



Rapport / Report

Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng

Delrapport 3 Deponialternativer

20081794-00-49-R
5. juli 2011

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng
Dokumentnr.: 20081794-00-49-R
Dokumenttittel: Delrapport 3 Deponialternativer
Dato: 5. juli 2011

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Trondheim kommune
Oppdragsgivers
kontaktperson: Silje Salomonsen
Kontraktreferanse: 08/8764/K23 Brev datert 24.04.09

For NGI

Prosjektleder: Randi Skirstad Grini
Utarbeidet av: Mari Moseid
Kontrollert av: Randi Skirstad Grini

Sammendrag

Trondheim kommune har (TK) i samarbeid med Trondheimsfjorden Interkommunale Havn (TIH) fått støtte fra Klif til å utarbeide en helhetlig tiltaksplan for opprydding i forurenset sjøbunn. Denne rapporten, delrapport 3, presenterer ulike lokaliteter som er vurdert som deponiområder for disponering av mudrede forurensete sedimenter. Det vurderes ikke å være noen egnede lokaliteter for etablering av lokalt sjøbunnsdeponi i Trondheim og omegn for kontrollert nedføring av forurenset masse, bortsett fra i et mindre område i Nyhavna. Dette området er ikke stort nok til å dekke hele mudrebehovet for havna. Havna har flere utviklingsprosjekter som på sikt medfører et utfyllingsbehov hvor forurensete masser i et lokalt strandkantdeponi kan nyttegjøres. Alle prosjektforslagene er imidlertid i en svært tidlig fase, og det er uklart om de i det hele tatt vil bli vedtatt. I Trondheimsområdet finnes det pr. i dag ingen lokale godkjente mottak for forurenset sediment. Det ligger imidlertid en søknad til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag om etablering av et nytt ordinært avfallsdeponi i kommunen. Det er

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081794-00-49-R

Dato: 2010-07-05

Side: 4

usikkert om det tillates å legge sedimenter i dette deponiet. For levering til godkjent mottak er det pr. i dag kun eksterne mottak som er aktuelle (kostnad på ca kr 500-800 kr/m³). I tiltaksplanen for Trondheim havn er totalt mudringsbehov mellom 50.000 og 120.000 m³, avhengig av hvilket ambisjonsnivå og hvilke bruksplaner som prioriteres. Ulike deponialternativer i Nyhavna er beskrevet med varierende kapasitet fra 40.000 m³ (sjøbunnsdeponi) til 450.000 m³ (strandkantdeponi).

Innhold



Dokumentnr.: 20081794-00-49-R
Dato: 2011-07-05
Side: 5

1	Innledning	6
2	Disponeringsløsninger for forurensede sedimenter	6
3	Sjøbunnsdeponi	8
3.1	Generelle krav til sjøbunnsdeponier	8
3.2	Trondheim	9
3.3	Hommelvik	11
3.4	Leinstrand	12
3.5	Orkanger	13
4	Strandkantdeponi	13
4.1	Generelle krav til strandkantdeponier	13
4.2	Nyhavna	14
4.3	Utvidelse av strandkantdeponi ved Pir 2	19
4.4	Strandkantlokaliteter utenfor kommunegrensen	19
5	Konklusjon	22
6	Referanser	23

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Trondheim kommune (TK) har i samarbeid med Trondheimsfjorden Interkommunale Havn (TIH) fått støtte fra Klif til å utarbeide en helhetlig tiltaksplan for opprydding i forurenset sjøbunn. Planen skal også inkludere tiltak for å stanse spredning fra forurensingskilder på land samt undersøkelser for vurdering av eksisterende kostholdsråd. NGI har sammen med DNV og SINTEF fått i oppdrag av Trondheim kommune å utarbeide denne planen.

Den helhetlige tiltaksplanen omfatter 5 delrapporter med følgende tema:

- Delrapport 1: Del A Datarapport, Del B: Risikovurdering
- Delrapport 2: Resultater fra biotaundersøkelser
- Delrapport 3: Deponialternativer
- Delrapport 4: Tiltaksplan
- Delrapport 5: Havnevirksomhetens bidrag, Propellersosjon.

Denne rapporten, delrapport 3, er utarbeidet av NGI og presenterer ulike lokaliteter som er vurdert som deponiområder for disponering av mudrede forurensete sedimenter.

2 Disponeringsløsninger for forurensete sedimenter

Tiltaksplanen i delrapport 4 (DNV, 2011) skisserer et mudrevolum på ca 50 - 120 000 m³ forurensete sedimenter, avhengig hvilket ambisjonsnivå og hvilke bruksplaner som prioriteres.

Generelt finnes følgende løsninger for håndtering og disponering av forurensete sedimenter:

- Levering til godkjent mottak
- Etablering av landdeponi
- Etablering av sjøbunnsdeponi
- Etablering av strandkantdeponi

I denne rapporten er ulike lokaliteter for lokal etablering av sjøbunnsdeponi og strandkantdeponi vurdert.

Det vil alltid være lokale behov og naturgitte forhold som avgjør hvilken deponeringsmetode som er mest egnet i ulike områder. Generelt er sjøbunnsdeponering rimeligst i forhold til etablering og innfylling av deponi. Dersom det foreligger lokale utviklingsplaner vil etablering av strandkantdeponiet medføre en økonomisk gevinst ved at massene benyttes som nyttemasse for utfylling og etablering av nytt landareal. Avhengig av massetype og fremtidig arealbruk kan det være hensiktsmessig å stabilisere massene med sement og eventuelt andre bindemidler.

På grunn av de store volumene som genereres i mudringsprosjekter, er det sjeldent aktuelt å levere massene til lokale avfallsdeponier. Det er kjent at det skal etableres et nytt ordinært avfallsmottak med en kapasitet på over 1 mill m³ i Trondheimsregionen. Søknad for deponiet ligger fremdeles hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, men forventes avklart sommeren 2011. Hvis man må etablere et nytt deponi på land for havneprosjektet, vil dette kreve en omfattende godkjennings- og reguleringsprosess i hht. Plan- og bygningsloven. Krav til et deponi må også tilfredsstillere avfallsforskriftens krav til sikring og overvåking.

Ved deponering av sedimenter på land vil det være behov for avvanning av massene før transport til deponilokalitet. Avvanning av masser krever store arealer nært mudrestedet. Masser må transporteres med lastebil til landdeponiet. Deponering av massene på land medfører et betydelig antall lastebillass som må passere gjennom byen. Beregnet mudrevolum i Trondheim havn tilsvarer flere tusen lastebillass. Ut fra økonomiske og miljømessige hensyn vurderes derfor ikke landdeponering som aktuelt i forbindelse med tiltak i Trondheim havn.

Ved levering av masser til godkjent mottak er det pr i dag kun NOAH, Langøya, og Miljøteknikk Terrateam, Mo i Rana, evt. FSG i Bergen, som er aktuell i forhold til mottak av forurenset masse fra Trondheim havn.

Leveranse av masser til de godkjente mottakene medfører lang transport og behov for avvanning av massene. Kostnader i forhold til lokal sjødeponering er betydelig høyere med en kostnad på 500-800 kr/m³ (DNV, 2011). Kostnader for avvanning avhenger av metodikk og tilgjengelige areal for gjennomføring.

