
TEKNISK RAPPORT

OSLO HAVN KF

RISIKO- OG SÅRBARHETSANALYSE
DYPVANNSEDEPONI FOR FORURENSEDE SEDIMENTER
VED MALMØYKALVEN

RAPPORT NR. 2005-0850

REVISJON NR. 02

DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORT

DET NORSKE VERITAS AS
DNV Consulting

Veritasveien 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: 2005-08-05	Prosjekt nr.: 62111132
Godkjent av: Erling Svendby	Organisasjonsenhet: DNV Consulting
Oppdragsgiver: Oslo Havn KF	Oppdragsgiver ref.: Inger Margrethe Evensen

Sammendrag:

På oppdrag fra Oslo Havn KF har DNV Consulting utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) i forbindelse med et planlagt dypvannsdeponi for forurensede sedimenter ved Malmøykalven i Oslofjorden. ROS-analysen identifiserer mulige uønskede hendelser i forbindelse med etableringen av deponiet. Analysen tar hensyn til eksisterende tiltak og det foreslås nye tiltak ved behov.

Analysen har sett på konsekvenser for miljø, personskader (ikke miljørelaterte) og økonomi. ROS-analysen har avdekket 1 uønsket hendelse som vurderes å utgjøre en stor risiko; ved lasting av sedimenter (for transport til dypvannsdeponiet) med høyt organisk innhold vil mulig utvikling av skadelige gasser ved mudring kunne medføre personskader og vil kunne gi økonomiske konsekvenser. Utvikling av skadelige gasser vil kun være aktuelt helt lokalt på arbeidsstedet og kun utgjøre en fare for de som arbeider der. *Som tiltak er det foreslått at gassdetektor og åndedrettsvern må være tilgjengelig og at forhåndsvarsling gis når en nærmer seg områder med høyt organisk innhold. Videre bør en ha en fri vannflate over sedimenter med høyt organisk innhold i lekteren.*

Rapport nr.: 2005-0850	Emnegruppe: Risiko- og sårbarhetsanalyse	
Rapporttittel: Risiko- og sårbarhetsanalyse Dypvannsdeponi for forurensede sedimenter ved Malmøykalven		
Utført av: Jens Laugesen og Helene Østbøll		
Verifisert av: Christen M. Heiberg		
Dato for denne 2005-08-12	Rev. nr.: 02	Antall sider: 16 + vedlegg

Indekseringstermer

Risiko- og sårbarhetsanalyse, dypvannsdeponi,
forurensede sedimenter

- 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	3
3 PROBLEMSTILLING	3
4 METODIKK OG GJENNOMFØRING AV ROS-ANALYSEN	4
4.1 Mål for dypvannsdeponi ved Malmøykalven	4
4.2 Gjennomføring av risikoanalysen	5
4.3 Valg av risikomatrise med skalering for sannsynlighet og konsekvens	6
4.3.1 Risikomatrise	6
4.3.2 Skala for Sannsynlighet	7
4.3.3 Skala for Konsekvens	8
4.4 Identifiserte uønskede hendelser	9
4.5 Vurdering av uønskede hendelser	11
5 RESULTATER FRA ROS-ANALYSEN	11
5.1 Uønskede hendelser med stor risiko	13
5.2 Uønskede hendelser med middels risiko	13
5.3 Uønskede hendelser med liten risiko	14
5.4 Uønskede hendelser som ikke anses relevante	14
6 REFERANSER	16
Appendix A Oversikt over resultater fra ROS-analysen	
Appendix B Risikomatriser med resultater for analyse av miljø, personskader og økonomi	

1 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Oslo Havn KF har DNV Consulting utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) i forbindelse med et planlagt dypvannsdeponi for forurensede sedimenter ved Malmøykalven i Oslofjorden.

Gjennom ROS-analysen søker Oslo Havn å forsikre seg om at uønskede hendelser er identifisert i forbindelse med etableringen av deponiet og gjennom hele deponiets levetid. Eksisterende tiltak er tatt hensyn til i analysen og der det viser seg nødvendig på bakgrunn av det resulterende risikonivået er det foreslått nye tiltak. Analysen vil inngå som en del av beslutningsgrunnlaget for prosjektet. Valg av tiltak for å redusere risiko vil bli gjort av tiltakshaver etter en kost-nytte vurdering i forhold til myndighetskrav og helhetlig opprydding.

Det planlagte deponiområdet ligger mellom Langøyene og Malmøykalven ca. 4-5 km fra Bjørvika og Bispevika. Oslo Havn søker nå Statens forurensningstilsyn (SFT) om å få deponere 1 million m³ forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet. Når deponeringen er avsluttet skal hele arealet dekkes til med 0,3-0,4 m rene masser. Ferdig tildekket vil deponiet dekke et areal på ca. 350 dekar og det planlegges innfylt fra største vanddyp -71 m og opp til -63 m dyp. Det vil bli satt en øvre grense for miljøgiftinnhold for de masser som søkes plassert i deponiet. Transport av forurensede sedimenter til deponiet vil foregå i lekter eller selvgående fartøy. Nedføring av masser til deponiet skal skje via et neddykket rør.

ROS-analysen har vurdert hasting av forurensede sedimenter (*mudring inngår ikke i analysen*), transport av forurensede sedimenter på lekter til dypvannsdeponi, plassering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet inkl. tildekking av deponiet og langtids effekter av dypvannsdeponiet. Analysen har sett på konsekvenser for miljø, personskader (som ikke er relatert til effekter på miljø) og økonomi.

ROS-analysen ble gjennomført i to trinn. I trinn 1 ble oppsettet for ROS-analysen presentert for involverte myndigheter slik at de kunne kommentere og ved behov komplettere dette. I trinn 2 ble selve ROS-analysen utført av en arbeidsgruppe.

Arbeidsgruppen har gjennomgått 35 forskjellige uønskede hendelser. For hver uønsket hendelse har man vurdert sannsynlighet (skala 1-3) og konsekvens (skala 1-3) og på basis av dette beregnet et risikonivå. Risiko er definert som produktet av sannsynlighet og konsekvens.

Arbeidsgruppen har vurdert eksisterende tiltak ved analyse av risikonivå og man har også foreslått mulige nye tiltak. Med eksisterende tiltak har arbeidsgruppen ment slike som er beskrevet i forpliktende dokumentasjon for tiltaket. Som grunnregel bør tiltak foreslås hvis den uønskede hendelsen vurderes å utgjøre en stor eller middels risiko.

Uønskede hendelser med stor risiko: ROS-analysen har avdekket 1 uønsket hendelse som vurderes å utgjøre en stor risiko (middels konsekvens og stor sannsynlighet). Denne uønskede hendelsen er muligheten for gassdannelse ved lasting av sedimenter med høyt organisk innhold hvor det er vurdert å være stor risiko for personskader og økonomi. Utvikling av skadelige gasser vil kun være aktuelt helt lokalt på arbeidsstedet og kun utgjøre en fare for de som arbeider der. For skader på miljøet vurderes slik lokal gassdannelse ikke ha noen relevans. Arbeidsgruppen vurderer at denne risikoen kan reduseres ved tiltak. *Det er foreslått at gassdetektor og åndedrettsvern må være tilgjengelig og at forhåndsvarsling gis når en nærmer*

TEKNISK RAPPORT

seg områder med høyt organisk innhold. Videre bør en ha en fri vannflate over sedimenter med høyt organisk innhold i lekteren.

Uønskede hendelser med middels risiko: Følgende uønskede hendelser er vurdert å utgjøre en middels risiko for henholdsvis miljø, personskader og økonomi. Foreslåtte eksisterende og nye tiltak er vist i kursiv.

