader på fartøy, utsettelse eller avbrudd av operasjonen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0070	Uhell i forbindelse med utsetting av gripeklo eller Miljøcontainer -> personellskader	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0071	Overbelastning av Crawler cranes ->kran faller over bord og personell i kran skades/drukner	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0072	Plassering av ankre på havbunnen -> sedimentutglidning og oppvirvling av forurensete masser som spres utenfor tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0073	Uhell i forbindelse med utsetting og justering av ankre -> personellskader	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0074	For langt opphold i splash-zonen ved utsetting av Miljøcontainer -> skade på Miljøcontainer og/eller overbelastning av løfteutstyr	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0075	Ukontrollert plassering av Miljøcontainer på havbunn -> vesentlig oppvirvling av sedimenter og spredning utenfor tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0077	Miljøcontainer settes ned på uegnet sted -> ustabilitet og/eller skader container	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0078	Posisjonering av Miljøcontainer utløser ras i området -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0079	Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig skade på vrak og/eller forskyvning av vrakets posisjon	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0080	Gripeklo evner ikke å penetrere havbunnen som forutsatt -> kloen når ikke rundt vraket som forutsatt	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0081	Kjølen skades når gripeklo lukkes -> kvikksølvflasker knuses og kvikksølv frigjøres	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0082	Gripeklo skaper ustabilitet i vraket når den føres ned i sjøbunnen -> vraket velter og kan ikke gripes som forutsatt	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0083	Profilsjakk overbelastes og gir etter for trykket i Gripper -> Olje lekker ut av vraket og får miljøkonsekvenser	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0084	Gripeklo har ikke tilstrekkelig anleggsflate mot bærende strukturer i vraket -> vesentlige deformasjoner i profilsjakk og problemer med gjennomføring av løfteoperasjonen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0085	Ras utløses som følge av at vraket løftes ut av sedimentene -> forurensete masser spres utover tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0086	Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> stor oppvirvling av forurensete masser når vrak frigjøres	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0087	Tyngdepunkt faller utenfor toleranseområdet under løft ut av sjøbunn eller heving til overflaten -> kapasitet eller stabilitetsproblemer under løft og overbelastning av løftesystem	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0088	Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som ikke krever at gripeklo åpnes -> skader på vraket og utsipp av kvikksølv	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0089	Manglende eller ikke tilstrekkelig hiv-kompensering i forbindelse med løft ut av havbunnen -> overbelastning og skade på løfteutstyr og/eller vrak	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0090	Feil i posisjoneringssystemet eller maskineriet til løftefartøyet under løft ut av havbunnen -> mister evne til å holde posisjonen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0093	Vraket flyttes med helning mot bruddsone -> Store mengder kvikksølv og forurensete sedimenter renner ut av vraket når det flyttes over til Miljøcontainer	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0094	Miljøcontainer påføres skader før eller når den kobles til gripeklo med vrak-> Miljøcontainer lekker store mengder forurensning på vei oppover i vannsøylen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0095	Forverring i værforhold utenfor akseptansesgrenser før løft når vrak med miljøcontainer er hevet over havbunn -> vrak må settes ned på havbunn midlertidig	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0096	Mekanisk eller elektrisk feil i løfteutstyr under heving -> hevingsprosess stoppes og wire må kuttes	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0097	Løsmasser og/eller gjenstander faller ut av vraket under heving og fanges ikke opp av Miljøcontainer -> vesentlige mengder forurensning spres utenfor tiltaksområdet på vei oppover i vannsøylen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0098	Uventede bevegelser i løftelekter -> personell kommer i klem i maskineri i bevegelse	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0100	Uhell ved dykkeroperasjoner -> alvorlig personellskade eller død	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE



TEKNISK RAPPORT

Risiko ID	Risikotittel	Kritikalitet SMIT	Kritikalitet Mammoet
R-0101	Uhell ved operasjoner som involverer strand jack wire -> alvorlig personellskade	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0102	Tyngdepunkt på vrak inkludert miljøcontainer er feilvurdert eller endres vesentlig under løft ut av sjøen -> overbelastning og skader på løftesystem, deformasjon av vrak, forskyvninger av løft	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0103	Dårlig synkronisering mellom lekter og løftefartøy under sammenkobling -> vesentlige skader på Miljøcontainer og lekkasje av forurensning	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0104	Uhell ved pumping av vann fra Miljøcontainer til lekter -> kvikksølvforurenset vann lekker ut i vannmassene	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0105	Urolig overflate ved løfting av vrak gjennom splash zone -> kvikksølvforurensning vaskes ut og spres	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0106	Forurenset vann, løsmasser eller annen forurensning faller ut av vraket når det løftes ut av sjøen og fanges ikke opp av miljøcontainer eller andre tiltak -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0107	Uhell i forbindelse med overføring av personell mellom fartøy -> Personellskade	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0108	Uhell i forbindelse med klargjøring av vraket for transport -> vesentlige personellskader	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0109	Skade og/eller forskyvning av vraket under transport -> ustabilitet i transport og vesentlige skader på vrak	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0113	Manglende beskyttelse mot forurensning under klargjøring for transport -> forgiftning eller andre personellskader	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0116	Vesentlige uhell ved tømning av vraket -> Forurensingsskade på personell og/eller lekkasje til naturen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0130	Hurtig negativ endring av værforhold -> Skade på personell	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0154	Dårlige værforhold -> bergingsoperasjonen blir vesentlig forsinket	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0155	Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> skade på kjølen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0156	Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som krever reposisjonering av gripeklo -> ustabilitet eller skader på vraket	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0158	Brudd i sugeslange eller i tilkobling mellom slange og gripeklo eller ECV -> Forurensede sedimenter fra jet penetreringssystem spres utenfor tiltaksområdet	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0159	Tank i ECV ikke tilstrekkelig til å romme sedimentene som suges ut ved posisjonering av gripeklo -> lekkasje og vesentlig forsinkelse av løfteoperasjon	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0162	Uhell under behandling av vraket etter at det er flyttet inn i beskyttet farvann -> olje eller annen forurensning lekker ut	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0163	Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig forsinkelse ved gjennomføring av operasjonen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0164	Bevegelser, eller vesentlige påvirkninger på skrog under frigjøring fra havbunnen, eller heving -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer under havflaten	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0165	Flytting, bevegelse eller annen påvirkning -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer over vann	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0167	Ytre påvirkning fra personell eller utstyr -> Eksplosiver i torpedo detonerer over vann	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE
R-0168	Sjøgang og/eller dårlig vær under transport -> forurensning skylles ut i naturen	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE	PSAFE ENVLT ENVST OSAFE



;Risk: Kollisjon med andre fartøy under mobilisering -> Vesentlige tap eller skader på fartøy

ID	R-0068
Name	Kollisjon med andre fartøy under mobilisering -> Vesentlige tap eller skader på fartøy
Description	<p>Operasjon kan bli utsatt/avbrutt</p> <p>Brudd eller tap av kontroll over slep</p> <p>Tap av motorkraft</p> <p>Ikke forventet at det oppstår vesentlige personskader som følge av dette.</p> <p>SMIT: Flere fartøy enn Mammoet i forbindelse med ankerhåndtering. Ellers relativt like.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Extremely Remote
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	1 Preliminary study