Det er alltid en fordel å etablere deponilokaliteter i nærheten av tiltaket for å unngå unødig transport, Det vil normalt også være å anbefale at deponi etableres i samme kommune som tiltak gjennomføres. Det er langt mer krevende å etablere et deponi i en nabokommune. En forutsetning er at det foreligger konkrete utviklingsplaner i kommunen slik at massene kan fremstå som en ressurs for utfylling. Ulike lokaliteter for ulike typer deponering, både i og utenfor Trondheim kommune, er vurdert og beskrevet i rapporten.

Følgende områder er inkludert i vurderingene:

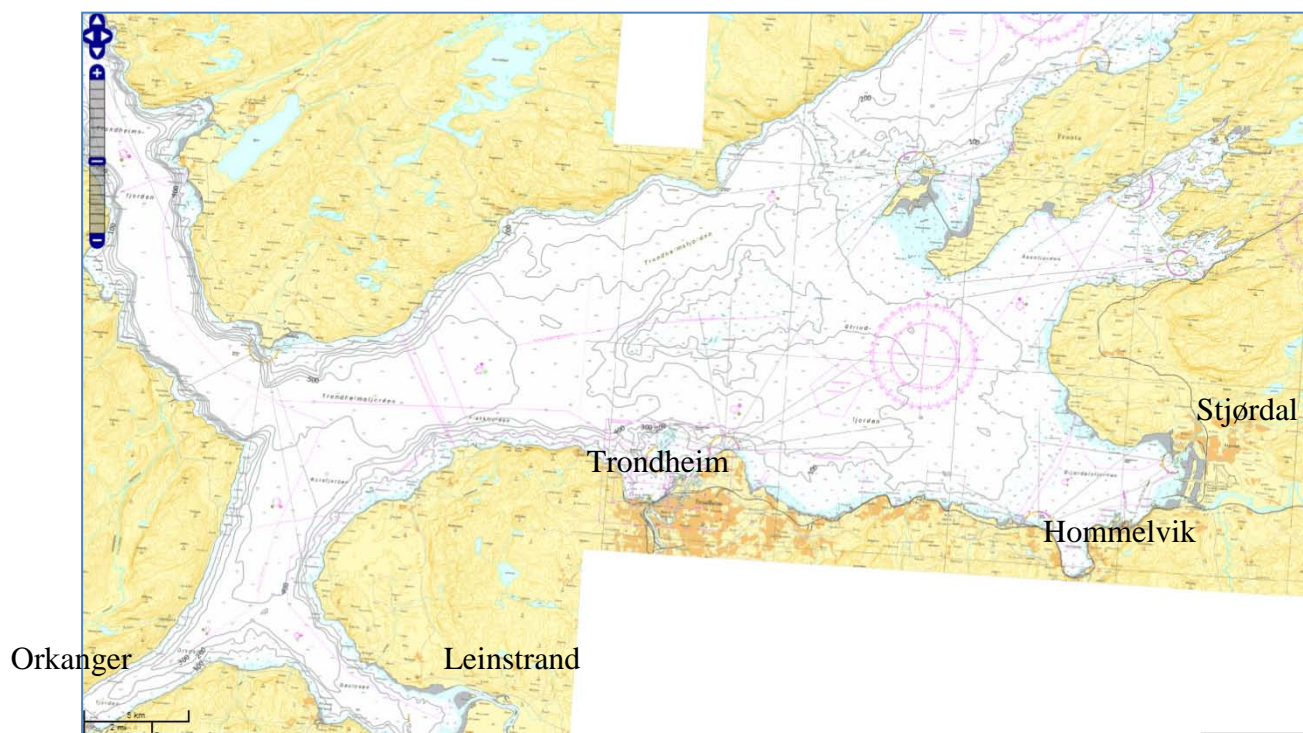
- Trondheim
- Hommelvik
- Leinstrand
- Orkanger
- Muruvik
- Hell

Oversiktskart over Trondheimsfjorden er vist i figur 3.

Trondheimsfjorden Interkommunale Havn IKS (TIH) / Trondheim Havn er et interkommunalt selskap eid av kommunene Trondheim, Orkdal, Malvik og Stjørdal. TIH samordner havnevirksomheten i Trondheim havn, Orkanger havn, Muruvik havn og Stjørdal havn. Havna har utarbeidet strategier og planer for mulige utbygginger i de ulike havnene. Havnas forslag til utbyggingsmuligheter er inkludert i disponeringsmuligheter for sedimenter til utfyllingsformål.

I det videre er det kun faglige vurderinger som er lagt til grunn for vurdering av lokalitetene. Uansett valg av deponilokalitet, må det gjennomføres geotekniske undersøkelser og geoteknisk vurdering før utfylling/deponering. Valgte lokaliteter vil også kreve godkjenning hos planmyndigheter og forurensningsmyndighet.

Ved etablering av deponi for forurensede sedimenter må det tas hensyn til en volumøkning i forhold til beregnet mudringsbehov som er basert på faste masser. Normalt vil også det endelige mudringsvolumet være høyere enn beregnet for å oppnå tilfredsstillende miljøkvalitet. Deponikapasitet må derfor ta høyde for en forventet økning i totalt mudringsvolum.



Figur 1: Oversiktskart over Trondheimsfjorden

3 Sjøbunnsdeponi

3.1 Generelle krav til sjøbunnsdeponier

For å kunne etablere et sjøbunnsdeponi stilles det særskilte krav til deponilokaliteten. Klif har utarbeidet retningslinjer for sjøbunnsdeponi basert på erfaringer fra

blant annet sjøbunnsdeponiet i Malmøykalven i Oslofjorden og andre sjødeponier langs kysten (KLIF, 2010). Retningslinjene fra Klif har som målsetning å sikre at erfaringene fra tidligere prosjekter tas med videre i arbeidet med opprydding i forurensede sedimenter.

Kravene som stilles til en slik lokalitet er at deponiet skal utgjøre en avgrenset forsenkning i sjøbunnen. Alternativt må det etableres kunstige barrierer på sjøbunnen for å avgrense deponiet. Området må ikke være utsatt for strøm ved bunnen. Stedlige masser må ha egnet partikkelstørrelse i forhold til de deponerte massene og området må være geoteknisk stabilt. I tillegg må innvirkning på biologisk mangfold vurderes. Det må ikke være vernebestemmelser for området.

Sjødeponier kan med fordel legges på områder hvor det allerede er forurensede sedimenter. For å vurdere egnethet for sjøbunnsdeponi må geoteknisk stabilitet, bunnforhold og topografi undersøkes, i tillegg til strømforhold, eventuelle dypvannsutskiftninger, saltholdighet og oksygenforhold.

Et sjøbunnsdeponi må prosjekteres med et tildekkingslag. Tildekkingslaget skal være tilstrekkelig tykt til å hindre utlekking av miljøgifter fra deponiet og samtidig hindre at bunnlevende organismer når ned i forurensningene. Tykkelsen av tildekkingslaget må gjøres i henhold til Klifs retningslinjer som oppgir at det normalt er tilstrekkelig med 25-30 cm tykkelse på isolasjonslaget, men at det ved ønske om økt sikkerhet bør være større. Tildekkingslagets oppbygning avhenger blant annet av eksponering for propelloppvirvling fra båter og lignende. Det vil i slike tilfeller være aktuelt å lage et erosjonslag over isolasjonslaget. Erosjonslaget har normalt grovere materiale enn isolasjonslaget.