For miljø:

1. Muligheten for spill av forurensede sedimenter i de øverste 40 m av vannsøylen (mest følsom miljømessig) ved plassering i deponi. *Nytt tiltak (utover at eksisterende tiltak som innebærer at massene føres ned i rør): Massene pumpes direkte fra lekter til nedføringsrøret, siltgardin for utplassering i sjø ligger stand-by og at arbeidene kan stoppes ved dårlig vær.*
2. Jordskjelv. *Nytt tiltak: Dypvannsdeponiet kan dimensjoneres for å kunne motstå et jordskjelv.*
3. Tildekkingslaget utsettes for tråling. *Eksisterende tiltak: Området vil bli regulert som spesialområde hvilket innebærer at all tråling i området er forbudt (i dag er det heller ikke forhold for tråling i området).*
4. Spill av forurensede sedimenter ved lasting på lekter. *Eksisterende tiltak: Entreprenør må ha godkjente prosedyrer og overvåking av turbiditet og innhold av suspenderte partikler i vannmassen.*
5. Byggingen av dypvannsdeponiet (terskler) forårsaker spredning av forurensede sedimenter. *Nytt tiltak (i tillegg til eksisterende tiltak som innebærer at massene (pukk) blir lagt ut ved hjelp av nedsenkede rør): En sandpute kan legges ut før pukken til terskelen skal plasseres. I tillegg kan de nedsenkede rørene utstyres med energidreper for å redusere fallhastigheten for pukken når den treffer bunnen.*

For personskader:

1. Lasting av ammunisjon eller sprenglegemer (for eksempel fra krigen) som kan utgjøre en fare for eksplosjon og skade på personell og utstyr. *Tiltak: Forhåndskartlegging av bunnen, minimumsbemanning, innhenting av informasjon fra forsvaret, vurdering av egnet lastemetode og etablering av en sikringssone rundt lasteområdet.*

For økonomi:

Det er 10 stk. uønskede hendelser med økonomiske konsekvenser. Disse er gjengitt i Appendiks A.

Uønskede hendelser med liten risiko: De fleste av de uønskede hendelsene som er gjennomgått i analysen er vurdert å ha en liten risiko. Det er ikke foreslått tiltak for disse uønskede hendelsene.

Uønskede hendelser som ikke anses relevante: En rekke av de uønskede hendelsene har arbeidsgruppen vurdert som ikke relevante for en eller flere av de tre målsetningene (miljø, personskade og økonomi). Analyseresultatet for de enkelte uønskede hendelsene er nærmere beskrevet i kapittel 5 og Appendix A.

2 INNLEDNING

DNV Consulting har på oppdrag fra Oslo Havn KF utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for et planlagt dypvannsdeponi for forurensede sedimenter ved Malmøykalven i Oslofjorden. Fylkesmannens krav om at Oslo Havn KF skal utarbeide ROS-analysen er hjemlet i *Retningslinjer for fylkesmannens bruk av innsigelse i plansaker etter plan- og bygningsloven /1/*, som er utarbeidet av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

Gjennom ROS-analysen søker Oslo Havn å forsikre seg om at uønskede hendelser er identifisert i forbindelse med etableringen av deponiet og gjennom hele deponiets levetid. Eksisterende tiltak er tatt hensyn til i analysen og der det viser seg nødvendig på bakgrunn av det resulterende risikonivået er det foreslått nye tiltak. Analysen vil inngå som en del av beslutningsgrunnlaget for prosjektet. Valg av tiltak for å redusere risiko vil bli gjort av tiltakshaver etter en kost-nytte vurdering i forhold til myndighetskrav og helhetlig opprydding.

ROS-analysen er gjennomført i to trinn. I trinn 1 er oppsettet for ROS-analysen presentert for involverte myndigheter slik at de kan kommentere og ved behov komplettere dette. I trinn 2 er selve ROS-analysen utført av en arbeidsgruppe. Arbeidsgruppen foreslår også tiltak.

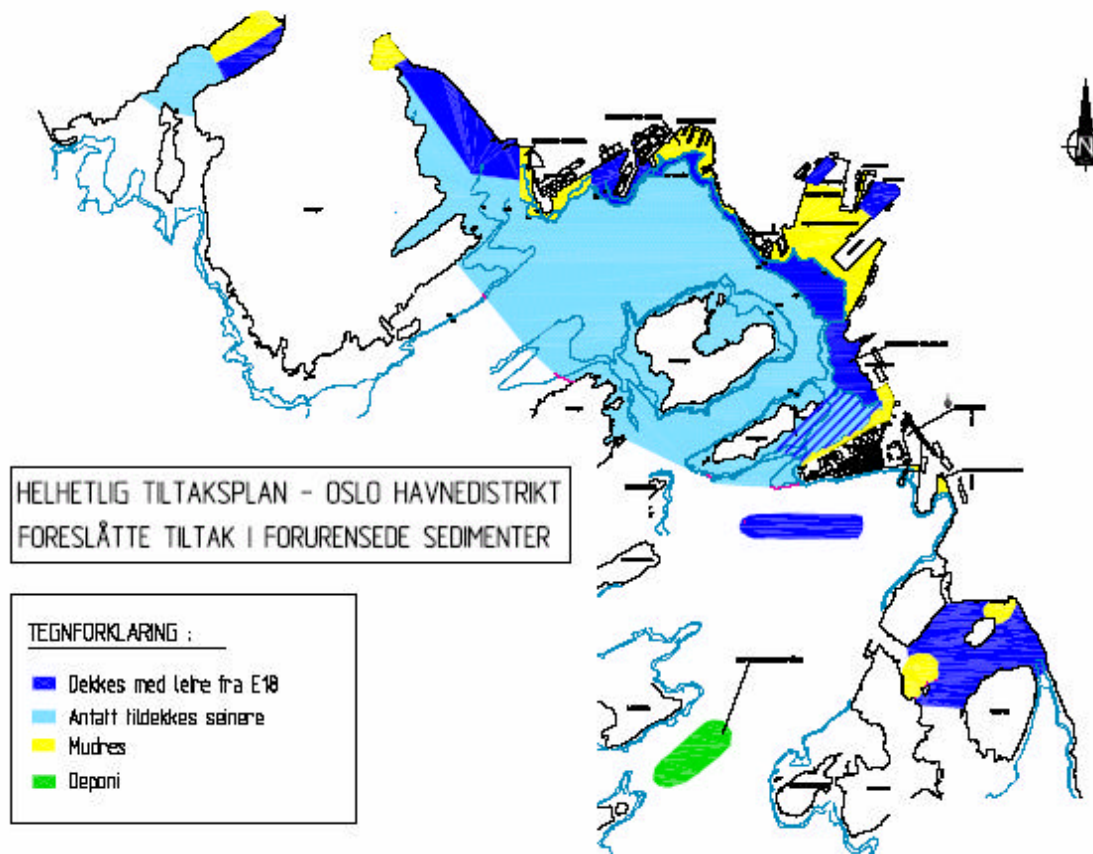
I denne rapporten gjennomgås og presenteres resultatene fra ROS-analysen.

3 PROBLEMSTILLING

Det har i mange år vært arbeidet med å finne en egnet løsning for disponering av forurensede sedimenter i indre Oslofjord. I den senere tid er dette arbeidet intensivert ved at det er fremlagt en helhetlig tiltaksplan /2/ for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt. I tiltaksplanen inngår fjerning av forurenset bunnsediment som plasseres i et dypvannsdeponi ved Malmøykalven eller transporteres til annet godkjent deponi. Detaljert informasjon om tiltaksplanene, søknader, utførte utredninger etc. finnes på Oslo Havns hjemmeside: <http://www.ohv.oslo.no/cgi-bin/ohv/imaker?id=15210&visdybde=3&aktiv=2390>

Det planlagte deponiområdet ligger mellom Langøyene og Malmøykalven ca. 4-5 km fra Bjørvika og Bispevika.

I Figur 1 er beliggenheten vist på et oversiktskart som er hentet fra den helhetlige tiltaksplanen /2/. Oslo Havn søker nå SFT om å få deponere 1 million m³ forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet. Når deponeringen er avsluttet skal hele arealet dekkes til med 0,3-0,4 m rene masser. Ferdig tildekket vil deponiet dekke et areal på ca. 350 dekar og det planlegges innfylt fra største vanddyb -71 m og opp til -63 m dyp. Det er i søknaden /3/ gitt forslag til øvre grense for miljøgiftinnhold for de forurensede sedimenter som søkes plassert i deponiet. Det vil si at forurensede sedimenter som overskrider denne grenseverdien ikke kan plasseres i dypvannsdeponiet. Transport av forurensede sedimenter til deponiet vil foregå ilekter eller selvgående fartøy. Nedføring av masser til deponiet skal skje via et neddykket rør.



Figur 1 Kart som viser beliggenheten av det foreslåtte dypvannsdeponiet ved Malmøykalven (grønn farge). Kartet er forminsket og er ca. 1: 70 000.

4 METODIKK OG GJENNOMFØRING AV ROS-ANALYSEN

En risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) er en kvalitativ metode for kartlegging av risiko der en *definerer en risiko som en uønsket hendelse med en viss sannsynlighet og med konsekvens for ett eller flere mål*. En slik kvalitativ metode benyttes gjerne ved en risikogjennomgang av et tiltak eller en virksomhet.

ROS-analysen ble utført i to trinn. I det første trinnet ble uønskede hendelser som var foreslått å inngå i ROS-analysen presentert for involverte myndigheter slik at de kunne kommentere og ved behov komplettere disse. I trinn 1 ble også skalaer for sannsynlighet og konsekvens gjennomgått. I trinn 2 ble alle identifiserte uønskede hendelser vurdert av en arbeidsgruppe med henblikk på sannsynlighet og konsekvens. Arbeidsgruppen foreslo også om nødvendig/ønskelig tiltak.