Risk: Grunnstøting eller berøring av objekter i, under eller over sjøen -> Vesentlige tap eller skader på fartøy, utsettelse eller avbrudd av operasjonen

Personnel SAFETY [PSAFE]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0069		
Name	Grunnstøting eller berøring av objekter i, under eller over sjøen -> Vesentlige tap eller skader på fartøy, utsettelse eller avbrudd av operasjonen		
Description	Brudd eller tap av kontroll over slep Tap av motorkraft. Ingen vesentlig forskjell mellom konseptene.		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Extremely Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low		
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable		
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Extremely Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low		
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable		

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation
	1 Preliminary study



Risk: Uhell i forbindelse med utsetting av gripeklo eller Miljøcontainer -> personellskader

ID	R-0070
Name	Uhell i forbindelse med utsetting av gripeklo eller Miljøcontainer -> personellskader
Description	<p>Smit: Smit vil feste gripeklo og miljøcontainer fra arbeidslekter, hvilket krever minimal løftehøyde før dette senkes ut i sjøen.</p> <p>Mammoet: Mammoet vil i følge sine tegninger løfte og feste dette ved hjelp av crawler cranes på løftelekter - usikkert hvor stor løftehøyde som kreves for å gjennomføre dette. Konsekvenser kan bli større som følge av at det er større løftehøyde.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Low
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	Noe høyere enn hos SMIT, men innenfor samme sannsynlighetsområde
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Low

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for pe
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation



Risk: Overbelasting av Crawler cranes ->kran faller over bord og personell i kran skades/drukner

Personnel SAFETY [PSAFE]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0071		
Name	Overbelasting av Crawler cranes ->kran faller over bord og personell i kran skades/drukner		
Description	Kun relevant for Mammoet		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:			
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]			
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Remote	Har forekommet	
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]		Conciderable	
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]		Conciderable	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for pe
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation



Risk: Plassering av ankre på havbunnen -> sedimentutglidning og oppvirvling av forurensede masser som spres utenfor tiltaksområdet

ID	R-0072
Name	Plassering av ankre på havbunnen -> sedimentutglidning og oppvirvling av forurensede masser som spres utenfor tiltaksområdet
Description	<p>SMIT: Posisjoneringsankrene vil plasseres langt fra tiltaksområdet. Ankerkjettingens plassering på havbunnen vil være vesentlig. Bevegelsene i lekteren vil føre til at kjettingen beveger seg på havbunnen. Dersom kjettingen ligger innenfor tiltaksområdet kan dette innebære oppvirvling av forurensede sedimenter og spredning utenfor tiltaksområdet.</p> <p>Mammoet: Vil plassere guide ankre i nærheten av vraket. Spesielt relevant i forhold til forseksjonen</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Reasonably Prob
Consequence:	Ankre er utenfor tiltaksområdet. Kan få oppvirvling fra kjettinger til ankere ved dårlig vær og ved utlegging av kjetting.
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	Low Forventer ingen utglidning, kun oppvirvling på sjøbunn.
Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	Ikke forventet at et anker kan sette ut ras. Små ankre og kontrollerbarhet. Skal stå stille.
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	Low
Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Oppvirvling av sedimenter på havbunn
	Sediment stabilitet (utglidning)
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation



Risk: Uhell i forbindelse med utsetting og justering av ankre -> personellskader

ID	R-0073
Name	Uhell i forbindelse med utsetting og justering av ankre -> personellskader
Description	<p>SMIT: Posisjoneringsankre for posisjonering av lektre. Dette er en vesentlig større operasjon enn guide ankre som benyttes hos Mammoet. Ankrene skal benyttes for reposisjonering av lektre i forbindelse med løfteoperasjonen.</p> <p>Mammoet; Utsetting av Guide ankre for posisjonering og styring av gripeklo og TSB</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Remote Forutsetter at rutiner følges Consequence: Conciderable Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Løfter guide ankre rett ut over siden. Lite strekk krefter Consequence: Low Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for pe
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation



Risk: Miljøcontainer settes ned på uegnet sted -> ustabilitet og/eller skader container

Environment Long Term [ENLVT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0077				
Name	Miljøcontainer settes ned på uegnet sted -> ustabilitet og/eller skader container				
Description	<p>Ustabilitet som følge av</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plassering på stein eller fjell - Plassering opp på større vrakrester - Plassering i ustabile sedimenter <p>Kan oppstå skader, eks som følge av:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plassering på kvikksølvcontainere - Plassering på eksplosiver <p>Problemer med å koble til gripeklo etter at vraket er løftet opp. Kan risikere å måtte plassere vrak ned på bunnen -> oppvirvling/forurensning/ økt sannsynlighet for skade på skrog</p> <p>SMIT: Tankene i ECV kan i værste fall punkteres. Har jevn flate under ECV. Planlegger å undersøke området ved og rundt vrak før operasjon og fjerne vrakrester fra dersom disse kan komme i konflikt med operasjonen. Reduserer sannsynlighet for at det ligger vrakrester i veien for plasseringen av ECV</p> <p>Mammoet: Forutsetter at Mammoet også har intensjon om å undersøke området for plassering av TSB med ROV før TSB plasseres på havbunnen. Bruk av spyd under Miljøcontainer kan øke sannsynlighet for å få problemer med gjenstander/fjell i havbunnen</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote		Seighet i stålet medfører at det skal en del til før det lages hull. Mindre og lettere enn Mammoets. Noe mindre sannsynlighet, men innenfor samme område.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENLVT]			Minor		
Environment Short Term [ENVST]			Minor		
Operational SAFETY [OSAFE]			Low		
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote		Spydene øker følsomhet ift penetrasjon for å plasseres vannrett.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENLVT]			Minor		
Environment Short Term [ENVST]			Minor		
Operational SAFETY [OSAFE]			Low		
			Mindre oppvirvling av sedimenter		

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Sediment stabilitet (utglidning)
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation
	2.1a Release from seabed



Risk: Posisjonering av Miljøcontainer utløser ras i området -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet

ID	R-0078
Name	Posisjonering av Miljøcontainer utløser ras i området -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet
Description	Spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet Problemer med kobling mellom vrak og gripeklo.
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Theoretically Possible Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Low Environment Short Term [ENVST] Conciderable Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Theoretically Possible Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Low Environment Short Term [ENVST] Conciderable Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Sediment stabilitet (utglidning)
	Lekkasje av kvikksølv og sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation
	2.1a Release from seabed



Risk: Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig skade på vrak og/eller forskyvning av vrakets posisjon