Følgende områder er vurdert for med tanke på etablering av sjøbunnsdeponi:

- Trondheim
- Hommelvik
- Leinstrand
- Orkanger

3.2 Trondheim

Trondheimsfjorden med sin topografi har ingen naturlige forsenkninger i sjøbunnen i den delen av fjorden som ligger innenfor Munkholmen, vist i Figur 2. Et eventuelt sjøbunnsdeponi må dermed plasseres utenfor Munkholmen. Dette medfører at en eventuell deponilokalitet må ligge på flere hundre meters dyp. Det vil være svært ressurskrevende å gjennomføre kontrollert nedføring av forurensede masser på store vanddyp, og dette anbefales ikke.

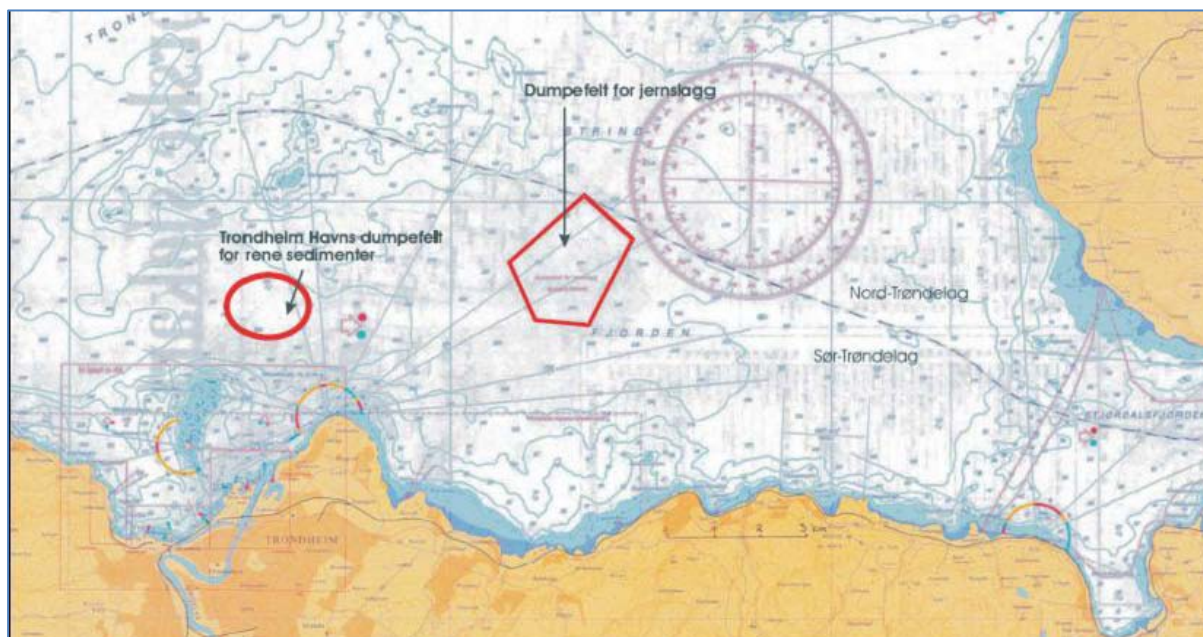


Figur 2: Sjøbunnstopografi i Trondheim (Illustrasjon: Jean-Sebastien L'Heureux/John Dehls, NGU)

Det eksisterer i dag to dumpeplasser i fjorden, vist på Figur 3. I dumpeområdet rett nord for byen har Trondheim havn hatt dumpeområde for rene masser. Trondheim Havn hadde en rammeavtale for dumping i dette området fram til 2006. Området har et vanddyb på ca 200 m. Det har vært dumpet masser i dette området over flere tiår. Synlig forurenset masse har ikke vært tillatt dumpet. Før ca. 1995 ble det ikke tatt analyser av masser som ble dumpet. Masser som har blitt dumpet i dette området før 1995 kan derfor ha vært forurenset.

Området lengst øst i Figur 3 er et tidligere slaggdeponi. Området har et vanddyb på ca 250 m. Deponiet benyttes i dag til deponering av rene leiremasser fra Statens Vegvesen sitt tunnelprosjekt Trondheim – Stjørdal dagsone Vest.

Begge lokalitetene ligger på svært store vanddyb. Ingen av disse er markerte dyphull og sjøbunnen heller i retning mot dypere vann. Områdene er derfor ikke i henhold til dagens krav til sjøbunnsdeponi for forurensete sedimenter, og regnes derfor ikke å være egnet til nye deponier for forurensete mudremasser.



Figur 3: Dumpeplass for rene sedimenter (ca -330 m) og jernslag (ca -250 m) nord og nordøst for Trondheim (Illustrasjon: SVV).

I Nyhavna er det en lokal forsenkning utenfor DORA 1 som vurderes som en aktuell lokalitet for et mindre sjøbunndeponi. Dette er nærmere beskrevet i kapittelet om Nyhavna, kap. 4.2.

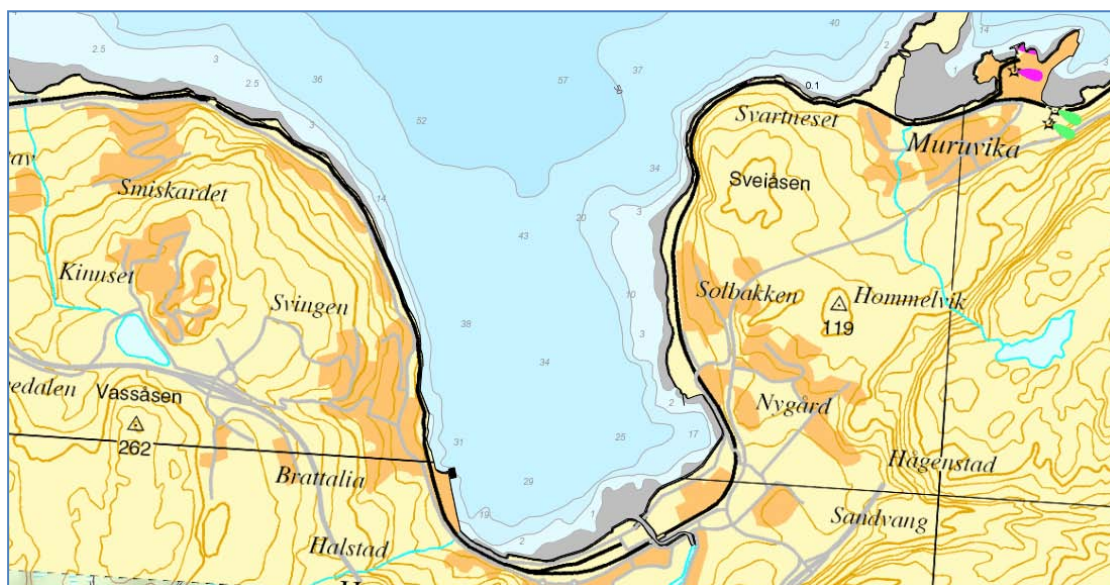
3.3 Hommelvik

I Hommelvik skråner sjøbunnen jevnt ned til rundt 30-40 m vanddyp, vist i Figur 4. Trondheim Havn har havnevirksomhet i området. På land er det påvist PAH-forurensset sjøbunn etter impregneringsverket til gamle NSB på land, samt i sedimentene innerst i fjorden. Det er utført tiltak / tiltaksgjennomføring pågår i det forurensede området både på land og i sedimentene.