4.1 Mål for dypvannsdeponi ved Malmøykalven

I den helhetlige tiltaksplanen for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt ^{2/} sies følgende om det langsiktige forvaltningsmålet for indre Oslofjord: «*Bunnsedimenter skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, byutvikling, havnedrift, båtliv eller yrkesfiske.*»

TEKNISK RAPPORT

Forurensede sedimenter eller bruken av indre Oslofjord skal ikke føre til langsiktige, negative effekter på økosystemet».

Deponeringen av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven skal i henhold til søknaden til SFT β /: «... redusere negative miljøeffekter av forurensningen slik den ligger i dag, både i de grunne havneområdene og småbåthavnene og i området hvor dypvannsdeponiet skal etableres».

4.2 Gjennomføring av risikoanalysen

Ved oppstart av ROS-analysen (trinn 1) ble det utarbeidet et forslag til risikomatrise med skalaer for sannsynlighet og konsekvens (se kapittel 4.3) og hvor identifiserte uønskede hendelser ble listet opp (se kapittel 4.4). Oslo Havn KF innkalte til et møte den 16. juni 2005 hvor dette ble lagt frem for involverte myndigheter og virksomheter. I dette møtet deltok:

Kari Elisabeth Morbech, Beredskapsstaben, Fylkesmannen i Oslo og Akershus

Kristin Espeset, Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Oslo og Akershus

Eivind Hartmann, Plan- og bygningsetaten, Oslo kommune

Anna Høiby, Plan- og bygningsetaten, Oslo kommune

Kai Øverland, Plan- og bygningsavdelingen, Nesodden kommune

Inger Margrethe Evensen, Oslo Havn KF

Torild Jørgensen, Oslo Havn KF

Jens Laugesen, DNV Consulting (la frem forslaget)

På bakgrunn av kommentarene mottatt i møtet ble det utarbeidet en revidert skalering for risiko og konsekvens og en revidert liste over uønskede hendelser.

Trinn 2 av ROS-analysen ble gjennomført den 5. juli 2005. Her ble listen over identifiserte uønskede hendelser gjennomgått og vurdert av en arbeidsgruppe. I arbeidsgruppen som utførte ROS-analysen deltok i tillegg til deltakere fra DNV også representanter for tiltakshavere og representant for konsulenter for dypvannsdeponiet:

Charlotte Iversen, Oslo Havn KF

Turid Winther-Larsen, Bjørvikaprojektet Statens vegvesen, Region øst

Audun Hauge, NGI

Jens Laugesen, DNV Consulting (ordstyrer)

Helene Østbøll, DNV Consulting (sekretær)

Ivar Nestaas, DNV Consulting

Axel Kelley, DNV Consulting

Kyrre Emaus, Rambøll (for DNV Consulting)

Arbeidsgruppen hadde noen mindre merknader til teksten for skalering av sannsynlighet og konsekvens. I tillegg hadde den noen forandringer på de uønskede hendelsene hvor noen ble slått

TEKNISK RAPPORT

sammen, en ble tilføyd og noen beskrivelser ble omformulert. Disse forandringene er innarbeidet i denne rapporten.

4.3 Valg av risikomatrixe med skalering for sannsynlighet og konsekvens

4.3.1 Risikomatrixe

Innledningsvis i en risikokartlegging velges en risikomatrixe og tilhørende skalering for sannsynlighet og konsekvens. Det ble tidlig i prosjektet bestemt at en 3x3 matrixe ville være mest egnet. Denne matrixen vil gi et riktig inntrykk av risiko i forhold til den nøyaktighetsgrad som ROS-analysen ble utført med. Den valgte risikomatrixen er vist i Figur 2 nedenfor.

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig	3	6	9
	2. Sannsynlig	2	4	6
	1. Usannsynlig	1	2	3

Risiko
<i>Liten risiko</i>
<i>Middels risiko</i>
<i>Stor risiko</i>

Figur 2 Risikomatrixe som ble brukt for dypvannsdeponiet (tallene i matrixen uttrykker risikoen som sannsynlighet \times konsekvens).

For å kunne systematisere ROS-analysen ble de forskjellige fasene som skulle gjennomgås inndelt i fire grupper:

Fase 1: Lasting av forurensede sedimenter (*mudring inngår ikke i analysen*)

TEKNISK RAPPORT

Fase 2: Transport av forurensede sedimenter på lekter til dypvannsdeponi

Fase 3: Plassering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet (inkl. avslutning av deponiet)

Fase 4: Langtidseffekter av dypvannsdeponiet (etter at deponiet er avsluttet)

Fase 1 til 3 ble kalt *anleggsfasen* og ble antatt å være ca. 2 år. Fase 4 ble kalt *langtidseffekter* og har et meget langt tidsperspektiv (hundrevis av år).

4.3.2 Skala for Sannsynlighet

På grunn av de forskjellige tidsperspektivene beskrives sannsynligheten på forskjellig måte avhengig av om den uønskede hendelsen inntreffer i *anleggsfasen* (Fase 1 til 3) eller i løpet av deponiets levetid (*langtidseffekter*) etter anleggsfasen (Fase 4). Skala og beskrivelser for sannsynlighet i *anleggsfase* og for *langtidseffekter* er vist i Figur 3.

Sannsynlighet - "anleggsfase" (uønskede hendelser i fase 1 til 3)

(Anleggsfasen antas å være ca. 2 år)

Skala	Betegnelse	Hendelser/år	Forklaring
3	Svært sannsynlig	>10	Inntreffer 10 ganger per år eller oftere. (Mer enn hver 36. dag)
2	Sannsynlig	0,2-10	Inntreffer oftere enn 0,2 ganger per år. (Mer enn hvert 5. år)
1	Usannsynlig	<0,2	Inntreffer sjeldnere enn 0,2 ganger pr. år (Mindre enn hvert 5. år)

Sannsynlighet - "langtidseffekter" (uønskede hendelser i fase 4)

Skala	Betegnelse	Hendelser/år	Forklaring
3	Svært sannsynlig	>1	Inntreffer oftere enn 1 gang pr. år
2	Sannsynlig	0,01-1	Inntreffer oftere enn 1 gang per 100 år.
1	Usannsynlig	<0,01	Inntreffer sjeldnere enn en gang pr. 100 år*

* Hvis det antas at det er meget sjeldnere enn 100 år skrives dette i merknadsfeltet

Figur 3 Skala for og beskrivelse av Sannsynlighet

4.3.3 Skala for Konsekvens

Konsekvens ble vurdert i forhold til tre forskjellige målsetninger:

1. Miljø
2. Personskader (ikke miljørelatert)
3. Økonomi (med henblikk på ansvarlig utbygger, Oslo Havn KF)

Konsekvenser for miljø er koblet til påvirkning av livet i sjøen (fisk, skalldyr og andre marine organismer) og til ulike bruksinteresser. Bruksinteresser omfatter blant annet bading og øvrig friluftsliv, båtliv, videre estetiske og visuelle forhold samt fiske. Forhold som vil kunne medføre miljørelaterte skader på personer hører også inn under punkt 1.

Forhold som vil kunne medføre arbeidsrelaterte skader på personer, for eksempel i forbindelse med lastning, transport og anleggsarbeider, hører inn under punkt 2.

Økonomiske konsekvenser (punkt 3) ble begrenset til konsekvenser for Oslo Havn KF, som vil være ansvarlig for dypvannsdeponiet. Oslo Havn vil i de fleste tilfeller være den som får eventuelle økonomiske krav rettet mot seg og får kostnader ved forsinkelser, reparasjoner og uhell etc.

Skala og beskrivelser for konsekvens for miljø, personskader og økonomi er vist i Figur 4.

TEKNISK RAPPORT

Konsekvens - miljø

Skala	Betegnelse	Forklaring
1	Liten	Hendelsen gir ingen synlig eller målbar påvirkning av sjøen. Ingen målbar påvirkning av fisk og skalldyr. Bruksinteresser: ingen synlig/målbar påvirkning.
2	Middels	Hendelsen gir en målbar påvirkning av sjøen som kan påvises ved at fisk og skalldyr får en økt konsentrasjon av miljøgifter. Hendelsen gir ikke store negative helseeffekter på mennesker. Bruksinteresser: synlig/målbar påvirkning lokalt.
3	Stor	Hendelsen gir varig ødeleggelse på miljøet i sjøen pga. forurensning og store negative helseeffekter på mennesker og fisk i nærområdet. Bruksinteresser: varig påvirkning utenfor nærområdet.