ID	R-0079
Name	Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig skade på vrak og/eller forskyvning av vrakets posisjon
Description	<p>Konsekvenser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gripeklo skader skroget - Gripeklo feilplasseres ift tyngdepunkt - Vraket dyttes og får mer roll -> kjølen mer utsatt for skade fra gripekloen <p>SMIT:</p> <p>Planlegger å styre gripeklo ved hjelp av ROV. Usikkert om ROV vil være i stand til å håndtere vekten av gripeklo (ca 200t) i tilstrekkelig grad. Øker sannsynlighet for at det oppstår problemer.</p> <p>Mammoet:</p> <p>Guide wire henger seg opp i vrakdeler -> problemer med posisjonering av gripeklo Manglende feste i guide-ankre under plassering av gripeklo -> løsner og gir forskyvning av gripeklo</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Unlikely
Consequence:	Ikke forventet at ROV kan skve gripeklo, men forventet at den kan dreie gripeklo.
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	Low
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	Bedre system og større presisjon enn SMIT
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	Low
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Gripeklo evner ikke å penetrere havbunnen som forutsatt -> kloen når ikke rundt vraket som forutsatt

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0080				
Name	Gripeklo evner ikke å penetrere havbunnen som forutsatt -> kloen når ikke rundt vraket som forutsatt				
Description	<p>Gripearmer når ikke under vraket. Må bevege klo frem og tilbake -> oppvirvling av sterkt forurensede sedimenter, bevegelsene kan føre til skade skroget SMIT: Bruker Jet system med sugeslanger for å penetrere bunnen.</p> <p>Mammoet: Usikker på om "Dig plates" fungerer som forutsatt.</p> <p>Kan i værste fall bli nødvendig å muddre for å få tilstrekkelig grep rundt ubåten.</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Large				
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Reasonably Prob		Fire klør som skal penetrere havbunnen.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Large				

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Oppvirvling av sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Kjølen skades når gripeklo lukkes -> kvikksølvflasker knuses og kvikksølv frigjøres

Environment Long Term [ENVLT]	Environment Short Term [ENVST]	Operational SAFETY [OSAFE]
ID	R-0081	
Name	Kjølen skades når gripeklo lukkes -> kvikksølvflasker knuses og kvikksølv frigjøres	
Description	<p>Kan blant annet komme som følge av feil antakelser av posisjonen på gripekloen i forhold til kjølen når klørne lukkes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kjølen kan bli sterkt skadet. - Kvikksølvbeholdere, fritt kvikksølv og forurensede sedimenter vil kunne lekke ut. <p>SMIT: Skal løfte i selve kjølen -> innebærer at det forutsettes kontakt mellom gripeklo og kjøli i løftet. Stiller strengere krav til plassering av gripeklo enn Mammoets løsning.</p> <p>Mammoet: Skal ikke løfte i selve kjølen. Gripeklo skal ikke gripe helt under vraket, og rekker ikke inn til kjølen -> reduserer sannsynlighet for skade på kjøli som følge av gripekloen.</p>	
Status	Active	
SMIT, Before Detailed Design	<p>Probability: Unlikely Skal gripe under kjølen.</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENVLT] Minor</p> <p>Environment Short Term [ENVST] Low Elementært kvikksølv vil legge på stedet, mulighet for at noe finpartikulært sediment spres. Kan medføre høye konsentrasjoner lokalt. Begrenset omfang av påvirkning pga arbeid foregår nære sjøbunn.</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE] Minor Ikke forventet å medføre store operasjonelle konsekvenser.</p>	
Mammoet, Before Detailed Design	<p>Probability: Extremely Remote Skal i utgangspunktet ikke ned under kjølen -> redusert sannsynlighet for skade.</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENVLT] Minor</p> <p>Environment Short Term [ENVST] Low Elementært kvikksølv vil legge på stedet, mulighet for at noe finpartikulært sediment spres. Kan medføre høye konsentrasjoner lokalt. Begrenset omfang av påvirkning pga arbeid foregår nære sjøbunn.</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE] Minor Ikke forventet å medføre store operasjonelle konsekvenser.</p>	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Lekkasje av kvikksølv og sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Gripeklo skaper ustabilitet i vraket når den føres ned i sjøbunnen -> vraket velter og kan ikke gripes som forutsatt

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0082				
Name	Gripeklo skaper ustabilitet i vraket når den føres ned i sjøbunnen -> vraket velter og kan ikke gripes som forutsatt				
Description	Ved for stor sideveis roll på vraket kan det bli mer komplisert å få et tak med gripeklo som forutsatt.				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design	Probability: Unlikely		<p>Kun lokal påvirkning i sedimentene rundt gripeklør reduserer sannsynlighet for økt ustabilitet.</p> <p>Mest relevant for akterseksjon. Erfaringer fra tidligere mudring rundt akterseksjon har vist ustabilitet da vraket beveget seg.</p> <p>Færre klør enn Mammoet.</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]</p>		
			Minor	Low	Large
Mammoet, Before Detailed Design	Probability: Unlikely		<p>Kun lokal påvirkning i sedimentene rundt gripeklør reduserer sannsynlighet for økt ustabilitet.</p> <p>Mest relevant for akterseksjon. Erfaringer fra tidligere mudring rundt akterseksjon har vist ustabilitet da vraket beveget seg.</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]</p>		
			Minor	Low	Large
					Ved for stor forskyvning risikeres at gripeklør ikke kan få tak som forutsatt, kan medføre behov for modifisering av design

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Ras utløses som følge av at vraket løftes ut av sedimentene -> forurensede masser spres utover tiltaksområdet

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]	
ID	R-0085		
Name	Ras utløses som følge av at vraket løftes ut av sedimentene -> forurensede masser spres utover tiltaksområdet		
Description	Forutsettes sakte løft ut av sedimentene for å minimere sugkreftene.		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Unlikely	Kun relevant for forseksjon. Skal løftes sakte ut av sjøbunnen.	
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Low		
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable		
Operational SAFETY [OSAFE]			
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Unlikely	Kun relevant for forseksjon. Skal løftes sakte ut av sjøbunnen.	
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Low		
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable	Ref Tilleggsstudie dredging.	
Operational SAFETY [OSAFE]			

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Sediment stabilitet (utglidning)
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> stor oppvirvling av forurensede masser når vrak frigjøres

ID	R-0086
Name	Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> stor oppvirvling av forurensede masser når vrak frigjøres
Description	Omvendt bæreevnebrudd i sedimentene -> stor oppvirvling av forurensede masser
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST]	
	Low Oppvirvling av sedimenter i det mest forurensede området, men spredningen vil være begrenset utover tiltaksområdet. Høy fortynning -> begrenset effekt Operational SAFETY [OSAFE]
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST]	
	Vil kun inntreffe dersom en får ett rykk ut av sjøbunnen. Low Oppvirvling av sedimenter i det mest forurensede området, men spredningen det vil kun være begrenset spredning utenfor tiltaksområdet. Høy fortynning -> begrenset effekt Operational SAFETY [OSAFE]

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Oppvirvling av sedimenter på havbunn
	Lekkasje av kvikksølv og sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Tyngdepunkt faller utenfor toleranseområdet under løft ut av sjøbunn eller heving til overflaten -> kapasitet eller stabilitetsproblemer under løft og overbelastning av løftesystem