Det er ingen naturlig forsenkning i dette området for etablering av sjøbunnsdeponi. Man kan rent teknisk tenke seg å etablere en barriere på sjøbunnen for å holde massene tilbake, men dette er mer egnet for etablering av strandkantdeponi, og anbefales ikke for etablering av sjøbunnsdeponi i området.

Det er tidligere registrert undersjøiske skred i Hommelvikfjorden. Fylling i fjorden vil kreve omfattende geotekniske undersøkelser knyttet til flyteskredproblematikk. Det er kjent at det for nye fyllinger i strandkanten er lagt inn sikkerhetsmarginer knyttet til denne problematikken.

Lokaliteten vurderes ikke å være spesielt godt egnet for etablering av sjøbunnsdeponi. Ved eventuelle kommunale utviklingsplaner vil det kunne være aktuelt å etablere strandkantdeponi i området, men det er ikke kjent at det foreligger noen slike lokale planer.

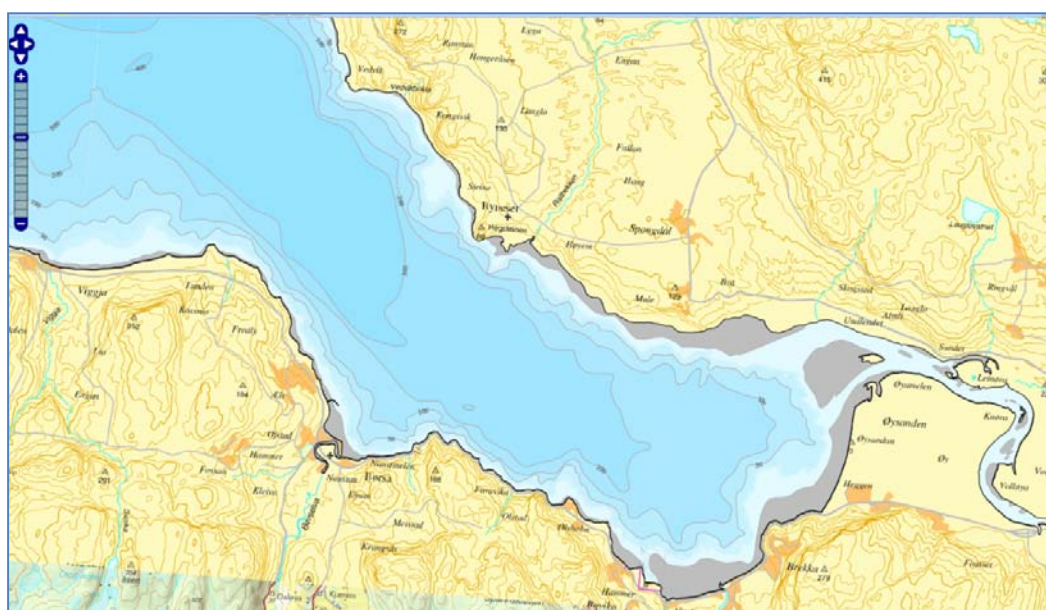


Figur 4: Hommelvika (www.norgeskart.no)

3.4 Leinstrand

I fjorden inn mot Øysand og Leinstrand skråner sjøbunnen raskt fra 50 – 200 m vanddyb, vist i Figur 5. Det er ingen havn i området og det er knyttet verneinteresser til både land og indre deler av fjordarmen.

Det foreligger ingen kjente utfyllingsplaner for området. Området anses ikke som aktuelt for verken sjøbunnsdeponi eller for strandkantdeponi for forurenset masse fra Trondheim havn.



Figur 5: Leinstrand (www.norgeskart.no).

3.5 Orkanger

I indre deler av Orkangerfjorden og langs fjorden pågår en kombinasjon av industri og havnevirksomhet. Bunntopografien skråner raskt også her fra land til ca 200 m vanddyb, vist i Figur 6. Det er ingen naturlige dyphull i aktuelle vanddyb i området.

Området anses ikke som aktuelt for sjøbunnsdeponi for forurenset masse fra Trondheim havn.



Figur 6: Orkdalsfjorden (www.norgeskart.no).

4 Strandkantdeponi

4.1 Generelle krav til strandkantdeponier

Ved etablering av et strandkantdeponi må det etableres en barriere mellom de forurensede sedimentene og inntrengende vann for å unngå spredning av forurensning. Barrieren må konstrueres på en slik måte at den hindrer utvasking via tidevann og overvann.

Barrieren kan etableres enten i form av en steinfylling med filterlag ofte i kombinasjon med fiberduk, eller ved at det etableres en spuntbarriere mot sjø. Strandkantdeponiet bør etableres i områder med begrenset helning på sjøbunnen. Geotekniske forhold er også sentralt å avklare.

Plassering av strandkantdeponier henger i stor grad sammen med eventuelle planer for utfylling og lokale utviklingsbehov. For etablering av nye strandkant-

deponier kreves det at området er reguleringsbehandlet i kommunen etter plan- og bygningsloven.

Følgende områder er vurdert for etablering av strandkantdeponi:

- Nyhavna (ulike alternativer)
- Utvidelse av deponi ved Pir II
- Muruvik
- Hell

4.2 Nyhavna

Nyhavna det mest forurensede delområdet i Trondheim Havn. Området trafikk-eres av til dels store båter, som medfører oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter. Deler av havna ble mudret i 2004, mens området utenfor den gamle utbåtbunkersen Dora I er ikke ryddet. Her er det meget sterkt forurensede sedimenter med stor mektighet (påvist ved 1 m prøvedybde).

Det er behov for tiltak i hele området. Tiltakene som foreslås i Tiltaksplanen er en kombinasjon av mudring (0,5 m), etterfulgt av tildekking med 0,5 m rene masser. Det foreslåtte tiltaket vil opprettholde seilingsdybden og redusere spredningsrisiko av gjenværende forurenset sediment.

Det har vært arbeidet med ulike forslag til fremtidig utvikling av Nyhavna i flere år. Det er blant annet tidligere blitt lansert et alternativ til et nytt strandkantdeponi lokalisert i Nyhavna (Trondheim Havn, 2006). Fremtidig arealbruk for området er ikke vedtatt.

Totalt mudringsvolum avhenger i stor grad av hvilke løsninger som velges for Nyhavna. Med mudring av hele Nyhavna-bassenget er mudringsvolum beregnet til 130.000 m³. Dersom det etableres en deponiløsning i Nyhavna, reduseres mudringsbehovet i området hvor deponiet anlegges. Avhengig av hvordan et eventuelt deponi utformes kan mudringsvolumet reduseres med ca 0,5 m³ pr. kvadratmeter sjøbunn.