Konsekvens - personskaade (ikke miljørelatert)

Skala	Betegnelse	Forklaring
1	Liten	Ufarlig - kun førstehjelpsskaade
2	Middels	Personskaade med behov for medisinsk behandling
3	Stor	Varig uførhet - dødsfall

Konsekvens - økonomi

Skala	Betegnelse	Forklaring
1	Liten	Materielle skader/avbrudd opp til 500.000,-
2	Middels	Materielle skader/avbrudd fra 500.000,- til 5 mill. kr
3	Stor	Materielle skader/avbrudd > 5 mill. kr

Figur 4 Skala for og beskrivelse av Konsekvens**4.4 Identifiserte uønskede hendelser**

En oversikt over de 35 identifiserte uønskede hendelser som er vurdert i arbeidsgruppen er gitt i Figur 5.

TEKNISK RAPPORT

Nr.	Uønsket hendelse
Fase 1	Lasting av forurensede sedimenter
1.1	Spill av forurensede sedimenter ved lasting på lekter.
1.2	Sedimentene har høyt organisk innhold og det gir gassdannelse og kraftig lukt ved lasting.
1.3	Diverse skrot følger med i mudringen og lastes på lekteren.
1.4	Ammunisjon eller sprenglegemer som kan detonere følger med mudringen og lastes i lekteren.
Fase 2	Transport av forurensede sedimenter på lekter til dypvannsdeponi
2.1	Spill av forurensede sedimenter fra lekter under transport.
2.2	Lekteren forliser og mister alle massene. (For eksempel pga. at sedimentene forskyver seg under transport).
2.3	Lekteren kolliderer med et fartøy.
2.4	Lekteren går på grunn.
Fase 3	Plassering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet (inkl. avslutning av deponiet)
3.1	Byggingen av deponiet forårsaker spredning av forurensede sedimenter. (En trenger kun å etablere terskler hvis en fyller mer enn ca. 620.000 m ³ i deponiet).
3.2a	Spill ved plasseringen av forurensede sedimenter i deponiet i de øverste 40 m av vannsøylen. (Sedimentene spres til fiorden fordi sikringstiltak ikke fungerer som forutsatt).
3.2b	Spill ved plasseringen av forurensede sedimenter i deponiet på vanndybder større enn 40 m. (Sedimentene spres til fiorden fordi sikringstiltak ikke fungerer som forutsatt).
3.3	Uhell ved plasseringen av forurensede sedimenter i deponiet. En lekter tømmer massene på feil sted.
3.4	Lekteren blir påkjørt når den tømmes for forurensede sedimenter.
3.5	Utpresset porevann fra dypvannsdeponiet inneholder betydelig mer forurensning enn forventet.
3.6	I tiden hvor deponiet står åpent (uten tildekking) spres store mengder miljøgifter fra overflaten av deponiet til omgivelsene.
3.7	Avslutningen av deponiet blir utsatt fordi innfyllingen går langsommere enn antatt.
3.8	Gassdannelse fra deponert forurenset sediment (volumendringer, dannelse av åpninger i tildekkingen ved gassbobler, spredning av miljøgifter sammen med gassbobler).
3.9	Spredning av miljøgifter ved gravende virksomhet fra bunndyr.
3.10	Muddermassene synker ikke til bunns som forventet (mindre partikkelstørrelse enn antatt, høyt vanninnhold i massene).
3.11	Overfylling av deponiet.
3.12	Mulig eksplosjonsfare hvis det finnes dumpet ammunisjon eller sprenglegemer hvor de forurensede sedimentene plasseres. Alternativt sabotasje.
3.13	Utlegging av sedimentene blir vanskelig på grunn av dårlig vær (kraftig vind, høye bølger).
3.14	Skipsskrog som ligger i deponiet kolliderer på grunn av lasten fra sedimenter som deponeres. Deponiet kolliderer lokalt.
3.15	Hele eller store deler av deponiet svikter som følge av kraftig påvirkning (sabotasje eller lignende).
3.16	I løpet av de ca. to årene som innfylling og avslutning pågår skjer en dypvannsutskifting (helt ned til bunn av fiorden).
3.17	Sedimenter som etter deponering (men før tildekking) viser seg å være mye mer forurenset enn de masser som er forutsatt lastet og plassert i deponiet.
Fase 4	Langtidseffekter av dypvannsdeponiet (etter at deponiet er avsluttet)
4.1	Jordskielv.
4.2	Tsunami.
4.3	Sabotasje av deponiet.
4.4	Et skip forliser og skader deponiet.
4.5	Tildekkingslaget eroderes bort.
4.6	Tildekkingslaget blir utsatt for tråling.
4.7	Det kommer krav om utvidelse av deponiet x år etter at det ble avsluttet.
4.8	Det skjer vannutskifting i dypvannsområdet.
4.9	Det kommer krav om at de deponerte massene skal tas opp igjen.

Figur 5 Vurderte uønskede hendelser

4.5 Vurdering av uønskede hendelser

Arbeidsgruppen har vurdert de 35 uønskede hendelser som er listet opp i Figur 5. For hver uønsket hendelse har *sannsynlighet* (skala 1-3 i henhold til beskrivelse i figur 3) og *konsekvens* vært vurdert (skala 1-3 i henhold til beskrivelse i figur 4). For konsekvens har det vært laget en utdypende beskrivelse slik at en skal kunne vite hvilken konsekvens som arbeidsgruppen har lagt til grunn ved skaleringen.

Videre har eksisterende tiltak (tiltak som er beskrevet i forpliktende dokumentasjon) vært tatt hensyn til og man har foreslått mulige nye tiltak dersom den uønskede hendelsen vurderes å utgjøre en middels eller høy risiko.

Til mange av de uønskede hendelsene har arbeidsgruppen også utarbeidet kommentarer for å utdype begrunnelsen for skalering. Hvis det ikke har vært mulig å foreta en forsvarlig skalering av en uønsket hendelse, er dette spesifisert i kommentarfeltet.

En rekke uønskede hendelser er ikke relevante for en eller flere typer av de målsetninger som inngår i risikoanalysen. Blant annet er det mange uønskede hendelser som ikke har noen relevans med henblikk på personskader, slike uønskede hendelser er merket "ir" (ikke relevant).

En samlet oversikt over den utførte ROS-analysen er vedlagt i Appendix A.

5 RESULTATER FRA ROS-ANALYSEN

ROS-analysen har som nevnt vurdert 35 uønskede hendelser med henblikk på miljø, personskader og økonomi. Fordelingen mellom antall uønskede hendelser med liten, middels og stor risiko er vist i Figur 6. I figuren er også antall ikke relevante hendelser presentert.

Uønsket hendelse	Liten risiko	Middels risiko	Stor risiko	Ikke relevant	Sum
Miljø: Anleggsfase	19	3	0	4	26
Miljø: Langtidseffekter	3	2	0	4	9
<i>Sum Miljø</i>	<i>22</i>	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>8</i>	<i>35</i>
Personskader: Anleggsfase	5	1	1	19	26
Personskader: Langtidseffekter	0	0	0	9	9
<i>Sum Personskader</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>28</i>	<i>35</i>
Økonomi: Anleggsfase	13	8	1	4	26
Økonomi: Langtidseffekter	2	2	0	5	9
<i>Sum Økonomi</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>35</i>

Figur 6 Fordeling mellom uønskede hendelser med liten, middels og stor risiko.

TEKNISK RAPPORT

I Figur 7 er det vist hvordan de enkelte analyserte uønskede hendelsene plasserer seg i risikomatriksen.

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig	Miljø: 1.1, 3.1 Økonomi: 1.1, 1.3	Personskade: 1.2 Økonomi: 1.2	
	2. Sannsynlig	Miljø: 3.10, 3.16, 3.17 Økonomi: 3.17, 4.6	Miljø: 3.2a, 4.1, 4.6 Økonomi: 3.2a, 3.10, 3.13, 3.16, 4.1	
	1. Usannsynlig	Miljø: 1.4, 2.1, 3.2b, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 4.4 Økonomi: 3.2b, 3.8	Miljø: 2.2, 2.3, 2.4, 3.4, 3.6, 3.11, 3.12, 3.14, 4.3, 4.5 Personskade: 2.2, 2.3, 2.4, 3.4, 3.12 Økonomi: 2.2, 2.3, 2.4, 3.3, 3.4, 3.6, 3.7, 3.9, 3.11, 3.14, 4.3	Personskade: 1.4 Økonomi: 1.4, 3.12, 4.5

Figur 7 Fordeling av de enkelte uønskede hendelsene i risikomatriksen. (De enkelte nummererte uønskede hendelsene er beskrevet i Figur 5).