ID	R-0087
Name	Tyngdepunkt faller utenfor toleranseområdet under løft ut av sjøbunn eller heving til overflaten -> kapasitet eller stabilitetsproblemer under løft og overbelastning av løftesystem
Description	<p>Kan forårsakes av:</p> <ul style="list-style-type: none"> - utvasking av sedimenter eller at vrakrester faller ut. - Lokal eller global overbelastning av skroget - deformasjon og strukturfeil. - Feil i beregning ved plassering av gripeklo - Ikke forventede luftlommer i vraket - Endring i vinkelen på vraket kan føre til at luft lekker ut og erstattes av vann. <p>Kan bli behov for å sette vraket ned på havbunnen for å reposisjonere gripeklo.</p> <p>SMIT: Relativt liten avstand mellom ytterpunktene i løftesystem -> større følsomhet for tyngdepunkt Kun to gripeklør hvilket gir større belastning på hver enkelt klo og øker følsomhet for tyngdepunkt.</p> <p>Mammoet: Har større avstand mellom ytterpunktene i løftesystem enn SMIT. Fire gripeklør fordeler belastning bedre dersom en feilberegner tyngdepunkt.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	<p>Probability: Unlikely</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]</p> <p>To gripeklør og liten avstand mellom ytterpunktene i løftesystem. Høyere sannsynlighet enn hos Mammoet, men innenfor samme sanns-område</p> <p>Large Kan få skader på en av gripeklørne (ref SMIT risikovurdering). Kan kreve redesign av gripeklør. Kan risikere at en må sette ned og reposisjonere gripeklo.</p>
Mammoet, Before Detailed Design	<p>Probability: Remote</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]</p> <p>Fire gripeklør med stor avstand reduserer sannsynligheten for problemer ift COG.</p> <p>Large Kan risikere at en må sette ned og reposisjonere gripeklo.</p>

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som ikke krever at gripeklo åpnes -> skader på vraket og utsipp av kvikksølv

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0088				
Name	Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som ikke krever at gripeklo åpnes -> skader på vraket og utsipp av kvikksølv				
Description	<p>Kan opptre som følge av:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Værforhold utenfor toleransegrensene for operasjonen. - Feil i utstyr <p>Dette kan føre til</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vraket skades som følge av vrakrester, steiner eller fjellformasjon i området der den settes ned - Vesentlig oppvirvling av sedimenter - Fare for sedimentstabiliteten - kan føre til utglidninger, spredning av forurensede masser og ustabilitet og forskyvning av vraket. 				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely		Større følsomhet for vær enn Mammoet. Ikke grunnlag for å skille i forhold til sannsynlighet for tekniske problemer som kan medføre hendelsen.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]			Minor		
Environment Long Term [ENVLT]			Low		
Environment Short Term [ENVST]			Low		
Operational SAFETY [OSAFE]			Low Kan bli for mye bevegelse til at kloen kan beholdes lukket hvis været blir ille.		
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely		Ubåten vil hvile i gripekloen pga gripekloens størrelse - dette vil redusere sannsynligheten for skader og velt, selv om wire slakkes		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]			Minor		
Environment Long Term [ENVLT]			Low		
Environment Short Term [ENVST]			Low		
Operational SAFETY [OSAFE]			Low		

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Sediment stabilitet (utglidning)
	Oppvirvling av sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Manglende eller ikke tilstrekkelig hiv-kompensering i forbindelse med løft ut av havbunnen -> overbelastning og skade på løfteutstyr og/eller vrak

Personnel SAFETY [PSAFE]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0089				
Name	Manglende eller ikke tilstrekkelig hiv-kompensering i forbindelse med løft ut av havbunnen -> overbelastning og skade på løfteutstyr og/eller vrak				
Description	<p>- Overbelastning av gripeklo og/eller løftelektre som følge av sug krefter og/eller hydrodynamiske krefter</p> <p>- Brudd i wire</p> <p>Spesielt relevant ved frigjøring av vrak fra havbunnen.</p> <p>Relevant hvis en går utenfor værkriteriene.</p> <p>SMIT: Har ikke planlagt med hivkompenseringssystem</p> <p>Mammoet Kun Mammoet som vil bruke hiv kompenseringssystem</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Remote		Mangler hivkompensering, og har mindre løftekapasitet enn Mammoet		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low				
Environment Long Term [ENVLT]					
Environment Short Term [ENVST]	Minor				
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable Mangler hivkompensering. Forutsetter at skadet utstyr kan repareres innenfor en uke - krever tilstrekkelig med reservedelsutstyr tilgjengelig.				
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]	Low Forutsetter at personell ikke beveger seg i nærheten av strand jacks				
Environment Long Term [ENVLT]					
Environment Short Term [ENVST]	Minor Noe oppvirvling				
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable Forutsetter at skadet utstyr kan repareres innenfor en uke - krever tilstrekkelig med reservedelsutstyr tilgjengelig.				

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Feil i posisjoneringssystemet eller maskineriet til løftefartøyet under løft ut av havbunnen -> mister evne til å holde posisjonen

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0090				
Name	Feil i posisjoneringssystemet eller maskineriet til løftefartøyet under løft ut av havbunnen -> mister evne til å holde posisjonen				
Description	<p>Vraket dras sidelengs langs bunn -> sedimentoppvirvling og/eller sediment utglidning, skade på kjølen Vraket forskyves sideveis -></p> <p>Kan føre til:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kollisjon med stein, fjell eller vrakdeler eller miljøcontainer -> Skader på kjøle eller profilskrog -> kvikksølv, kvikksølvbeholdere og/eller annen forurensning spres utenfor tiltaksområdet - Sedimentutglidning som frakter forurensning utenfor tiltaksområdet - Skade på gripeklo <p>SMIT:</p> <p>Ankersystemet minimerer sannsynlighet for vesentlig avdrift av løftelekter.</p> <p>Mammoet:</p> <p>Kan oppstå som følge av brann i maskinrom Kan også føre til at guide ankere løsner -> oppvirvling /sedimentutglidning</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable Worst Case kollisjon mellom løftelekter og arbeidslekter som følge av problemer med ankere				
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Remote				
Consequence:	Liten sannsynlighet at en skal få problemer med posisjonering akkurat i det en skal løfte ut av havbunnen				
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Minor Stor oppvirvling av sedimenter. Sedimentutglidning Kan få skader på gripeklo.				