Etablering av et deponi i Nyhavna er rent økonomisk og miljøfaglig en fordel, da det reduserer behovet for mudring og spredning av sterkt forurenset masse, i tillegg til at transportveien er kort. I denne rapporten skisseres tre ulike muligheter for utnyttelse av Nyhavna for etablering av lokalt deponiområde ut fra rent tekniske / miljøfaglige hensyn. Alternativer er nummerert som i Tiltaksplanen. Alternativ 1 omfatter deponering i godkjent mottak og er ikke presentert her.

Følgende alternativer er presentert for deponering i Nyhavna:

- Alternativ 2. Deponering i lokalt sjøbunnsdeponi. Gjenfylling av forsenkning etter tidligere flytedokk. Deponikapasitet inntil 40 000 m³
- Alternativ 3. Etablering av regionalt deponi. Utfylling til dagens bakkenivå, og etablering av nytt landareal. Deponikapasitet inntil 450 000 m³
- Alternativ 4. Deponering inne i DORA 1. Deponikapasitet 150 000 m³

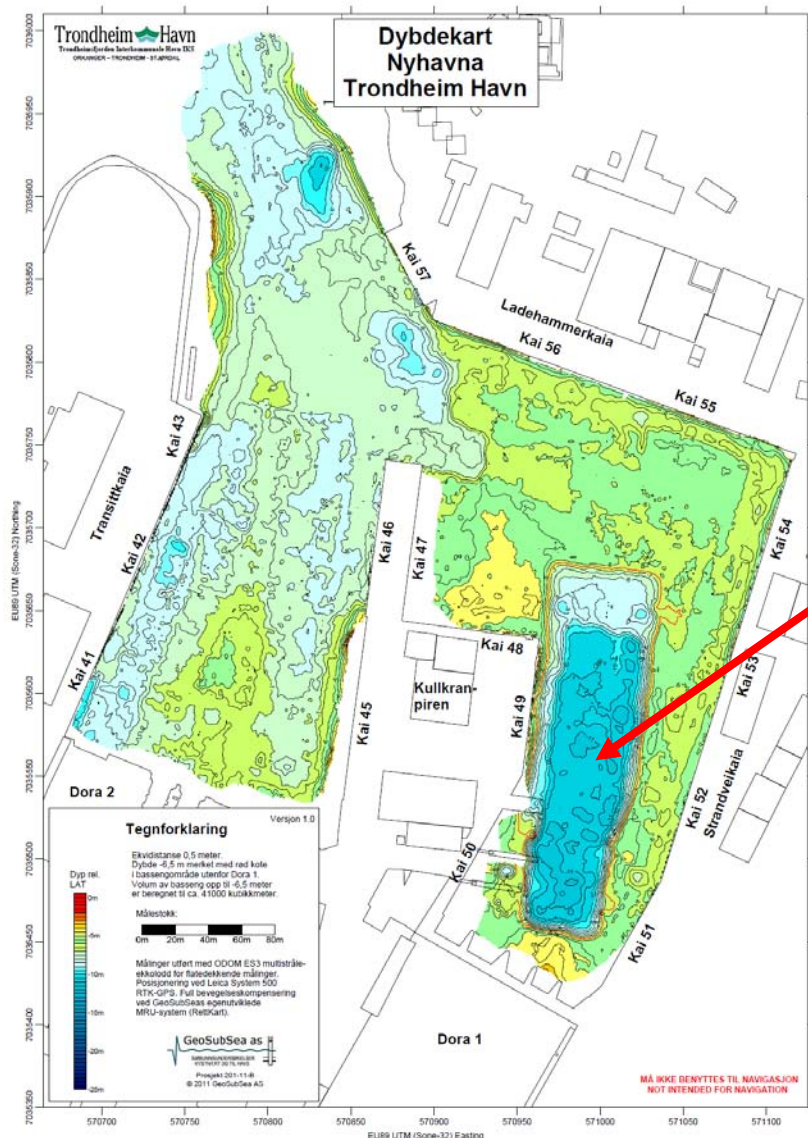
4.2.1 Nyhavna - Alternativ 2. Deponering i lokalt sjøbunnsdeponi

Når det gjelder deponialternativer i Nyhavna er det vurdert en mulighet for å fylle igjen forsenkningen etter den tidligere flytedokken utenfor DORA 1 i østre basseng, vist på figur 7. Dette danner en avgrenset forsenkning i sjøbunnen, og vil i praksis defineres som et sjøbunnsdeponi.

Ved innfylling av forurenset sediment opp til kt -6,5 og tildekking med 0,5 m rene masser vil dagens seilingsdybde opprettholdes. Deponikapasitet er inntil 40 000 m³.

Tiltaket medfører trolig ingen begrensninger i forhold til dagens eller fremtidig arealbruk, annet enn at det vil være knyttet noen krav til overvåking av deponiet i fremtiden.

Det må gjøres geotekniske vurderinger for prosjektering av deponiet. Dersom det ikke kommer i konflikt med seilingsdyp, vil det ikke medføre stabilitetsmessige problemer å fylle opp dette området, da det ikke forventes at tilbakefylling i tidligere utmudret område influerer på omkringliggende områder.



Figur 7: Forslag til etablering av et sjøbunnsdeponi i østre basseng, med ca. 40 000 m³ kapasitet. (Kart: Geosubsea AS).

4.2.2 Nyhavna - Alternativ 3. Deponering i Nyhavna.

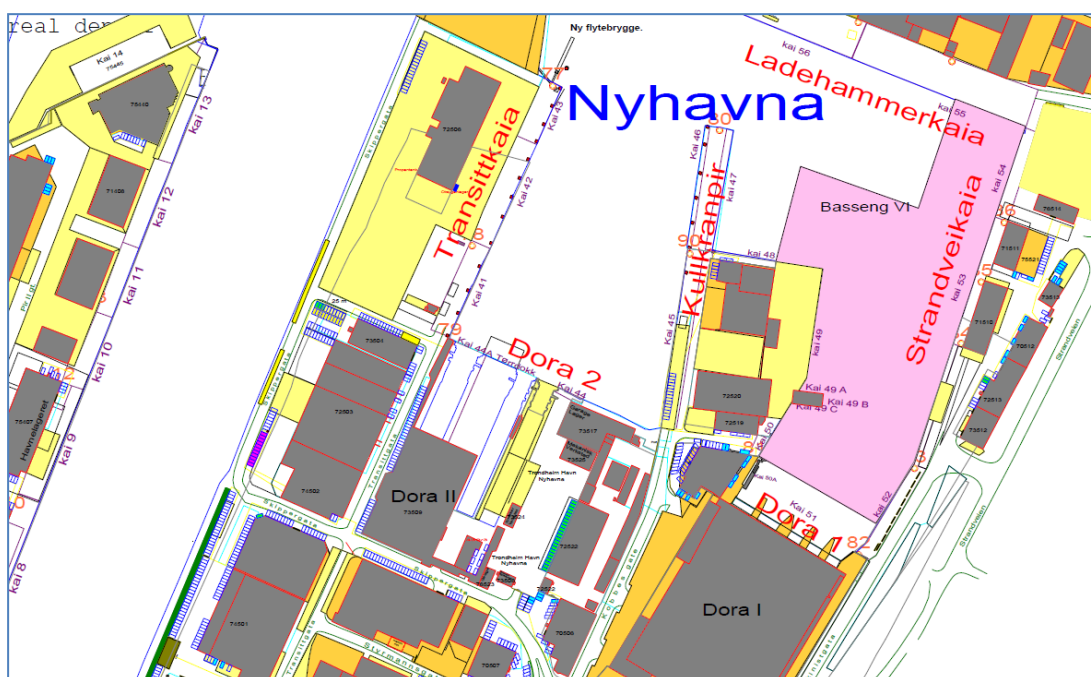
I forbindelse med forslag til utfylling av Nyhavna i kart fra Trondheim Havn, har det vært foreslått å etablere et regionalt deponi for forurensete sedimenter (Trondheim Havn, 2006).

Skisserte løsning som vist som eksempel i Figur 8, medfører en gjenfylling av hele østre basseng foran Dora I. Utfylt område kan bebygges og det etableres ny kaifront i vest mot Kullkranpiren. Den maksimale kapasiteten til deponiet er tidligere blitt estimert til ca 450 000 m³ hvis det fylles til 4 m over LAT (DNV, 2003). I snitt er vanddybden i Nyhavna ca 6 m., dvs. det oppnås en fyllingshøyde

på ca 10 m. Et slikt deponi vil ha kapasitet til mer enn deponeringsbehov for Trondheim havn, og vil kunne fungere som et regionalt deponi.

Det er også mulig å etablere et omtrent tilsvarende deponi som eksempelet i Alternativ I, men med lavere fyllingshøyde og et vannspeil over deponiet slik at det visuelle uttrykket i Nyhavna ivaretas. Ved å anlegge et fritt vannspeil på 2 m blir fyllingshøyden ca 4 m og man får en deponikapasitet på ca 150 000 m³.

Prosjekteringen av et slikt deponi må omfatte geotekniske undersøkelser for å vurdere stabiliteten til landarealer, eksisterende konstruksjoner og sjøbunn i området.



Figur 8: Nytt deponi i Nyhavna, alternativ 3 (Ill: Trondheim Havn).

4.2.3 Nyhavna - Alternativ 4. Deponering inne i DORA 1.

En fjerde deponiløsning i Nyhavna er gjenfylling av de fem ubåtbunkerne i DORA 1. Før gjenfylling må det etableres en barriere mot sjøen i front. Deretter må sedimentene spyles inn de fem kamrene.

Dybden i bunkerne er ikke målt, men de er anslagsvis 14 m dype som høyden på bunkerne i DORA 2. Basert på gamle tegninger har Trondheim kommune gjort et grovt estimat og antar en kapasitet på ca 150.000 m³ ved oppfylling av 12 m inne i hver av bunkerne. Det har sedimentert en del materiale i disse bunkerne gjennom tidene. Estimater tar ikke høyde for dette.

Basert på estimert volumkapasitet på 150 000 m³ vil innfylling av DORA ha kapasitet til det mudrevolumet som er estimert i Nyhavna, samt noe mudremasse

fra andre deler i havna, avhengig av volummasser som ligger i DORA fra før. Det må i tillegg regnes med en sikring av massene på toppen. Det vil være aktuelt med tildekking med rene masser og evt. avslutning med vannspeil.

4.2.4 Vurdering av Alternativ 2 - 4 i forhold til hverandre

Fordeler og ulemper i forhold til de tre deponialternativene som vurdert i Nyhavna er kort sammenstilt i Tabell 1. Kostnader for lokal deponering er i tiltaksplanen estimert til kr 150-250 kr/m³. For deponering inne i tørrdokken i DORA kan kostnadene per kubikk antageligvis reduseres pga. redusert sikringstiltak.

Tabell 1: Fordeler og ulemper ved deponi i Nyhavna, Alternativ 2 - 4.

Fordeler	Ulemper
Alternativ 2 Deponering i lokalt sjøbunnsdeponi (ca. 40 000 m³)	
-Noe redusert mudringsvolum og mindre spredning av forurensning -Ingen endret arealbruk -Ingen endring av visuelt inntrykk	-Ingen økonomisk gevinst i forhold til landervervelse og mottaksinntekter -Dekker ikke hele deponeringsbehovet i Trondheim havn som foreslått i Tiltaksplan
Alternativ 3 Deponering i Nyhavna (ca. 450 000 m³)	
-Redusert mudringsvolum og mindre spredning av forurensning -God deponikapasitet -Økonomisk gunstig -Regionalt mottak (inntektsgivende) -Utvikling av ny byggegrunn -Sikring av gamle kaifronter og etablering av ny kai	-Gjenfylling av innseiling til Dora I -Regionalt mottak medfører langsiktig anleggsvirksomhet
Alternativ 3 Deponering i Nyhavna med redusert fyllingshøyde og vannspeil (ca. 150 000 m³)	
-Redusert mudringsvolum og mindre spredning av forurensning -Deponikapasitet dekker tiltaksbehov i Trondheim havn -Vannspeil opprettholder samme visuelle inntrykk som i dag -Delvis sikring av gamle kaifronter	-Gjenfylling av innseiling til Dora I -Ingen økonomisk gevinst i forhold til landervervelse og mottaksinntekter
Alternativ 4 Deponering inne i DORA 1 (ca. 150.000 m³)	
Estimert kostnad:	
-Redusert mudringsvolum og mindre spredning av forurensning -Ingen endret arealbruk -Minimal endring av visuelt inntrykk	-Ingen økonomisk gevinst i forhold til landervervelse og mottaksinntekter -Dekker ikke hele deponeringsbehovet i Trondheim havn som foreslått i Tiltaksplan

Etableringskostnadene utgjør en mindre andel av den totale deponeringskostnaden jo større volum deponiet har. Økt krav til sikring og eventuelt behov for avvanning medfører også høyere kostnad.

Kostnader knyttet til etablering av deponier i Nyhavna er beskrevet i Tiltaksplanen (DNV, 2011). Kostnad for etablering av et regionalt deponi anslås til å være i størrelsesorden 20 mill. kr. Det er basert på kostnaden for etablering av deponiet i Kongsgårdbukta i Kristiansand (Multiconsult, 2006b) som er noe større enn dette og hadde en kostnad på 20 mill. kr (eks. mva). I Trondheim er det tidligere etablert et mindre strandkantdeponi ved Pir 2. Etableringskostnadene for dette var ca. 7 mill. kr.

Kostnaden for etablering av regionalt deponi er omregnet til en kostnad pr. m³ som deponeres. Hele kostnaden for etableringen blir ikke dekket for alle tiltaksalternativer som er beskrevet i Tiltaksplanen. Hvis de foreslåtte tiltaksalternativene ikke dekker kostnaden for etablering av et deponi, kan de bli dekket på sikt ved at det leveres ytterligere muddermasser fra regionen. Kostnaden for å etablere et deponi i tørrdokken inne i Dora 1 vurderes å være lavere enn for etablering av et regionalt deponi andre steder i Trondheim havn. Den største oppgaven vil være å etablere en tett endevegg i tørrdokken ut mot sjøen. Kostnaden for dette anslås å ligge i underkant av 10 mill. kr.

4.2.5 Geotekniske forhold ved etablering av deponi

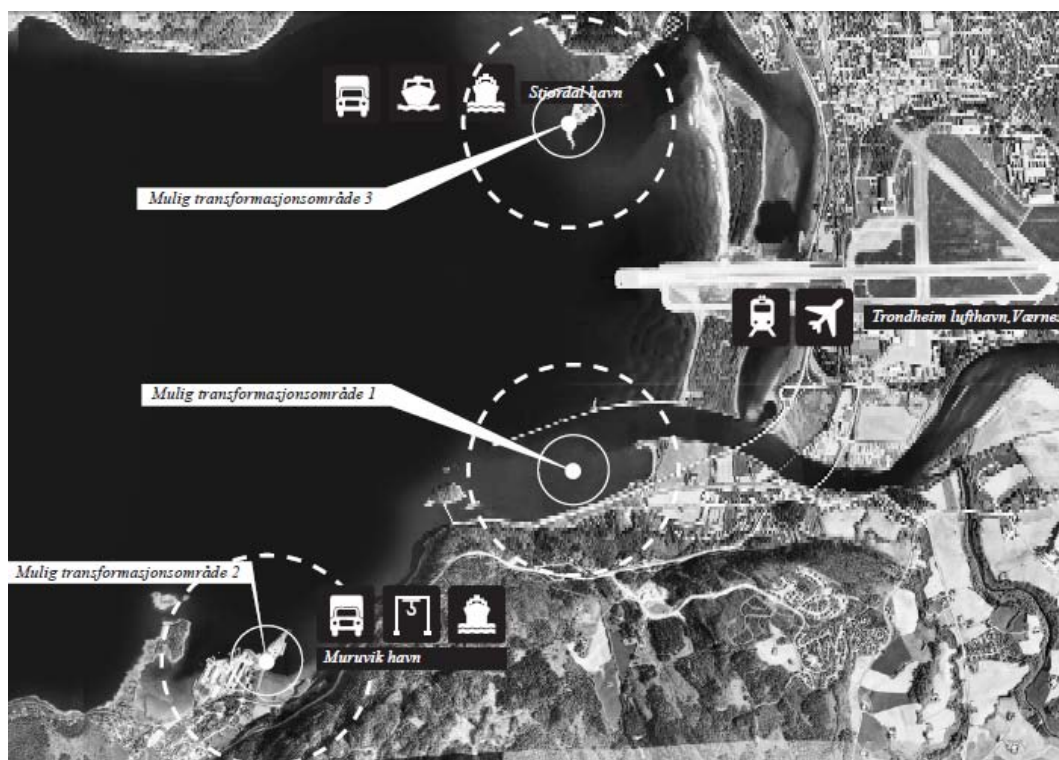
Geotekniske forhold som må tas med i vurderingen ved detaljprosjektering av deponi er setningsproblematikk knyttet kaiområder og eksisterende fyllinger. Tilbakefylling til opprinnelig dybde i tidligere utmudret område, alternativ 2, forventes ikke å influere på naboområder.

4.3 Utvidelse av strandkantdeponi ved Pir 2

En utvidelse av eksisterende strandkantdeponi ved Pir 2 anbefales ikke. Sjøbunnen heller forholdsvis raskt ut mot store dyp også i dette området. En utvidelse mot nord gir stabilitetsmessige utfordringer grunnet topografi og mulig risiko for flyteskred. Dette gjør at en utvidelse i nord er uaktuelt. En eventuell utvidelse må skje mot vest i retning Hurtigrutekaia. Dette vil redusere framkommelighet for båttrafikken i dette området, og regnes derfor som uaktuelt.

4.4 Strandkantlokaliteter utenfor kommunegrensen

Trondheim Havns utviklingsplaner for havnene i Hell, Stjørdal og Muruvik medfører alle utfyllingsbehov. Det er snakk om til dels store utfyllingsvolumer i Muruvik og på Hell. Alle disse utfyllingsområdene kan i prinsippet anvendes som deponiområder ved at forurenset sediment anvendes som fyllmasse. Mulig transformasjonsområde er vist på Figur 9.



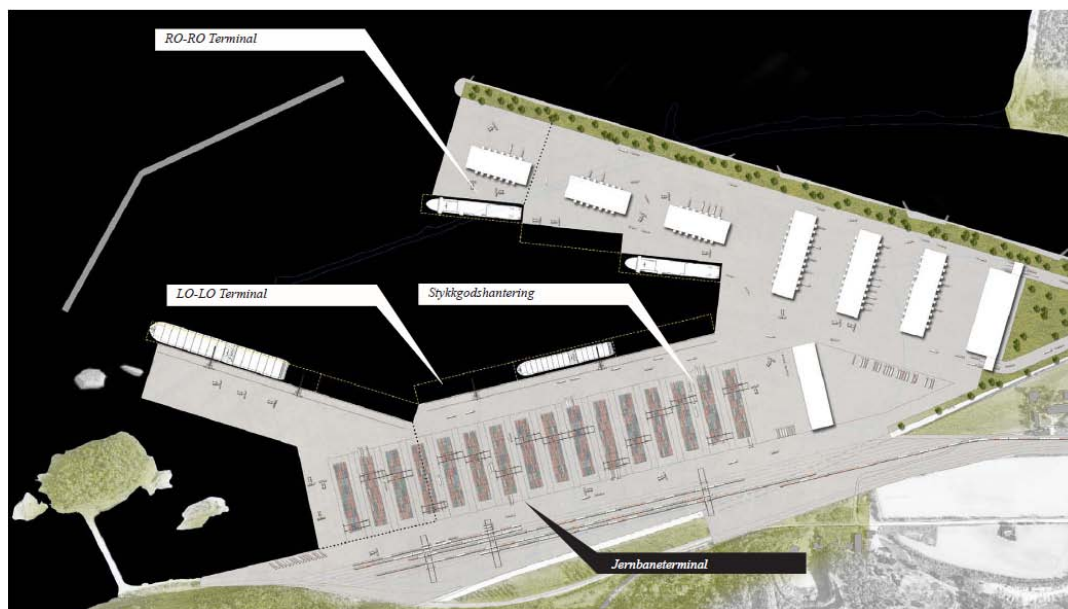
Figur 9: Mulig transformasjonsområde Hell, Muruvik og Stjørdal. (Trondheim Havn, 2010)

Alle planene er imidlertid i en tidlig idéfase, og krever omfattende behandling og godkjenning før en eventuell reguleringsprosess kan starte. Det er lite sannsynlig at oppstart av noen av disse prosjektene vil skje i tide til at de kan tas i bruk som deponilokaliteter for forurenset mudringsmasse fra Trondheim havn. Samtlige områder må utredes mht. grunnforhold. En kort oversikt over vurderte områder er gitt i det etterfølgende.

4.4.1 Logistikk knutepunkt Hell

Området er en mulig utfylling for etablering av et foreslått logistikk-knutepunkt ved Hell, Stjørdal kommune, vist i Figur 10. Foreliggende skisse medfører etablering av et nytt kaiareal på 539 000 m² hvor en stor andel vil være utfylling i sjø.

"Midt-Nordens Logistikknutepunkt Hell"
 Transformasjonsområde 1 - 539 da Plan 1:5000

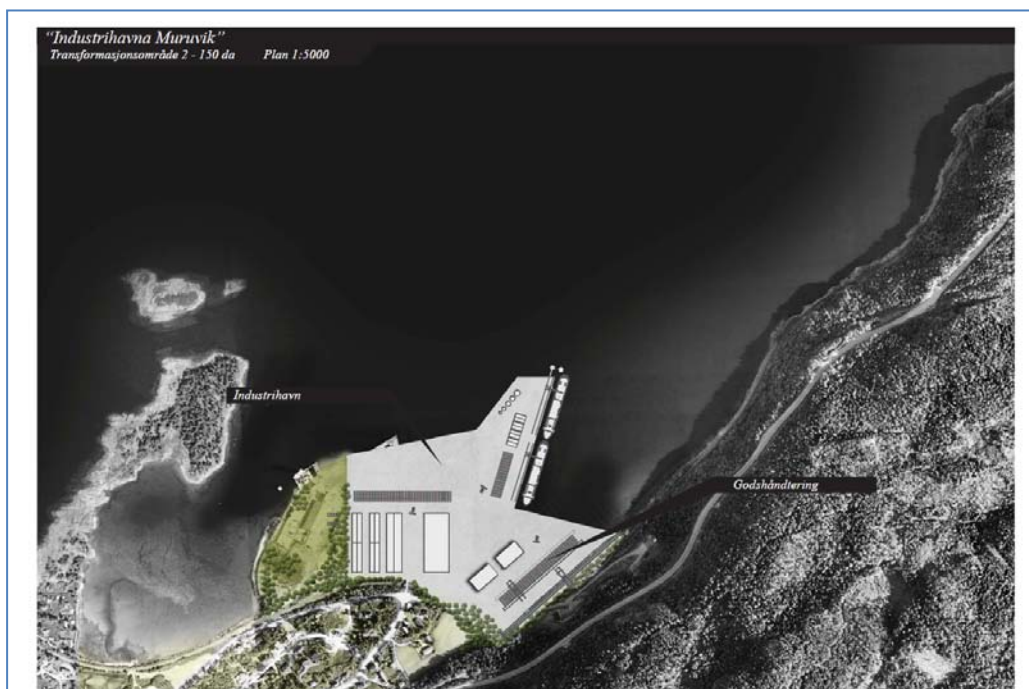


Figur 10: Skisse for logistikk-knutepunkt Hell. (Trondheim Havn, 2010)

4.4.2 Industrihavn, Muruvik

Foreløpige skisser for ny industrihavn i Muruvik medfører utfylling i strandsonen og etablering av ny kai, vist i Figur 11. Det totale arealet for den nye industrihavnen er 150 000 m².

Utfyllingsvolumet vil være begrenset og arealet som skal fylles ut i sjø tilsvarer trolig mindre enn 50 % av det totale arealet. Utfyllingsvolumet antas å kunne være tilsvarende skissert mudrebehov gitt i Tiltaksplanen for Trondheim havn. Dette avhenger av størrelsen på utfyllingen og fyllingsdyp / høyde.



Figur 11: Industrihavn Muruvik (Trondheim Havn, 2010).

4.4.3 Orkanger havn

Det er planlagt en utfylling i havneområdet for å danne nye havnearealer. Denne utfyllingen skjer innen kort tid og det vil derfor ikke være aktuelt å benytte mudremasser fra Trondheim havn. Det er ikke planer om ytterligere utfyllinger i området.

5 Konklusjon

Det vurderes ikke å være noen egnede lokaliteter for etablering av lokalt sjøbunnsdeponi i Trondheim og omegn for kontrollert nedføring av forurenset masse, bortsett fra i et mindre område i Nyhavna. Dette området er ikke stort nok for å dekke hele mudrebehovet for havna, beskrevet i Tiltaksplanen.

Det er flere utviklingsprosjekter som på sikt medfører et utfyllingsbehov hvor forurensete masser i et lokalt strandkantdeponi kan nyttegjøres. Alle prosjektforslagene er imidlertid i en svært tidlig fase, og det er uklart om de i det hele tatt vil bli vedtatt. Det er ikke realistisk at utvikling av disse prosjektene tidsmessig vil sammenfalle med den planlagte tiltaksgjennomføringen i Trondheim havn.

I Trondheimsområdet finnes det pr. i dag ingen lokale godkjente mottak for forurenset sediment. Det ligger imidlertid en søknad til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag om etablering av et nytt ordinært avfallsdeponi i kommunen. Det er usikkert om det tillates å legge sedimenter i dette deponiet. For levering til godkjent mottak er det pr. i dag kun Langøya, Miljøteknikk Terrateam og FSG som er aktuell, til en kostnad på ca kr 500-800 kr /m³.

Et sjøbunnsdeponi i forsenkningen fra flytedokken i østre basseng foran Dora II i Nyhavna (Alternativ 2) har marginal kapasitet og dekker kun mudringsbehovet i Nyhavna. I tiltaksplanen for Trondheim havn er totalt mudringsbehov mellom 50.000 og 120.000 m³, avhengig av hvilket ambisjonsnivå og bruksplaner som prioriteres. Det er uansett behov for ytterligere deponikapasitet enn det foreslåtte sjøbunnsdeponiet i Nyhavna rommer.

For å dekke større et større volum er det mulig å se for seg en kombinasjon av sjøbunnsdeponering i forsenkningen fra flytedokken i østre basseng foran Dora II (Alternativ 2) og et mindre lokalt strandkantdeponi (med eller uten vannspeil) enn skissert i eksempelet gitt i Alternativ 3. Eventuell innfylling under Dora I (Alternativ 4), kan også være aktuelt for å utvide deponeringskapasiteten noe. Alternativet vil være å levere det overskytende volumet til godkjent mottak.

6 Referanser

1. DNV, 2011
Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 4: Tiltaksplan.
2. KLIF, 2010
Retningslinjer for sjødeponier.2624/2010.
3. Trondheim Havn, 2010
Midt-Nordens Logistikknutepunkt ”Det helhetlige grepet” JSTArkitekter AS 2010.
4. Trondheim Havn, 2006
Reguleringsplan for del av Nyhavna, forslag til planprogram. Rev. 27.11.2006.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Helhetlig tiltaksplan i Trondheim havnebasseng. Delrapport 3 Deponialternativer.			Dokument nr./Document No. 20081794-00-49-R						
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 5. juli 2011					
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No.					
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited							
		<input type="checkbox"/> Ingen/None							
Oppdragsgiver/Client Trondheim kommune									
Emneord/Keywords Forurenset sediment									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Sør-Trøndelag				Havområde/Offshore area					
Kommune/Municipality Trondheim				Feltnavn/Field name					
Sted/Location Trondheim				Sted/Location					
Kartblad/Map				Felt, blokknr./Field, Block No.					
UTM-koordinater/UTM-coordinates									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	MMo		RGr				KE	
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2011-07-05		Sign. Prosjektleder/Project Manager Randi Skirstad Grini					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd. Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr. 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