I Figur 7 er fordelingen av uønskede hendelser for både miljø, personskader og økonomi presentert. Det understrekes at beskrivelsen av konsekvens er forskjellig for disse, se Figur 4. Videre er beskrivelsen av sannsynlighet forskjellig for anleggsfasen (hendelser i fase 1 til 3) og for langtidseffekter (hendelser i fase 4), se Figur 3. I Appendix B er uønskede hendelser for miljø, personskader og økonomi presentert separat og de er også delt i anleggsfase og langtidseffekter.

I tillegg til de spesifikke tiltak som fremkommer i ROS-analysen kreves også en meget aktiv miljøoppfølging under hele prosessen. Med henblikk på informasjon bør data fra miljøoppfølgingen brukes som informasjonskilde for brukerinteressentene og publikum.

5.1 Uønskede hendelser med stor risiko

Som fremgår av Figur 7 er det 1 uønsket hendelse som vurderes å utgjøre en stor risiko (middels konsekvens og stor sannsynlighet). Denne uønskede hendelsen er muligheten for gassdannelse ved lastning av sedimenter med høyt organisk innhold hvor det er vurdert å være stor risiko for personskader og økonomi. Utvikling av skadelige gasser vil kun være aktuelt helt lokalt på arbeidsstedet og kun utgjøre en fare for de som arbeider der. For skader på miljøet vurderes slik lokal gassdannelse ikke ha noen relevans.

Arbeidsgruppen vurderer at denne risikoen kan reduseres ved tiltak. Det er foreslått at gassdetektor og åndedrettsvern må være tilgjengelig og at forhåndsvarsling gis når en nærmer seg områder med høyt organisk innhold. Videre bør en ha en fri vannflate over sedimenter med høyt organisk innhold i lekteren.

5.2 Uønskede hendelser med middels risiko

Det er vurdert at det er 5 uønskede hendelser for miljø, 1 for personskader og 10 for økonomi som vurderes å utgjøre en middels risiko (se Figur 7).

Hvis en ser mer detaljert på disse så kan uønskede hendelser med middels risiko deles i tre grupper:

1. Uønskede hendelser som er usannsynlige men som har stor konsekvens (0 på miljø, 1 på personskade og 3 på økonomi).
2. Uønskede hendelser som er sannsynlige og som har middels konsekvens (3 på miljø, 0 på personskade og 5 på økonomi).
3. Uønskede hendelser som er svært sannsynlige og som har liten konsekvens (2 på miljø, 0 på personskade og 2 på økonomi).

Hvis en ser på den første gruppen (usannsynlig - stor konsekvens) så er det 1 uønsket hendelse med henblikk på personskade. Det er muligheten for lastning av ammunisjon eller sprenglegemer (1.4) som kan utgjøre en fare for eksplosjon og skade på personell og utstyr (økonomi). Dette er en problemstilling i flere norske fjorder hvor det kan være ammunisjon eller sprenglegemer siden krigen. Mulige nye tiltak vil være forhåndskartlegging av bunnen, minimumsbemannning, innhenting av informasjon fra forsvaret, vurdere egnet lastemetode og å ha en sikringssone rundt lasteområdet.

Hvis en ser på den andre gruppen (sannsynlig - middels konsekvens) så er det 3 uønskede hendelser med henblikk på miljø. Det er muligheten for spill av forurensede sedimenter i de øverste 40 m av vannsøylen ved plassering i deponi (3.2a), jordskjelv (4.1) og at tildekkingslaget utsettes for tråling (4.6). For å unngå spill av forurensede sedimenter ved plassering i deponi (i de øverste 40 m av vannsøylen) har arbeidsgruppen foreslått mulige nye tiltak (utover at massene føres ned i rør). Disse tiltakene er at massene pumpes direkte fra lekter til nedføringsrøret, siltgardin for utplassering i sjø ligger stand-by og at arbeidene kan stoppes ved dårlig vær. Jordskjelv i Norge er normalt meget svake men arbeidsgruppen foreslår som mulig tiltak at dypvannsdeponiet dimensjoneres for å kunne motstå et jordskjelv. Tråling vil kunne ødelegge tildekkingslaget der hvor tråling foregår. Området vil bli regulert som spesialområde hvilket innebærer at all tråling i området er forbudt (i dag er det heller ikke forhold for tråling i området).

TEKNISK RAPPORT

Hvis en ser på den tredje gruppen (svært sannsynlig – liten konsekvens) så er det 2 uønskede hendelser med henblikk på miljø. Det er spill av forurensede sedimenter ved lastning på lekter (1.1) og at byggingen av dypvannsdeponiet forårsaker spredning av forurensede sedimenter (3.1). For å unngå spill av forurensede sedimenter ved lastning på lekter vil det bli stilt krav til entreprenør om godkjente prosedyrer for dette og at det foregår overvåking av turbiditet og innhold av suspenderte partikler i vannmassen. Spredning av forurensede sedimenter ved bygging av dypvannsdeponiet er mest relevant hvis en må etablere terskler på sjøbunnen fordi det naturlige området på bunnen ikke er stort nok. Terskler må bygges hvis det blir fylt mer enn ca. 620.000 m³ forurensede sedimenter i deponiet. For å minimere spredning vil de masser (pukk) som en trenger for å etablere slike terskler bli lagt ut ved hjelp av nedsenkede rør. Arbeidsgruppen vurderer som mulig nytt tiltak at det også legges ut en sandpute før pukken legges ut. I tillegg kan de nedsenkede rørene utstyres med energidreper for å redusere fallhastigheten for pukken når den treffer bunnen.

På figur 8 er alle identifiserte uønskede hendelser med stor og middels risiko sammenstilt.

5.3 Uønskede hendelser med liten risiko

Hoveddelen av de identifiserte uønskede hendelsene er vurdert å ha en liten risiko (22 for miljø, 5 for personskader og 15 for økonomi). For uønskede hendelser med liten risiko har arbeidsgruppen ikke foreslått tiltak. For en fullstendig oversikt over uønskede hendelser med liten risiko vises til Appendiks A.

5.4 Uønskede hendelser som ikke anses relevante

En rekke av de uønskede hendelsene har arbeidsgruppen vurdert som ikke relevante for den aktuelle målsetningen (8 for miljø, 28 for personskader og 9 for økonomi). For en fullstendig oversikt over uønskede hendelser som ikke anses relevante vises til Appendiks A.

TEKNISK RAPPORT

Nr.	Uønsket hendelse	Eksisterende tiltak	Sanns. kategori	Konsekvens	Kons- miljø	Kons- pers	Kons- øko	Risiko miljø	Risiko pers	Risiko øko	Mulige nye tiltak	Kommentar
Fase 1												
Lasting av forurensede sedimenter												
1.1	Spill av forurensede sedimenter ved lasting på leker.	Entreprenør skal ha godkjente prosedyrer for gravning og overføring av masser før arbeidet starter. Overvåking av turbiditet og innhold av suspenderte partikler i vannmassen.	3	Forurensede sedimenter spres til sjø i samme størrelsesorden som oppvirvling fra skipstrafikk i området.	1	ir	1	3	ir	3	Aktiv oppfølging under hele prosessen. Informasjonskilde til brukerinteressentene.	Spill kan neppe unngås. Grundig vurdert i forarbeidene, og vil gi et svært lite bidrag. Tyngdepunktet må legges på de store spillene og ikke de daglige små spillene.
1.2	Sedimentene har høyt organisk innhold og det gir gassdannelse og kraftig lukt ved lasting.	Overvåkingsparameter H2S. Grenseverdier iht arbeidsmiljøloven.	3	De som arbeider med lasting kan bli uvel og det kan utgjøre en arbeidsmiljøbelastning.	ir	2	2	ir	6	6	Andredrettsvern og gassdetektor må være tilgjengelig. Forhåndsvarsling når man nærmer seg områder med mye organisk stoff/gass. Fri vannflate over sedimentet i leker.	Eksplisjonsfare fra metangass vurderes ikke å være tilstede da mudringsmassene ikke foreligger i lukkede rom. Husk å unngå at slam blir liggende i lukket rom.
1.3	Diverse skrot følger med i mudringen og lastes på lekeren.	Utført forhåndskartlegging med magnetometer i deler av mudringsområder. Umiddelbar stopp i tilfelle funn av ammunisjon og tilkallelse av politi (politi formidler videre ved behov).	3	Får stopp og kan få skade på utstyr.	ir	ir	1	ir	ir	3	Tiltak må beskrives som egen prosess i anbudsgrunnlaget.	Det vil alltid være noe som ikke fanges opp.
1.4	Ammunisjon eller sprenglegemer som kan detonere følger med mudringen og lastes i lekeren.	Ikke avklart. Umiddelbar stopp og tilkallelse av politi (politi formidler videre ved behov).	1	Ammunisjon og sprenglegemer kan utgjøre en fare for eksplosjon, og skade på personell og utstyr.	1	3	3	1	3	3	Forhåndskartlegging. Minimumsbemanning til enhver tid i disse områder. Konsultere forsvarret på forhånd. Vurdere egnet metode for å plassere det på leker. Sikringssoner rundt lasteområdet.	
Fase 2												
Transport av forurensede sedimenter på leker til dypvannsdeponi												
(Ingen)												
Fase 3												
Plassering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet (inkl. avslutning av deponiet).												
3.1	Byggingen av deponiet forårsaker spredning av forurensede sedimenter. (En trenger kun å etablere terskler hvis en fyller mer enn ca. 620.000 m ³ i deponiet).	Legges ut med nedsenkede rør rett over sjøbunnen.	3	Forurensede sedimenter spres horisontalt til omgivelser på dypt vann.	1	ir	ir	3	ir	ir	Vurdere å legge ut en sandpute før pukk legges på. Bruke energidreper i rør som plasserer massene.	Ca 300 meter lang terskel av grus og pukk skal plasseres. Utlegging av terskel foregår kun noen uker. Detaljprosjektering er enda ikke utført.
3.2a	Spill ved plasseringen av forurensede sedimenter i deponiet i de øverste 40 m av vannstylen . (Sedimentene spres til fjorden fordi sikringstiltak ikke fungerer som forutsatt).	Massene føres ned i rør til bunnen. Entreprenør skal beskrive prosedyrer for igangsettelse, og byggherre overvåker og kontrollerer. som forutsatt).	2	Forurensede sedimenter spres i sjøen.	2	ir	2	4	ir	4	Pumpe massen fra leker til nedføringsenhet. Siltgardin ligger stand by ved behov. Stopp ved dårlig vær.	Tiltak må vurderes etter tid på året (biologi og hydrografi).
3.10	Muddermassene synker ikke til bunns som forventet (mindre partikkelstørrelse enn antatt, høyt vanninnhold i massene).	Saltinnholdet i overskuddsvannet måles under nedføring av massen. Hvis lavt saltinnhold skal saltlake tilsettes.	2	Spredning av partikler og forurensming. Oppptak i organismer ved oksiske forhold.	1	ir	2	2	ir	4	Legge ut en "sandparaply". Vurdere om mindre salt gir samme effekt. Justere deponeringshastighet.	Påvirkning av øvre vannlag ikke sannsynlig.
3.12	Mulig eksplosjonsfare hvis det finnes dumpet ammunisjon eller sprenglegemer hvor de forurensede sedimentene plasseres. Alternativt; sabotasje.		1	Deponiet ødelegges dersom tersklene skades vesentlig, eller masser fra sideveggene raser inn. Stor lokal spredning av forurensede masser. Skade på utstyr og evt mennesker som befinner seg i nærheten.	2	2	3	2	2	3	ROV undersøkelse i forkant av deponeringen. Vakt hold og merking under deponeringsperioden mhp sabotasje.	Sannsynlighet vurderes å være mye sjeldnere enn 0.2 ganger per år. Påvirkning av nærliggende badevann kan forekomme ved evt partikkelspredning av forurenset sediment. Spredningen er avhengig av størrelsen på eksplosjonen.
3.13	Utførelse av sedimentene blir vanskelig på grunn av dårlig vær (kraftig vind, høye bølger).	Arbeidet avbrytes ved ugunstig vær og vind.	2	Stopp og forsinkelser i arbeidet.	ir	ir	2	ir	ir	4	Strengt krav til operasjonsdyktighet av personell og utstyr i dårlig vær.	Inn i konkurransegrunnlaget.
3.16	I løpet av de ca. to årene som innfylling og avslutning pågår skjer en dypvannsutskifting (helt ned til bunn av fjorden).	Målinger og varsling på Drøbakterskelen.	2	Mer oksygenrikt vann tilføres (øpne nok til å påvirke sedimentkjemi). Noe oppvirvling av forurensede sedimenter i det øverste laget (for tildekking). Driver opp strømhastigheten (korte perioder 5-15 cm/s).	1	ir	2	2	ir	4	Vurdere stopp i arbeidet. Vurdere å måle strømhastighet.	En uke etter når utskiftingen anleggsområdet. Kostnaden er basert på stopp i arbeidet.
Fase 4												
Langtidseffekter av dypvannsdeponiet (etter at deponiet er avsluttet)												
4.1	Jordskjelv.		2	Brudd eller skred i tersklene, eller skred i sideveggene rundt deponiet.	2	ir	2	4	ir	4	Dimensjonering for jordskjelv.	Vanlig å dimensjonere for jordskjelv ved alle anlegg.
4.5	Tildekkingslag eroderes bort.	Tildekkingen er dimensjonert for å motstå erosjon.	1	Tildekkingslaget blir tynnere.	2	ir	3	2	ir	3	Avbøtende tiltak for økonomi vurderes ikke grunnnet svært lav sannsynlighet (kost- nytte).	Antas at dette er mye sjeldnere enn 100 år.
4.6	Tildekkingslaget blir utsatt for tråling	Området er regulert som spesialområde.	2	Tildekkingen brytes av tråldørene, og forurensede sedimenter eksponeres.	2	ir	1	4	ir	2		Risiko for miljø er så høy for det antas at hvis det skjer, skjer det flere ganger. Tråling forutsetter at det har blitt oksiske forhold også i dypområdene.

Figur 8 Ønskede hendelser med stor og middels risiko

6 REFERANSER

- /1/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (1997). Retningslinjer for fylkesmannens bruk av innsigelser i plansaker etter plan- og bygningsloven (utgitt av *Direktoratet for sivil beredskap*, som var det daværende navnet på direktoratet).
- /2/ Oslo Havn KF (2005). Helhetlig tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt. Forslag. Oslo, juni 2005.
- /3/ Oslo Havn KF (2005). Søknad om etablering av dypvannsdeponi ved Malmøykalven i Oslo og Nesodden kommuner, samt deponering av forurensede sedimenter. 30. juni 2005.

- o0o -

APPENDIX

A

OVERSIKT OVER RESULTATER FRA ROS-ANALYSEN

Nr.	Ønsket hendelse	Eksisterende tiltak	Sanns. kategori	Konsekvens	Kons-miljø	Kons-pers	Kons-øko	Risiko miljø	Risiko pers	Risiko øko	Mulige nye tiltak	Kommentar
Fase 1 Lasting av forurensede sedimenter												
1.1	Spill av forurensede sedimenter ved lasting på lekter.	Entreprenør skal ha godkjente prosedyrer for gravning og overføring av masser før arbeidet starter. Overvåking av turbiditet og innhold av suspenderte partikler i vannmassen.	3	Forurensede sedimenter spres til sjø i samme størrelsesorden som oppvirling fra skipstrafikk i området.	1	ir	1	3	ir	3	Aktiv oppfølging under hele prosessen. Informasjonskilde til brukerinteressentene.	Spill kan neppe unngås. Grundig vurdert i forarbeidene, og vil gi et svært lite bidrag. Tyngdepunktet må legges på de store spillene og ikke på de daglige små spillene.
1.2	Sedimentene har høyt organisk innhold og det gir gassdannelse og kraftig lukt ved lasting.	Overvåkingsparameter H2S. Grenseverdier iht arbeidsmiljøloven.	3	De som arbeider med lasting kan bli uvel og det kan utgjøre en arbeidsmiljø-belastning.	ir	2	2	ir	6	6	Andredrettsvern og gassdetektor må være tilgjengelig. Forhåndsvarsling når man nærmer seg områder med mye organisk stoff/gass. Fri vannflate over sedimentet i lekter.	Eksplisjonsfare fra metangass vurderes ikke å være tilstede da mudringsmassene ikke foreligger i lukkede rom. Husk å unngå å slam blir liggende i lukket rom.
1.3	Diverse skrot følger med i mudringen og lastes på lekteren.	Utført forhåndskartlegging med magnetometer i deler av mudringsområder. Umiddelbar stopp i tilfelle funn av ammunisjon og tilkallelse av politi (politi formidler videre ved behov).	3	Får stopp og kan få skade på utstyr.	ir	ir	1	ir	ir	3	Tiltak må beskrives som egen prosess i anbudsgrunnlaget.	Det vil alltid være noe som ikke fanges opp.
1.4	Ammunisjon eller sprenglegemer som kan detonere følger med mudringen og lastes i lekteren.	Ikke avklart. Umiddelbar stopp og tilkallelse av politi (politi formidler videre ved behov).	1	Ammunisjon og sprenglegemer kan utgjøre en fare for eksplosjon og skade på personell og utstyr.	1	3	3	1	3	3	Forhåndskartlegging. Minimumsbemanning til enhver tid i disse områdene. Konsultere forsvarer på forhånd. Vurderer egnet metode for å plassere det på lekter. Sikringszone rundt lasteområdet.	
Fase 2 Transport av forurensede sedimenter på lekter til dypvannsdeponi												
2.1	Spill av forurensede sedimenter fra lekter under transport.	Står i kontrollplan at lasten skal være forsvarlig sikret før transport gjennomføres.	1	Små mengder forurensede sedimenter spres til sjø.	1	ir	ir	1	ir	ir		Søl defineres som liten andel av lasten.
2.2	Lekteren forliser og mister alle massene. (For eksempel pga. at sedimentene forskyver seg under transport).	Lastemerker på lekter er entreprenørs ansvar. Del av internkontroll fra byggherrens side. Det eksisterer beredskapsplan fra havnevesenets side.	1	Alle forurensede sedimenter spres til sjø. Oljesøl fra slepefartøy eller lekter selv kan forekomme. Skade på personell.	2	2	2	2	2	2		Forventer at personell kan redde seg selv eller bli reddet. Evt. oljesøl som kommer til land (strandreseoperasjon) vil kunne gi store økonomiske konsekvenser (3).
2.3	Lekteren kolliderer med et fartøy.	Trafikkregler på sjøen. Havna styrer trafikken.	1	Deler av forurensede sedimenter kan spres til sjø. Oljesøl fra slepefartøy eller lekter selv kan forekomme. Skade på personell.	2	2	2	2	2	2		Forventer at personell kan redde seg selv eller bli reddet. Evt. oljesøl som kommer til land (strandreseoperasjon) vil kunne gi store økonomiske konsekvenser (3).
2.4	Lekteren går på grunn.	Trafikkregler på sjøen. Lese sjøkart. Havna styrer trafikken.	1	Deler av forurensede sedimenter kan spres til sjø. Oljesøl fra slepefartøy eller lekter selv kan forekomme. Skade på personell.	2	2	2	2	2	2		Forventer at personell kan redde seg selv eller bli reddet. Evt. oljesøl som kommer til land (strandreseoperasjon) vil kunne gi store økonomiske konsekvenser (3).
Fase 3 Plassering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet (inkl. avslutning av deponiet).												
3.1	Byggingen av deponiet forårsaker spredning av forurensede sedimenter. (En trenger kun å etablere terskler hvis en fyller mer enn ca. 620.000 m ³ i deponiet).	Legges ut med nedsenkede rør rett over sjøbunnen.	3	Forurensede sedimenter spres horisontalt til omgivelser på dypt vann.	1	ir	ir	3	ir	ir	Vurdere å legge ut en sandpute før pukk legges på. Bruke energidreper i rør som plasserer massene.	Ca 300 meter lang terskel av grus og pukk skal plasseres. Utlegging av terskel foregår kun noen uker. Detaljprosjektering er enda ikke utført.

Nr.	Ønsket hendelse	Eksisterende tiltak	Sanns. kategori	Konsekvens	Kons-miljø	Kons-pers	Kons-øko	Risiko miljø	Risiko pers	Risiko øko	Mulige nye tiltak	Kommentar
3.2a	Spill ved plasseringen av forurensete sedimenter i deponiet i de øverste 40 m av vannsøylen . (Sedimentene spres til fjorden fordi sikringstiltak ikke fungerer som forutsatt).	Massene føres ned i rør til bunnen. Entreprenør skal beskrive prosedyrer for igangsettelse og byggherre overvåker og kontrollerer.	2	Forurensete sedimenter spres i sjøen.	2	ir	2	4	ir	4	Pumpe massen fra leker til nedføringsenhet. Siltgardin ligger stand by ved behov. Stopp ved dårlig vær.	Tiltak må vurderes etter tid på året (biologi og hydrografi).
3.2b	Spill ved plasseringen av forurensete sedimenter i deponiet på vannedybder større enn 40 m. (Sedimentene spres til fjorden fordi sikringstiltak ikke fungerer som forutsatt).	Massene føres ned i rør til bunnen. Entreprenør skal beskrive prosedyrer for igangsettelse og byggherre overvåker og kontrollerer.	1	Forurensete sedimenter spres i sjøen.	1	ir	1	1	ir	1		Tiltak må vurderes etter tid på året (dypvannsfornylse).
3.3	Uhell ved plasseringen av forurensete sedimenter i deponiet. En leker tømmer massene på feil sted.	Kontroll av posisjonering. Merking/varsling hvis det ligger et fartøy ved deponiområdet. Entreprenør skal beskrive prosedyrer for igangsettelse og byggherre overvåker og kontrollerer.	1	Økt konsentrasjon av forurensning i dumpeområdet.	1	ir	2	1	ir	2		Utgangspunkt er at leker fører eget nedføringsrør. Leker posisjoneres seg feil og plasserer massene utenfor deponiområdet.
3.4	Lekeren blir påkjørt når den tømmes for forurensete sedimenter.	Området er merket. Leker er merket med at den er manøvreringsudyktig. Trafikkentralen overvåker.	1	Forurensete sedimenter spres i sjøen. Skader på personell.	2	2	2	2	2	2		Forventer at personell kan redde seg selv eller bli reddet. Evt. oljesøl som kommer til land (strandrenseoperasjon) vil kunne gi store økonomiske konsekvenser (3).
3.5	Utpresset porevann fra dypvannsediment inneholder betydelig mer forurensning enn forventet.	Modellforsøk og beregninger er utført og viser en høy sikkerhetsmargin mot økt utslipp av forurensning til sjø. (Flux skal måles etter avsluttet deponi).	1	Liten konsentrasjonsøkning lokalt.	1	ir	ir	1	ir	ir		Konsentrasjonsøkningen er sannsynligvis ikke målbar.
3.6	I tiden hvor deponiet står åpent (uten tildekking) spres store mengder miljøgifter fra overflaten av deponiet til omgivelsene.	Målinger viser at strømmen ved bunnen er opptil 3 cm/s. Modellforsøk og beregninger er utført og viser en høy sikkerhetsmargin mot økt utslipp av forurensning til sjø. (Flux skal måles etter avsluttet deponi). Turbiditet måles i vannsøylen under anleggsfasen.	1	Lokal spredning av partikler og forurensning.	2	ir	2	2	ir	2		Økonomisk risiko begrunnes med kostnader knyttet til behov for etablering av et midlertidig tildekkingslag.
3.7	Avslutningen av deponiet blir utsatt fordi innfyllingen går langsommere enn antatt.	Målinger viser at strømmen ved bunnen er opptil 3 cm/s. Modellforsøk og beregninger er utført og viser en høy sikkerhetsmargin mot økt utslipp av forurensning til sjø. (Flux skal måles etter avsluttet deponi). Turbiditet måles i vannsøylen under anleggsfasen.	1	Lokal spredning av partikler og forurensning.	1	ir	2	1	ir	2		Økonomisk risiko begrunnes med kostnader knyttet til behov for etablering av et midlertidig tildekkingslag.
3.8	Gassdannelse fra deponert forurenset sediment (volumendringer, dannelse av åpninger i tildekkingen ved gassbobler, spredning av miljøgifter sammen med gassbobler).	Modellforsøk og beregninger er utført og viser at tildekkingen vil være permeabel slik at gassen kan komme ut uten å danne åpninger. Tildekkingen har høyere permeabilitet enn laget under.	1	Spredning av miljøgifter til sjø fra deponiet. Skade på tildekkingen.	1	ir	1	1	ir	1		Det er skissert en kontroll av tildekkingslaget etter utførelse. NGI har nylig utført forsøk som viste at spredning av miljøgifter med gassbobler vil fanges opp i tildekkingslaget.

Nr.	Ønsket hendelse	Eksisterende tiltak	Sanns. kategori	Konsekvens	Kons-miljø	Kons-pers	Kons-øke	Risiko miljø	Risiko pers	Risiko øko	Mulige nye tiltak	Kommentar
3.9	Spredning av miljøgifter ved gravende virksomhet fra bunndyr.	Tykkelsen av dekklaget er dimensjonert for bunnløvende dyr. Det er tatt høyde for oksiske forhold i fremtiden og at laget skal kunne tåle kraftigere dypvannsutskiftelse enn vanlig.	1	Opptak i organismer.	1	ir	2	1	ir	2		Økonomisk risiko begrunnes med kostnader knyttet til behov for tykkere tildekkingslag.
3.10	Muddermassene synker ikke til bunns som forventet (mindre partikkelstørrelse enn antatt, høyt vanninnhold i massene).	Saltinnholdet i overskuddsvannet måles under nedføring av massen. Hvis lavt saltinnhold skal saltlake tilsettes.	2	Spredning av partikler og forurensning. Opptak i organismer ved oksiske forhold.	1	ir	2	2	ir	4	Legge ut en "sandparaply". Vurdere om mindre salt gir samme effekt. Justere deponeringshastighet.	Påvirkning av øvre vannlag ikke sannsynlig.
3.11	Overfylling av deponiet.	Loggføring av deponert mengde.	1	Spredning av partikler og forurensning over tersklene mot nord og videre inn i Bekkelagsbassenget.	2	ir	2	2	ir	2	Bathymetriske metoder for registrering av nivå i deponi. Beskrivelse i konkurransegrunnlag.	forurenset sediment.
3.12	Mulig eksplosjonsfare hvis det finnes dumpet ammunisjon eller sprenglegemer hvor de forurensede sedimentene plasseres. Alternativt sabotasje.		1	Deponiet ødelegges dersom tersklene skades vesentlig, eller masser fra sidevegg-ene raser inn. Stor lokal spredning av forurensede masser. Skade på utstyr og evt. mennesker som befinner seg i nærheten.	2	2	3	2	2	3	ROV undersøkelse i forkant av deponeringen. Vaktthold og merking under deponeringsperioden mhp sabotasje.	Sannsynlighet vurderes å være mye sjeldnere enn 0,2 ganger per år. Påvirkning av nærliggende badevann kan forekomme ved evt partikkelspredning av forurenset sediment. Spredningen er avhengig av størrelsen på eksplosjonen.
3.13	Utlekking av sedimentene blir vanskelig på grunn av dårlig vær (kraftig vind, høye bølger).	Arbeidet avbrytes ved ugunstig vær og vind.	2	Stopp og forsinkelser i arbeidet.	ir	ir	2	ir	ir	4	Strengt krav til operasjonsdyktighet av personell og utstyr i dårlig vær.	Inn i konkurransegrunnlaget.
3.14	Skipsskrog som ligger i deponiet kollaps på grunn av lasten fra sedimentene som deponeres. Deponiet kollaps lokalt.	ROV inspeksjon i forkant.	1	Lokalt sammensynking av deponiet og spredning av forurensede sediment. Mindre oljelekasje fra skipsvrakene.	2	ir	2	2	ir	2		Skipet kan inneholde noe olje etc. Skipet vil være rustent og alle hulrom må forventes å være vannfylt.
3.15	Hele eller store deler av deponiet svikter som følge av kraftig påvirkning (sabotasje eller lignende).	Se 3.12	1	Det skjer en spredning av forurensede sediment.				0	0	0		Se 3.12
3.16	I løpet av de ca. to årene som innfylling og avslutning pågår skjer en dypvannsutskifting (helt ned til bunn av fjorden).	Målinger og varsling på Drøbakterskelen.	2	Mer oksygenrikt vann tilføres (neppe nok til å påvirke sedimentkjemi). Noe oppvirvling av forurensede sediment i det øverste laget (før tildekking). Driver opp strømhastig-heten (korte perioder 5-15 cm/s).	1	ir	2	2	ir	4	Vurdere stopp i arbeidet. Vurdere å måle strømhastighet.	En uke etter når utskiftingen anleggsområdet. Kostnaden er basert på stopp i arbeidet.
3.17	Sedimenter som etter deponering (men før tildekking) viser seg å være mye mer forurenset enn de masser som er forutsatt lastet og plassert i deponiet.	Prøvetaking og overvåking.	2	Deponiområdet blir tilført mer forurensede masser enn tidligere antatt. Massene må kjøres til Langøya (utenfor Holmestrand).	1	ir	1	2	ir	2		Analysen må baseres på prøver tatt i forkant av lastingen. Det er nå satt grenser for maksimal konsentrasjon av miljøgifter i sediment som får plasseres i deponiet ved Malmøykalven.

Nr.	Uønsket hendelse	Eksisterende tiltak	Sanns. kategori	Konsekvens	Kons-miljø	Kons-pers	Kons-øko	Risiko miljø	Risiko pers	Risiko øko	Mulige nye tiltak	Kommentar
Fase 4	Langtidseffekter av dypvanns-deponiet (etter at deponiet er avsluttet)											
4.1	Jordskjelv.		2	Brudd eller skred i tersklene eller skred i sideveggene rundt deponiet.	2	ir	2	4	ir	4	Dimensjonering for jordskjelv.	Vanlig å dimensjonere for jordskjelv ved alle anlegg.
4.2	Tsunami.							ir	ir	ir		Ikke relevant. Ikke tilstrekkelige permanente bevegelser i jordskorpen.
4.3	Sabotasje av deponiet		1	Ødeleggelse av deponi og spredning av forurensete masser.	2	ir	2	2	ir	2		Jordskjelv brukes som dimensjonerende hendelse for terskeldesign.
4.4	Et skip forliser og skader deponiet		1	Deponerte forurensete sedimenter kan spres hvis et større skip trenger gjennom cappingen eller skader tersklene.	1	ir	ir	1	ir	ir		Ikke tiltakshavers ansvar økonomisk.
4.5	Tildeckingslag eroderes bort.	Tildeckingen er dimensjonert for å motstå erosjon.	1	Tildeckingslaget blir tynnere.	2	ir	3	2	ir	3	Avbøtende tiltak for økonomi vurderes ikke grunnet svært lav sannsynlighet (kost-nytte).	Antas at dette er mye sjeldnere enn 100 år.
4.6	Tildeckingslaget blir utsatt for tråling	Området er regulert som spesialområde.	2	Tildeckingen brytes av tråldørene, og forurensete sedimenter eksponeres.	2	ir	1	4	ir	2		Risiko for miljø er så høy for det antas at hvis det skjer, skjer det flere ganger. Tråling forutsetter at det har blitt oksiske forhold også i dypområdene.
4.7	Det kommer krav om utvidelse av deponiet x år etter at det ble avsluttet.	Dette er et engangsforetak. Etter tildekking skal det ikke deponeres mer masse i området. Reguleringsbestemmelsene gir føringer i området.	ir					ir	ir	ir		Deponiet er ikke dimensjonert for mer masse enn det som det er søkt om.
4.8	Det skjer vannutskifting i dypvannsområdet.	se 4.5	ir					ir	ir	ir		(Når tildeckingslaget er på plass så skal det motstå en slik belastning).
4.9	Det kommer krav om at de deponerte massene skal tas opp igjen.	Dypvannsdeponier er et endelig tiltak basert på dagens kunnskap.	ir	Ukjente konsekvenser.				ir	ir	ir		

- o0o -

APPENDIX

B

RISIKOMATRISER MED RESULTATER FOR ANALYSE AV MILJØ, PERSONSKADER OG ØKONOMI

Anleggsfase: Uønskede hendelser miljø

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig	1.1, 3.1		
	2. Sannsynlig	3.10, 3.16, 3.17	3.2a	
	1. Usannsynlig	1.4, 2.1, 3.2b, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9	2.2, 2.3, 2.4, 3.4, 3.6, 3.11, 3.12, 3.14	

Langtidseffekter: Uønskede hendelser miljø

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig			
	2. Sannsynlig		4.1, 4.6	
	1. Usannsynlig	4.4	4.3, 4.5	

Anleggsfase: Uønskede hendelser personskader

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig		1.2	
	2. Sannsynlig			
	1. Usannsynlig		2.2, 2.3, 2.4, 3.4, 3.12	1.4

Langtidseffekter: Uønskede hendelser personskader

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig			
	2. Sannsynlig			
	1. Usannsynlig			

Anleggsfase: Uønskede hendelser økonomi

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig	1.1, 1.3	1.2	
	2. Sannsynlig	3.17	3.2a, 3.10, 3.13, 3.16	
	1. Usannsynlig	3.2b, 3.8	2.2, 2.3, 2.4, 3.3, 3.4, 3.6, 3.7, 3.9, 3.11, 3.14	1.4, 3.12

Langtidseffekter: Uønskede hendelser økonomi

		Konsekvens		
		1. Liten	2. Middels	3. Stor
Sannsynlighet	3. Svært sannsynlig			
	2. Sannsynlig	4.6	4.1	
	1. Usannsynlig		4.3	4.5