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Oppvirvling av sedimenter på havbunn
SalvageProjectPhase	2.1a Release from seabed



Risk: Vraket flyttes med helning mot bruddsone -> Store mengder kvikksølv og forurensede sedimenter renner ut av vraket når det flyttes over til Miljøcontainer

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]	
ID	R-0093		
Name	Vraket flyttes med helning mot bruddsone -> Store mengder kvikksølv og forurensede sedimenter renner ut av vraket når det flyttes over til Miljøcontainer		
Description	Må forventes noe utvasking av sedimenter i forbindelse med forflytningen Ikke forventet at vesentlige mengder med kvikksølv skal lekke ut. Begge hevingalternativer forutsetter at vraket vinkles vannrett før det flyttes.		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Reasonably Prob		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Minor		
Environment Short Term [ENVST]	Low Mindre konsekvens en eks. ras. Elementært kvikksølv vil falle ned lokalt. Spredning av forurensede partikler vil være tilfellet		
Operational SAFETY [OSAFE]			
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Reasonably Prob		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Minor Ingen langtidseffekter		
Environment Short Term [ENVST]	Low Mindre konsekvens en eks. ras. Elementært kvikksølv vil falle ned lokalt. Spredning av forurensede partikler vil være tilfellet		
Operational SAFETY [OSAFE]			

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.1b Connection with collection unit



Risk: Miljøcontainer påføres skader før eller når den kobles til grikelo med vrak-> Miljøcontainer lekker store mengder forurensning på vei oppover i vannsøylen

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]	
ID	R-0094		
Name	Miljøcontainer påføres skader før eller når den kobles til grikelo med vrak-> Miljøcontainer lekker store mengder forurensning på vei oppover i vannsøylen		
Description	<p>Kan skje ved initielt løft, ved posisjonering på havbunn som følge av stein/vrakrester på bunnen, vraket eller gripeklø kommer borti Miljøcontainer i forbindelse med løfteoperasjonen.</p> <p>SMIT: Planlegger å kontrollere gripeklø med ROV.</p> <p>Mammoet: Vil bruke guiding wire til å styre gripeklø.</p>		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Unlikely	Har ikke guide wire.	
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Low		
Environment Short Term [ENVST]	Large		
Operational SAFETY [OSAFE]			
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Remote	Liten sannsynlighet for vesentlig skade fra gripeklø da guide wire vil kontrollere dette	
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Low Ved lekkasje hele vei opp til overflaten vil en få spredning utenfor tiltaksområdet.		
Environment Short Term [ENVST]	Large Ved lekkasje hele vei opp til overflaten vil en få spredning utenfor tiltaksområdet.		
Operational SAFETY [OSAFE]			

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter oppover i vannsøylen
SalvageProjectPhase	2.1b Connection with collection unit



Risk: Forværring i værforhold utenfor akseptansegrenser for løft når vrak med miljøcontainer er hevet over havbunn -> vrak må settes ned på havbunn midlertidig

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0095				
Name	Forværring i værforhold utenfor akseptansegrenser for løft når vrak med miljøcontainer er hevet over havbunn -> vrak må settes ned på havbunn midlertidig				
Description	<p>Er forutsatt at vrak er plassert i miljøcontainer.</p> <p>Usikkerhet ift hvor mye eller om en kan slakke wire for å ta ri av været. Vil få problemer ved vesentlig forværring av vær. Mulig løsning kan være å koble løs gripeklo fra wire.</p> <p>Bølgehøyde utenfor design kriteriene: Bevegelse som følge av bølger kan medføre signifikante hydrodynamiske krefter som følge av vraket og miljøcontainerens bevegelser gjennom vannet. Hvis bølgene ikke kompenseres av hiv kompenseringssystem kan disse kreftene medføre skader på vrak, løfteutstyr og miljøcontaineren.</p> <p>Løft må stoppes og vraket må plasseres tilbake på havbunnen.</p> <p>SMIT: Værkriterie strengere enn Mammoet</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely		Høyere følsomhet for vær enn Mammoet, likevel marginal forskjell		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Minor				
Environment Short Term [ENVST]	Low				
Operational SAFETY [OSAFE]	Low				
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Minor				
Environment Short Term [ENVST]	Low				
Operational SAFETY [OSAFE]	Low				

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Mekanisk eller elektrisk feil i løfteutstyr under heving -> hevingprosess stoppes og wire må kuttes

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID		R-0096			
Name		Mekanisk eller elektrisk feil i løfteutstyr under heving -> hevingprosess stoppes og wire må kuttes			
Description		<p>Stagnering i løfteprosess</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strand jack feil - Problemer med Sheer Leg eller wire - Feil i wire tromler - Større uventede bevegelser i løftefartøy <p>Problemer som ikke lar seg løse med vraket hengende.</p> <p>Hvis været forværres når løftet er stoppet, kan en i værste fall risikere at wire må kuttes for å beskytte personell og utstyr.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vil medføre vesentlig oppvirvling av sedimenter på havbunnen - Kvikksølvbeholdere og kjøll vil kunne knuse - Kan forårsake sedimentutglidning - Vraket vil påføres vesentlige skader som kan gjøre det umulig å gjennomføre løft - Usikkert hvordan wire kan kuttes uten at dette får vesentlige konsekvenser for løftefartøyet. 			
Status		Active			
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:		Remote			
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]		Low			
Environment Short Term [ENVST]		Large			
Operational SAFETY [OSAFE]		Severe			
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:		Remote			
Consequence:		Kan håndteres gjennom redundancy mellom strand jack system.			
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]		Low Vil ikke kunne hente opp alt som spres, men ikke forventet å ha en giftig effekt på lang sikt.			
Environment Short Term [ENVST]		Large Forventet vesentlig spredning utenfor opprinnelig tiltaksområde.			
Operational SAFETY [OSAFE]		Severe			

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Løsmasser og/eller gjenstander faller ut av vraket under heving og fanges ikke opp av Miljøcontainer -> vesentlige mengder forurensning spres utenfor tiltaksområdet på vei oppover i vannsøylen

ID	R-0097
Name	Løsmasser og/eller gjenstander faller ut av vraket under heving og fanges ikke opp av Miljøcontainer -> vesentlige mengder forurensning spres utenfor tiltaksområdet på vei oppover i vannsøylen
Description	<p>Miljøcontainer viser seg å ikke ha tilstrekkelig evne til å hindre frigjøring av sedimenter og kvikksølv som kommer ut av vraket (høyden på sidene på miljøcontainer er vesentlig moment. Det må imidlertid vurderes hvilken kraft dette vil innebære på selve løftet)</p> <p>Strømmer kan medføre at forurensning vaskes ut av miljøcontainer</p> <p>Forutsetter at miljøcontainer vil fange opp deler av forurensningen.</p> <p>SMIT: Lave vegger i ECV som ikke dekker hele vraket. Vesentlig lavere enn skrogets høyde i front. (se også løft ut av sjøen)</p> <p>Mammoet: Høye vegger som i stor grad omslutter vraket.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Unlikely Relativt lave vegger på ECV i forhold til vrakets størrelse.
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	Minor
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable Usikkert når sedimentene vil vaskes ut.
Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote Miljøcontaineren rommer omtrent hele vraket -> reduserer sannsynligheten
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	Minor
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable
Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter oppover i vannsøylen
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Uventede bevegelser i løfelekter -> personnell kommer i klem i maskineri i bevegelse

Personnel SAFETY [PSAFE]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0098		
Name	Uventede bevegelser i løfelekter -> personnell kommer i klem i maskineri i bevegelse		
Description			
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]	Low		
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]			
Environment Short Term [ENVST]			
Operational SAFETY [OSAFE]	Low		

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Uhell ved dykkeroperasjoner -> alvorlig personellskade eller død

ID	R-0100
Name	Uhell ved dykkeroperasjoner -> alvorlig personellskade eller død
Description	<p>Lite informasjon om bruk av dykkere i tilbud.</p> <p>SMIT: Vil ha dykkere i beredskap.</p> <p>Mammoet: Dykkere er ikke eksplisitt nevnt i tilbud. Forutsettes imidlertid at dette finnes i beredskap</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	Kompleks operasjon i siste fase av løft. Ikke planlagt, men kan bli behov for bruk av dykkere.
Personnel SAFETY [PSAFE]	Large
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	Usikkert om dykkere vil benyttes. Forventer at dykkere vil være i beredskap. Ikke beskrevet bruk av dykkere i tilbud.
Personnel SAFETY [PSAFE]	Large
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Dykkeroperasjoner
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Uhell ved operasjoner som involverer strand jack wire -> alvorlig personellskade

ID	R-0101
Name	Uhell ved operasjoner som involverer strand jack wire -> alvorlig personellskade
Description	Avhenger av hvordan personellet skal involveres i løfteoperasjonen. Ikke ansett å være behov for personell tilstede dersom dette automatiseres.
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Large Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Large Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for pe
SalvageProjectPhase	2.2 Elevation



Risk: Dårlig synkronisering mellom lekter og løftefartøy under sammenkobling -> vesentlige skader på Miljøcontainer og lekkasje av forurensning

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0103				
Name	Dårlig synkronisering mellom lekter og løftefartøy under sammenkobling -> vesentlige skader på Miljøcontainer og lekkasje av forurensning				
Description	<p>Vil i stor grad håndteres ved strenge krav til værkriteriene hvilket allerede er satt i planene til begge aktørene.</p> <p>SMIT: Løftefartøy og arbeidslekter er planlagt å stå 90 grader i forhold til hverander. Dette innebærer at minst ett av fartøyene vil ligge ugunstig til ift bølgeretningen.</p> <p>Mammoet: Vil bruke Semi Submersible Kritisk fase rett før enhetene kobles sammen.</p>				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable				
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Unlikely				
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]					
Environment Long Term [ENVLT]	Low				
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable				
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable				

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea



Risk: Uhell ved pumping av vann fra Miljøcontainer til lekter -> kvikksølvforurenset vann lekker ut i vannmassene

ID	R-0104
Name	Uhell ved pumping av vann fra Miljøcontainer til lekter -> kvikksølvforurenset vann lekker ut i vannmassene
Description	<p>Mulige årsaker: -Værproblemer -Problemer med pumper o.l. -Brudd i overføringslange</p> <p>Forutsetter at pumper stanses direkte dersom uhell oppstår.</p> <p>SMIT: Planlegger å tømme vrak og ECV for vann i forbindelse med løft ut av sjøen.</p> <p>Mammoet: Begrenset behov for pumping av vann fra TSB pga stor løftekapasitet.</p>
Status	Active
<p>SMIT, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Low Forutsetter at pumping overvåkes og stanses raskt ved uhell. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	
<p>Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Low Forutsetter at pumping overvåkes og stanses raskt ved uhell. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea



Risk: Urolig overflate ved løfting av vrak gjennom splash zone -> kvikksølvforurensning vaskes ut og spres

ID	R-0105
Name	Urolig overflate ved løfting av vrak gjennom splash zone -> kvikksølvforurensning vaskes ut og spres
Description	<p>SMIT Lave kanter på ECV.</p> <p>Mammoet: Høye kanter på TSB som omslutter vraket. Mammoet Har kapasitet til å løfte karet delvis ut av vannet. Løftet går raskere enn hos SMIT</p>
Status	Active
<p>SMIT, Before Detailed Design</p> <p>Probability: Reasonably Prob Lave vegger gjør at konsentrasjon i toppen av karet er høyere enn hos Mammoet.</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Low Kun begrensede konsekvenser av kvikksølv i vannet som vaskes ut. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	
<p>Mammoet, Before Detailed Design</p> <p>Probability: Extremely Remote Høye vegger på TSB. Lite forurensning i vann i toppen av karet</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Low Kun begrensede mengder kvikksølv i vannet som vaskes ut. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea



Risk: Forurenset vann, løsmasser eller annen forurensning faller ut av vraket når det løftes ut av sjøen og fanges ikke opp av miljøcontainer eller andre tiltak -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet

ID	R-0106
Name	Forurenset vann, løsmasser eller annen forurensning faller ut av vraket når det løftes ut av sjøen og fanges ikke opp av miljøcontainer eller andre tiltak -> spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet
Description	<p>Dersom sidene på miljøcontainer er lavere enn høyden på vrakdelen vil det forurensete vannet inne i ubåten ikke fanges opp i det båten heves over overflaten. Ingen ekstraordinære tiltak er planlagt</p> <p>SMIT: Planlegger å feste et fine mesh filter i bruddsonen. Dette er ikke prøvet tidligere. Usikkert om filteret lar seg feste tilstrekkelig til å tåle trykket fra innsiden av vraket når dette løftes gjennom splash zone. Usikkert om filter evner å drenere ut vannet og holde på sedimentene.</p> <p>Planlegger å løsne vraket fra ECV og flytte lekteren under vraket. I denne fasen kan det oppstå åpning mellom ECV og arbeidslekter som gjør at forurensning slipper ut i sjøen.</p> <p>Mammoet: Har høye sidekanter på TSB som vil fange opp det som faller ut av vraket.</p>
Status	Active
<p>SMIT, Before Detailed Design</p> <p>Probability: Reasonably Prob</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENLVT] Low</p> <p>Environment Short Term [ENVST] Large Høye kvikksølvverdier i sedimenter inne i vraket. Men forventes ikke at en får akutte effekter pga fortynningen.</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE]</p>	
<p>Mammoet, Before Detailed Design</p> <p>Probability: Remote TSB vil begrense utlekking.</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENLVT] Low</p> <p>Environment Short Term [ENVST] Large</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE]</p>	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea



Risk: Uhell i forbindelse med klargjøring av vraket for transport -> vesentilge personellskader

ID	R-0108
Name	Uhell i forbindelse med klargjøring av vraket for transport -> vesentilge personellskader
Description	<p>Det er i utgangspunktet planlagt godt for dette med solide krybbeløsninger og "permit to work" system. Dette reduserer sannsynligheten for at det oppstår alvorlige uhell slik som fall fra store høyder, strukturell kollaps, brann eller eksplosjon, utstyr løsner og treffer personellet forskyvning av vrak som følge av ytre påvirkning (bølger, løfteutstyr ++).</p> <p>SMIT: Må feste vraket på løfteleker. Forventes at det vil være vesentlig større behov for personell enn hos Mammoet.</p> <p>Mammoet: Vraket vil bli liggende i TSB hele veien. Begrenset behov for involvering av personell.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Conciderable Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Conciderable Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Operasjonssteg der personell kan være spesielt utsatt for pe
SalvageProjectPhase	3.1 Preparation for transportation



Risk: Skade og/eller forskyvning av vraket under transport -> ustabilitet i transport og vesentlige skader på vrak

ID	R-0109
Name	Skade og/eller forskyvning av vraket under transport -> ustabilitet i transport og vesentlige skader på vrak
Description	<p>Det forutsettes at fornuftig og godkjent sjøsikring er en del av konseptet. Dette bør være fullt ut gjennomførbart også på vraket.</p> <p>Kollisjon med andre fartøy Grunnberøring Kan være en følge av manglende sjøsikring av vrak - for dårlig krybbeanordning Vil kunne oppstå hvis transporten utsettes for dårlig vær eller store bølger</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE] Conciderable	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE] Conciderable	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Frigjøring av kvikksølv og sedimenter ved overflaten
SalvageProjectPhase	3.2 Transportation
	3.1 Preparation for transportation



Risk: Manglende beskyttelse mot forurensning under klargjøring for transport -> forgiftning eller andre personellskader

ID	R-0113
Name	Manglende beskyttelse mot forurensning under klargjøring for transport -> forgiftning eller andre personellskader
Description	<p>Hevingsaktørene har store kjente underleverandører for behandling, mottak og sluttdisponering av kvikksølv. DNV forutsetter at disse vil være ansvarlige for arbeidet med tømning.</p> <p>Personellet vil kunne bli utsatt for; H2S som følge av forråtnelse Olje Kvikksølv Mangel på O2 Batterisyre</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Extremely Remote Forutsetter at alt personell som er involvert i tømning eller skal fysisk inn i vrak har værneutstyr, men at personell som ikke har direkte involvering likevel kan utsettes for forurensning. Consequence: Conciderable Ved mangel på verneutstyr hos medarbeidere Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Theoretically Possible Mammoet har ikke planlagt å tømme vrak på lokalitet. Forutsetter at alt personell som er involvert i tømning eller skal fysisk inn i vrak har værneutstyr, men at personell som ikke har direkte involvering likevel kan utsettes for forurensning. Consequence: Conciderable Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
Evaluation Criteria	Personnel utsettes for forurensning
SalvageProjectPhase	3.1 Preparation for transportation
	99 Other activities



Risk: Hurtig negativ endring av værforhold -> Skade på personnell

ID	R-0130
Name	Hurtig negativ endring av værforhold -> Skade på personnell
Description	Det forventes her at dette i stor grad håndteres gjennom at værkriteriene inneholder en såkalt Alpha-faktor (ref Rules for Planning and execution of Marine Operations). Derved legges det inn en margin mellom designkriteriet og operasjonskriteriet som skal ta høyde for usikkerheten i værvarselet. Når disse regler følges vil det kun være en statistisk sannsynlighet for at designkriteriet overskrides på ca 10%. Sammen med lastfaktorer, materialfaktorer etc vil dette bidra til å redusere sannsynligheten for at noe evt overbelastes til brudd være i størrelsesorden 1/10000.
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Conciderable Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Conciderable Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea
	2.2 Elevation
	2.1b Connection with collection unit
	2.1a Release from seabed
	2 Elevation



Risk: Dårlige værforhold -> bergingsoperasjonen blir vesentlig forsinket

ID	R-0154
Name	Dårlige værforhold -> bergingsoperasjonen blir vesentlig forsinket
Description	<p>Lokasjonen utenfor Fedje er eksponert for vær og bølger. Operasjonen trenger et vesentlig værvindu for å kunne gjennomføres. Dårlige værforhold vil kreve at operasjonen stoppes midlertidig. I værste fall kan sesongen ta slutt og operasjonen må utsettes til neste sesong.</p> <p>På bakgrunn av relativt strenge værkriterier og den lange varigheten som kreves for utføring av hevingoperasjonen er det meget sannsynlig av det vil komme forsinkelser i størrelsesorden uke/uker.</p> <p>Begge alternativer er følsomme for vær og bølger, men Mammoet har mindre følsomhet for vær enn SMIT.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	<p>Probability: Reasonably Prob</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENVLT]</p> <p>Environment Short Term [ENVST]</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE] Conciderable Konsekvensen er ikke satt høyere en CO, da dette er noe som det må planlegges for.</p>
Mammoet, Before Detailed Design	<p>Probability: Reasonably Prob</p> <p>Consequence:</p> <p>Personnel SAFETY [PSAFE]</p> <p>Environment Long Term [ENVLT]</p> <p>Environment Short Term [ENVST]</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE] Conciderable Konsekvensen er ikke satt høyere en CO, da dette er noe som det må planlegges for.</p>

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea
	2.2 Elevation
	2.1b Connection with collection unit
	2.0 Preparation for elevation
	2.1a Release from seabed



Risk: Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> skade på kjølen

ID	R-0155
Name	Sugkrefter mellom vrak og sjøbunn større enn forutsatt -> skade på kjølen
Description	Manglende styrke i kobling mellom kjøll og skrog kan føre til at hele eller deler av kjølen løsner. Sveisene er forventet å være lite korrodert, hvilket innebærer at feste mellom kjøll og skrog er forventet å være tilstrekkelig til å motvirke at kjølen løsner.
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Extremely Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
<p>Large Kvikksølvflaskene vil ligge igjen på kjølen. Løftet kan fortsette.</p> <p>Krever at kvikksølvflaskene plukkes opp i ettertid -> lang operasjon.</p>	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	

Associated elements:



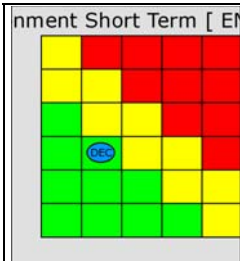
Risk: Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som kever reposisjonering av gripeklo -> ustabilitet eller skader på vraket

ID	R-0156
Name	Vrak må settes ned på sjøbunn under løft før kobling til miljøcontainer som følge av problemer som kever reposisjonering av gripeklo -> ustabilitet eller skader på vraket
Description	Under reposisjonering av gripeklo vil det kunne medføre problemer med å gripe på nytt. Kjølen vil bidra til å øke sannsynligheten for at vraket velter. Forutsettes at det gjøres forkontroll med ROV
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design Probability: Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]	
	Liten sannsynlighet for at kloen må ta nytt tak pga feil i tyngdepunkt grunnet fire gripeklør med stor avstand. <div style="background-color: yellow; display: inline-block; padding: 2px;">Large</div>

Associated elements:



Risk: Brudd i sugeslange eller i tilkobling mellom slange og gripeklo eller ECV -> Forurensede sedimenter fra jet penetreringssystem spres utenfor tiltaksområdet



ID	R-0158
Name	Brudd i sugeslange eller i tilkobling mellom slange og gripeklo eller ECV -> Forurensede sedimenter fra jet penetreringssystem spres utenfor tiltaksområdet
Description	<p>SMIT: Smit planlegger å benytte jet system for å sikre penetrasjon av gripeklo. For å fange opp sedimentene som frigjøres er det koblet en sugeslange mellom gripeklo og en egen tank i ECV.</p> <p>Lekkasjer kan oppstå som følge av; - Skader på slangen (klemskader, kontakt med skarpe vrakrester, strekkskader) - Skader eller problemer med tilkoblinger.</p>
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	<p>Probability: Remote</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Low Forutsetter at det overvåkes kontinuerlig og derfor oppdages innen rimelig kort tid.</p> <p>Operational SAFETY [OSAFE]</p>
Mammoet, Before Detailed Design	<p>Probability:</p> <p>Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Operational SAFETY [OSAFE]</p>

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.0 Preparation for elevation
	2.1a Release from seabed



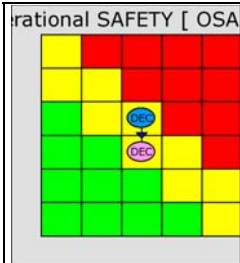
Risk: Uhell under behandling av vraket etter at det er flyttet inn i beskyttet farvann -> olje eller annen forurensning lekker ut

Environment Long Term [ENVLT]		Environment Short Term [ENVST]	
ID	R-0162		
Name	Uhell under behandling av vraket etter at det er flyttet inn i beskyttet farvann -> olje eller annen forurensning lekker ut		
Description			
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability:	Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Minor		
Environment Short Term [ENVST]	Low		
Operational SAFETY [OSAFE]			
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability:	Remote		
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			
Environment Long Term [ENVLT]	Minor		
Environment Short Term [ENVST]	Low		
Operational SAFETY [OSAFE]			

Associated elements:



Risk: Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig forsinkelse ved gjennomføring av operasjonen



ID	R-0163
Name	Evner ikke å posisjonere gripeklo under plassering rundt vrak -> betydelig forsinkelse ved gjennomføring av operasjonen
Description	Betydelig forsinkelse betyr ca 6 timer i forbindelse.
Status	Active
SMIT, Before Detailed Design	
Probability:	Unlikely
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable Kan risikere å måtte avbryte operasjonen.
Mammoet, Before Detailed Design	
Probability:	Remote
Consequence:	
Personnel SAFETY [PSAFE]	
Environment Long Term [ENVLT]	
Environment Short Term [ENVST]	
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable

Associated elements:



Risk: Bevegelser, eller vesentlige påvirkninger på skrog under frigjøring fra havbunnen, eller heving -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer under havflaten

Personnel SAFETY [PSAFE]	Environment Long Term [ENVLT]	Environment Short Term [ENVST]	Operational SAFETY [OSAFE]
ID	R-0164		
Name	Bevegelser, eller vesentlige påvirkninger på skrog under frigjøring fra havbunnen, eller heving -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer under havflaten		
Description	Se egen analyse for eksplosiver		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability: Extremely Remote			
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]	Low		
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable		
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable		
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability: Extremely Remote			
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]	Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]	Low		
Environment Short Term [ENVST]	Conciderable		
Operational SAFETY [OSAFE]	Conciderable		

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	2.3 Lifting out of sea
	2.2 Elevation
	2.1b Connection with collection unit
	2.1a Release from seabed



Risk: Flytting, bevegelse eller annen påvirkning -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer over vann

Personnel SAFETY [PSAFE]		Environment Short Term [ENVST]		Operational SAFETY [OSAFE]	
ID	R-0165				
Name	Flytting, bevegelse eller annen påvirkning -> eksplosiver eller ammunisjon detonerer over vann				
Description	Det forutsettes at ammunisjon holdes fuktig inntil opprydding er foretatt. Se forøvrig egen analyse av eksplosiver.				
Status	Active				
SMIT, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote		Går ikke frem av tilbudet om, eller hvordan SMIT har tenkt å gå frem. Men det vil være mulig for MDK å få tilgang til vraket på arbeidslekker.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]			Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]					
Environment Short Term [ENVST]			Minor		
Operational SAFETY [OSAFE]			Conciderable		
Mammoet, Before Detailed Design					
Probability:	Extremely Remote		Har planlagt å holde vraket under vann i TSB under transport.		
Consequence:					
Personnel SAFETY [PSAFE]			Conciderable		
Environment Long Term [ENVLT]					
Environment Short Term [ENVST]			Minor		
Operational SAFETY [OSAFE]			Conciderable		

Associated elements:

Type	Name
SalvageProjectPhase	99.1 Removal of ordnance
	99 Other activities
	4 Transportation of wreck to final location
	3.2 Transportation
	3.1 Preparation for transportation
	3 Transportation
	2.3 Lifting out of sea



Risk: Yttre påvirkning fra personell eller utstyr -> Eksplosiver i torpedo detonerer over vann

Personnel SAFETY [PSAFE]	Environment Long Term [ENVLT]	Environment Short Term [ENVST]	Operational SAFETY [OSAFE]
ID	R-0167		
Name	Yttre påvirkning fra personell eller utstyr -> Eksplosiver i torpedo detonerer over vann		
Description	Se egen analyse av eksplosiver		
Status	Active		
SMIT, Before Detailed Design			
Probability: Theoretically Possible			
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			Severe
Environment Long Term [ENVLT]			Conciderable
Environment Short Term [ENVST]			Large
Operational SAFETY [OSAFE]			Severe
Mammoet, Before Detailed Design			
Probability: Theoretically Possible			
Consequence:			
Personnel SAFETY [PSAFE]			Severe
Environment Long Term [ENVLT]			Conciderable
Environment Short Term [ENVST]			Large
Operational SAFETY [OSAFE]			Severe

Associated elements:



Risk: Sjøgang og/eller dårlig vær under transport -> forurensning skyllles ut i naturen

ID	R-0168
Name	Sjøgang og/eller dårlig vær under transport -> forurensning skyllles ut i naturen
Description	<p>Forurensning kan oppstå dersom ikke tilstrekkelige barrierer er tilstede. Hvis evt olje og forurenset vann (evt tilsatt sjøvann som spruter over lekteren under transport, eller regnvann) etc får anledning til å skvalpe frem og tilbake på dekk, kan barrieren fylles og forurensning havne i sjøen. Ingen av tilbyderne har foreslått lukkede løsninger.</p> <p>SMIT: Planlegger en miljøbarriere rundt vraket på arbeidslekter. Planlegger å gjennomføre store deler av tømmingen på lekteren.</p> <p>Mammoet: Planlegger å la vraket bli liggende i TSB inntil det har nådd lokasjon for tømming. NB! Har ikke tatt hensyn til at MDK må ha tilgang til vraket for å fjerne eksplosiver før det ankommer lokasjon for tømming.</p>
Status	Active
<p>SMIT, Before Detailed Design Probability: Unlikely Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Conciderable Begrensede mengder som forventes å kunne lekke ut. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	
<p>Mammoet, Before Detailed Design Probability: Remote Consequence: Personnel SAFETY [PSAFE] Environment Long Term [ENVLT] Environment Short Term [ENVST] Conciderable Begrensede mengder som forventes å kunne lekke ut. Operational SAFETY [OSAFE]</p>	

Associated elements: