



Erfaringer fra Renere havn i Trondheim 2009-2016



Silje Salomonsen, juli 2019



TRONDHEIM
KOMMUNE



Innhold

Forprosjekt/tiltaksplan (2009-2011).....	3
Problembeskrivelse	3
Undersøkelser	4
Miljømål.....	4
Tiltaksområder	4
Tiltakene.....	5
Detaljprosjektering (2012-2014)	6
Deponi og reguleringsplan	6
Mudring og tildekking.....	8
Tiltaksrettede undersøkelser	9
Brukerhensyn i havna	9
Prosjektert løsning	9
Økonomistyring og anskaffelser	9
Tillatelse etter forurensningsloven	10
Tiltaks mål	10
Anleggsfase (2015 - juni 2016).....	11
Metodebeskrivelse	11
Entreprisekontrakter	13
UXO	14
Teknisk resultat	14
Miljøkontroll og avbøtende tiltak	17
Dokumentasjon	18
Miljøgiftregnskap.....	19
Kostnader.....	21
Drift og overvåking	21
Kommunikasjon.....	22
Oppsummering.....	23
Prosjektets dokumenter	24

Forsidebilde: Tildekket sjøbunn i Illsvika. Foto Geir Møgen

Innledning

Sedimentopprydding blir aktualisert av at industriområder i havnene transformeres til sentrumsområder. I interessekonflikten mellom industri og boligutvikling, kommer sedimentopprydding fort i innbyggernes og medias søkelys. Prosjektet var et samarbeid med Trondheim Havn IKS og Trondheim kommune, med økonomisk støtte fra Miljødirektoratet over statsbudsjettet. Prosjektet startet med undersøkelser i 2009, og sluttrapport og regnskap ble levert i 2017.

Forprosjekt/tiltaksplan (2009-2011)

Trondheim havn var blant 11 havner som i 1999 fikk varsel om pålegg om tiltak mot forurensning av daværende Statens Forurensningstilsyn. Trondheim Havn svarte på utfordringen om å bedre vannkvaliteten i havneområdet med et nasjonalt pilotprosjekt for mudring, rensing (vasking) av sedimenter og stabilisering av sedimenter i strandkantdeponi på Pir II. I tillegg ble det testet å tildekke forurenset sjøbunn med aktivt kull og et fond for å finansiere opprydding ble utredet. Prosjektet ble dermed et viktig nasjonalt grunnlag for effektive måter å rydde opp etter gamle miljøsynder. For å få en helhetlig opprydding i Trondheim havn, ble pilotprosjektet videreført i 2008 i prosjektet *Renere havn*, et samarbeid mellom Trondheim kommune, Trondheim Havn IKS og Miljødirektoratet.

Problembeskrivelse

Aktivitet gjennom tusen år har preget havna i Trondheim, og det var påvist til dels høye konsentrasjoner av metallforurensning og organiske miljøgifter i sjøbunnen fra blant annet tidligere industri- og kloakkutslipp direkte i elva og kanalen. Forurensningskilder som luftforurensning fra byen, bygge- og rivevirksomhet, forurenset grunn og miljøgifter i produkter og skipsmaling, antas å ha bidratt til forurensning.

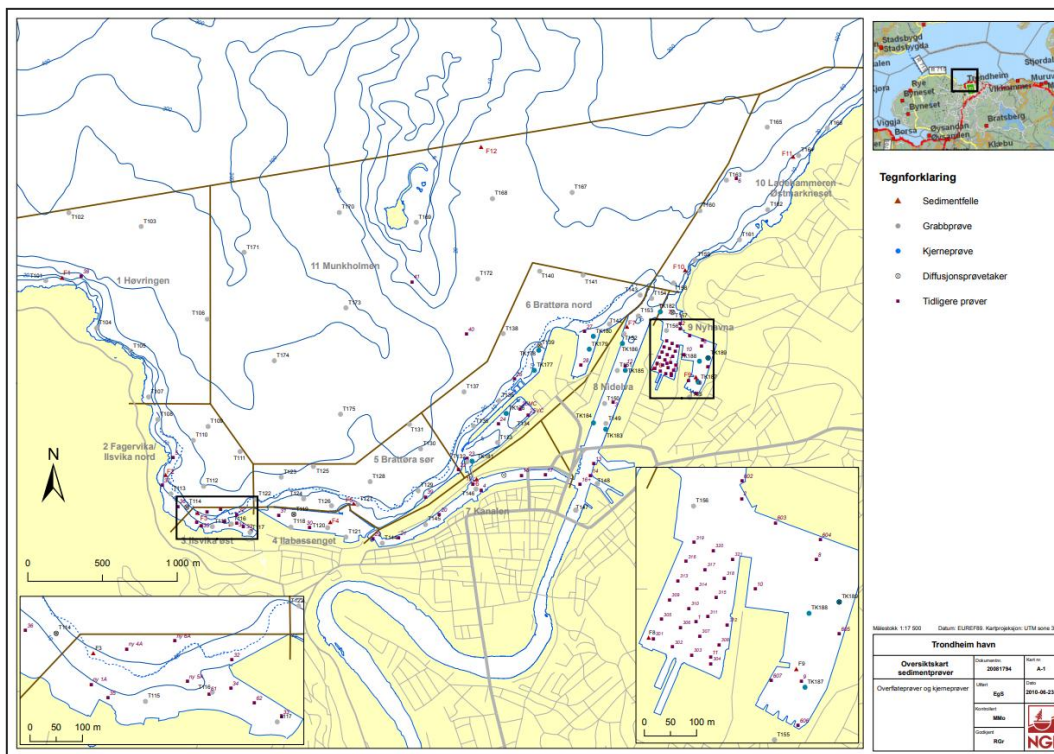
I tillegg er Trondheim havn en stor transporthavn der trafikken i havneområdet bidro til å spre forurensning fra sterkt forurensede sedimenter til vannmiljøet.



Figur 1: Reklamefoto for innledende kampanje før oppstart. Foto: Geir Mogen / Tibe T

Undersøkelser

Trondheim havn ble undersøkt første gang i forbindelse med et prosjekt hos NGU i 2000, deretter som del av de fylkesvise tiltaksplanene og i det nasjonale pilotprosjektet i 2001-2004. For å gjennomføre en risikovurdering av sjøbunnen iht. veilederen Risikovurdering av forurenset sediment (M-409), ble det supplert med 90 sedimentprøver (75 grabb- og 15 kjerneprøver) i 2009.



Figur 2: Prøvekart. NGI, 2011.

Miljømål

Politisk vedtatt i 2009: Spredning av miljøgifter fra sjøbunnen skal ikke føre til uakseptabel miljø- eller helseisiko. Kvalitet på sjøbunnen skal ikke hindre fremtidig fiske.

Utarbeidet av NGI i 2011: Miljøgiftinnholdet i sedimenter i Trondheim havnebasseng skal generelt ikke overstige tilstandsklasse III. Hot spots i havnebassenget må vurderes spesielt med henblikk på fare for spredning. Spredning fra disse til mindre forurensete områder skal stoppes. Eventuelle restkonsentrasjoner over tilstandsklasse III etter tiltak, skal også vurderes spesielt med hensyn på spredning.

Risiko for spredning ble beregnet ved å sammenlikne beregnet spredning fra sedimentene med beregnet spredning fra konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse III. Det ble anbefalt å gjøre tiltak i områder hvor risikoen var høyere enn det man finner for spredning, human helse og økologi fra sedimenter i klasse III.

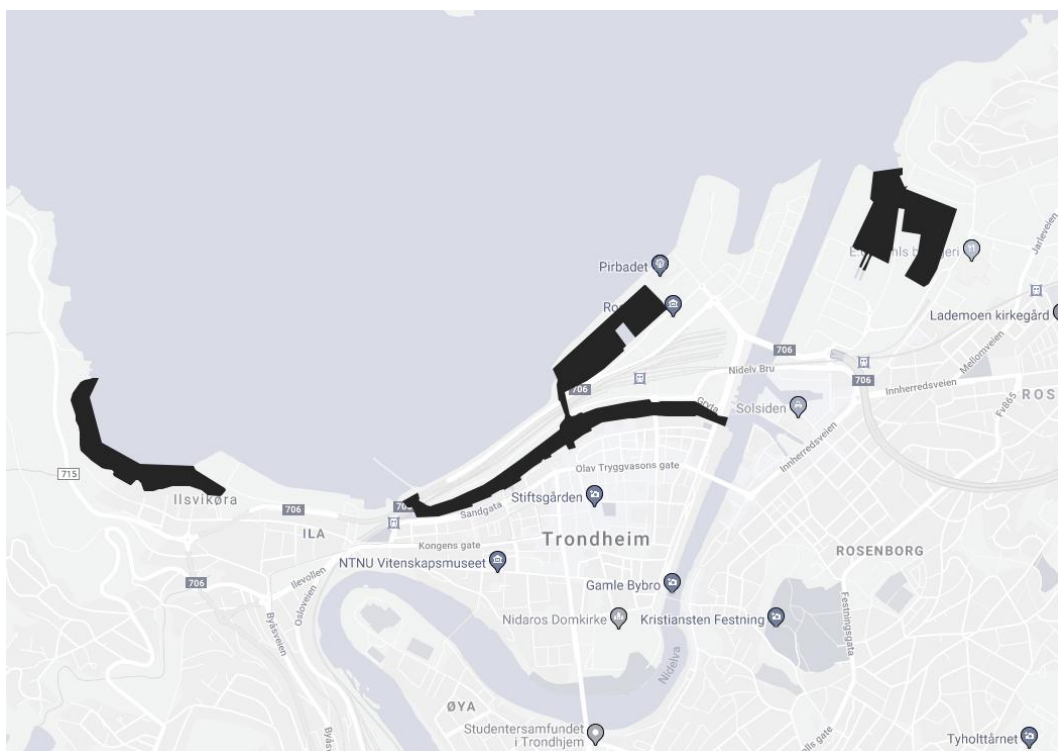
Tiltaksområder

Det ble gjort en modellering med utvalgte båter som bruker havna for å se hvor mye og hvor langt sedimenter ble spredt ved normalt kjøremønster. Modelleringen tok hensyn til størrelse på propell,

vanlig motorpådrag ved manøvrering til og fra kai, seilingsdyp og kornstørrelse ved kai. Resultatet ble brukt til å korrigere sjablongverdiene i risikovurderingsverktøyet.

Analyser av sedimentene og risikovurderingen viste høye konsentrasjoner av miljøgifter og samtidig stor påvirkning fra propellersjon. Dette førte til en altfor høy risiko for spredning av miljøgifter fra sjøbunn til vannmiljø og videre til næringskjeden i områdene Kanalen (As, PAH), Brattøra (As) og Nyhavna (As, Cu, PAH). Ilsvika i øst hadde i tillegg så høye konsentrasjoner av metallforurensning at det var uakseptabel risiko for spredning (As, Cu, Hg, Pb, Zn) selv uten påvirkning fra propellersjon. Porevannskonsentrasjoner, sammen med resultater fra økotoksisitetstester, viste uakseptabel økologisk risiko i samtlige delområder.

Områdene i Trondheim har stort sett naturlige avgrensninger og er geografisk adskilt i havneområdet.



Figur 3: Tiltaksområdene i Trondheim havnebasseng.

Tiltakene

I 2011 ble det politisk vedtatt å gjennomføre skisserte tiltak på sjøbunnen, bestemme endelig deponiløsning og få bevilget midler til å finansiere prosjektet innenfor en budsjettamme på 249 millioner kroner (inkl mva). I denne fasen ble tiltakene beskrevet som 50 cm mudring og 50 cm tildekking uten videre detaljering/avgrensning bortsett fra i området Ilsvika hvor det ble foreslått tynnsjikttildekking pga utfordrende med geoteknisk stabilitet og ingen erosjon fra båttrafikk.

Antatt tildekkingsareal: 400 000 m²

Antatt mudrings- og deponivolum: 96 000 - 121 000 m³

Detaljprosjektering (2012-2014)

Etter vedtak i bystyret i 2011 om å gjennomføre tiltaksplanen med en økonomisk ramme på kr 249 mill kroner, ble det anskaffet to prosjekteringsgrupper; en gruppe for å regulere og prosjektere deponiløsningen i Nyhavna (Multiconsult), og en gruppe for å prosjektere mudring og tildekking (NGI med Sintef). Arbeidet med reguleringsplan for deponi begynte i 2012, prosjektering av tiltakene startet høsten 2013 og arbeidet ble ferdigstilt høsten 2014.

Deponi og reguleringsplan

Nyhavna var det området med størst mudringsbehov, høye konsentrasjoner av miljøgifter og største mektighet av forurensede sedimenter. Dette området ble derfor vurdert som det mest aktuelle for å disponere muddermassene. Av samfunnsøkonomiske hensyn var det ønsket å finne en lokal disponeringsløsning for de 150 000 m³ masser som mudringen ble anslått å generere.

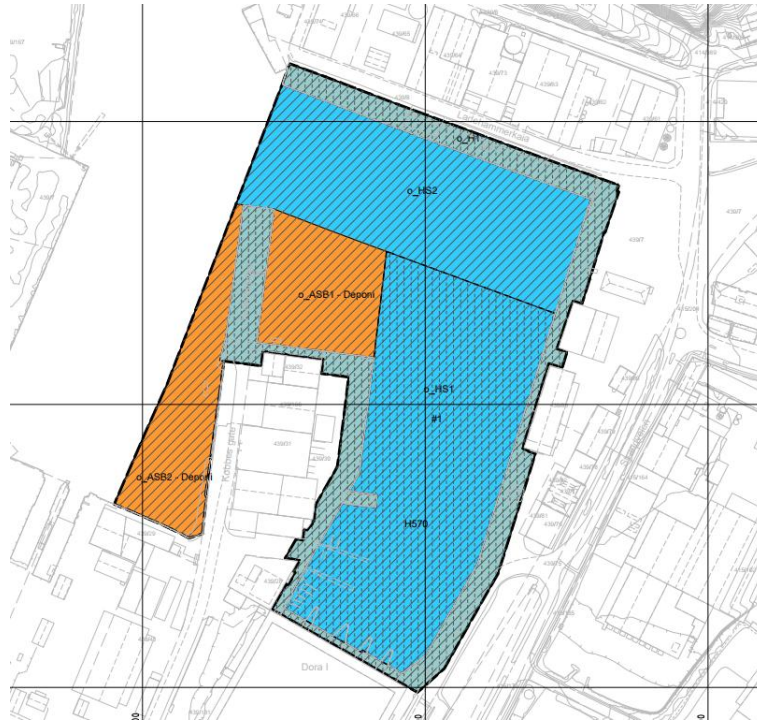
Arbeidet gikk ut på å komme frem til den mest optimale deponiløsningen i Nyhavna, fremme reguleringsplan og gjennomføre anbudskonkurranse for bygging av deponiet i en felles entreprise med mudrings- og tildekkingsarbeidene.

Gjennom skisseprosjekt og konsekvensutredning kom man frem til at sjøbunnsdeponi kombinert med et strandkantdeponi var beste løsning. Sjøbunnsdeponiet ble anlagt i en dyp forsenkning etter en tidligere flytedokk, og strandkantdeponiet ble anlagt som motfylling til ustabile kaikanter. Cellespunt og rettspunt ble vurdert, men fordi området skal transformeres til bolig, er det ikke behov for å kunne gå inntil ny kai med skip i fremtiden. Løsningen ble dermed for dyr i forhold til nytteverdien.



Figur 4: Strandkantdeponi på Kullkranpiren. Illustrasjon: Paranode / Tibe T

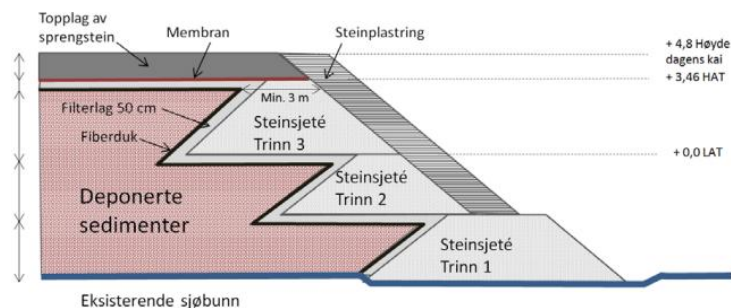
Reguleringsplan for deponi i Nyhavna ble vedtatt august 2014 og åpnet for tre typer deponier. Ett strandkantdeponi for rene masser og ett for forurensa masser på hver sin side av Kullkranpiren (en pir med slitasjeskader i kaikantene av betongspunt). Planen åpnet også for å fylle igjen gropa og om nødvendig heve sjøbunnen i det indre bassenget.



Figur 5: Reguleringsplan med to utfyllinger (deponier) og en sone der det aksepteres et mindre seilingsdyp enn dagens, vedtatt august 2014.

I forprosjektet ble det klart at deponivolumet kunne reduseres til $70\,000\text{ m}^3$, og det ble derfor gjort tilpasninger på valgte løsning. Deponiene ble kostnadsberegnet i forprosjektet til kr 23 500 000 kr ekskl. mva. Med $70\,000\text{ m}^3$ mudringsmasse tilsvarer det en enhetspris på ca. 335 kr/m^3 .

Strandkantdeponiet for forurenset muddermasse ble opprinnelig planlagt som en trinnvis bygging av sjeté med innfylling av muddermasser før neste trinn ble lagt delvis oppå det forrige. Det skulle gi en stabil konstruksjon samtidig som mest mulig volum ble utnyttet til forurensede masser.

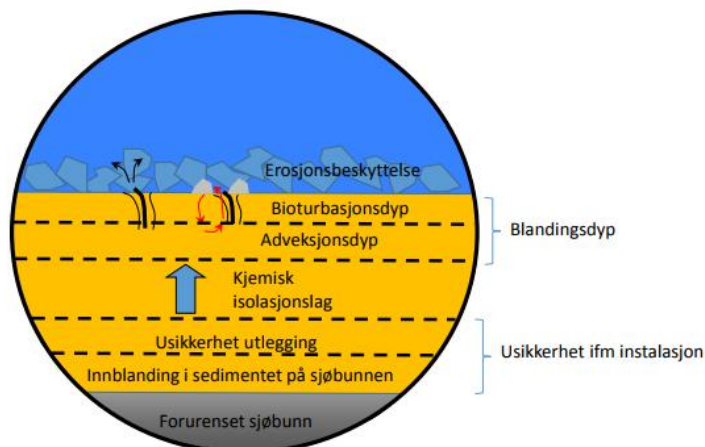


Figur 6: Opprinnelig prosjekt løsning for strandkantdeponiet.

Mudring og tildekking

Det ble laget en terrengmodell av tiltaksområdene basert på nye og tidligere sjøbunnsmålinger. Tegninger eller oppmålinger av bruer, bolverk, kaikanter og bygninger og trafikkdata med dimensjon på båter/propeller fra tiltaksområdene, ble hentet inn. For å estimere totalt deponibehov, ble det forutsatt 50 cm tildekking og beregnet mudringsvolum ut ifra krav til fremtidig seilingsdyp. For tildekking ble det beregnet kostnad for konvensjonell tildekking med sand/grus i 40-65 cm og et alternativ med aktivt materiale. Sugemudring ble ikke utredet i denne fasen.

Da prosjektet gikk videre med tradisjonell tildekking med mineralske masser, ble tildekkingslaget tilpasset de faktiske forholdene i hvert område etter en modell fra NGI og SINTEF. Modellen tar utgangspunkt i tildekkingslagets mange funksjoner, krav til kornfordeling som angitt i Miljødirektoratets veileder M-411 og forventet påvirkning fra propellstrøm for å si hvilke kornfordeling og tykkelse hhv filterlaget og erosjonsbeskyttelsen må ha. Kornfordeling og tykkelse i hvert område ble angitt i entreprisens mengdebetegnelse, sammen med toleransekrav for hvert lag og krav til usikkerhet ved innmåling som dokumentasjon. Tildekkingslaget i Nyhavna ble beskrevet som 55-65 cm tykt. I Brattøra ble tildekkingslaget beskrevet som 40 og 50 cm for hhv. indre og ytre del, og i Kanalen ble tildekkingslaget beskrevet som 40 cm. For alle områder ble det satt et krav til +/-5 cm toleranse for hvert av filter- og erosjonslagene.



Figur 7: Prinsippkissen viser funksjoner som tildekkingslaget skal ivareta. NGI, 2013a

Betongmadrasser måtte brukes utenfor en kai i Nyhavna der sementskip med kraftige propeller allerede hadde erodert bort masser sånn at det ikke var tilrådelig å mudre inntil kaia før det kunne legges tilstrekkelig tykk tildekking. I stedet ble det lagt betongmadrass med en tykkelse på 30 cm.

Sjøbunnen i Ilsvika har sensitiv geoteknisk stabilitet som følge av soner med (kvikk-)leire, og bare en tynn tildekking på maks 10 cm tykkelse kunne aksepteres der. Det ble utført en felttest for å se hvor tynt og likevel jevnt det var mulig å legge ut tildekking på dyp, skrånende sjøbunn.

Tynntildekking i Ilsvika ble beskrevet som 10 cm tykt, og toleransekravet ble satt til +/-2,5 cm.

Tildekking ble utført i fire områder på til sammen 390 000 m². Mudringsmetode ble ikke angitt i entreprisens konkurransegrunnlag, men det ble satt funksjonskrav til arbeidet med en nøyaktighet på +15/-0 cm. Krav til usikkerhet for innmåling/dokumentasjon ble satt til +/-5 cm.

Tiltaksrettede undersøkelser

- Geotekniske grunnboringer i deponiområdet
- Tilstandsregistrering av kaier/kaikanter
- Søk etter udetonerte eksplosiver (UXO) - ble utsatt fordi ingen kunne levere det vi trengte
- Strøm- og turbiditetsmålinger i utløp av delområdene

Brukerhensyn i havna

- Nødvendig, fremtidig seilingsdyp
- Trafikkmønster i nær fremtid og i anleggsperioden
- Næringsaktører med kaiplass som berøres av anleggsarbeid
- (Nærings-)aktiviteter i perioden med anleggsarbeid
- Næringsaktør med behov for erstatningsareal i anleggsfasen
- Følsom bebyggelse nært anleggsområde (inkl riggområde og mellomlager)
- Interessenter som båt- og seilforening, sightseeingbåter, ferjer og hurtigbåter, kystlag og tradisjonsbåter/skoleskip

Prosjektert løsning

Den prosjekterte løsningen dannet grunnlaget for søknad om tillatelse etter forurensningsloven. Den ble beskrevet som tekniske krav og spesifisert i mengdebeskrivelsen til konkurransegrunnlaget for entreprisen.

Økonomistyring og anskaffelser

Da tiltaksplanen var ferdig i 2011 ble kostnader og usikkerheter analysert med Monte Carlo-simulering med erfarne konsulenter og representant fra Kystverket. På bakgrunn av denne ble det besluttet å gå videre med en budsjetttramme på 249 millioner kroner (inkl. mva.). Da mengder (mudringsvolum, tildekkingsmasse, erosjonsstein, transportavstander osv) var kjent gjennom detaljprosjektering, ble kostnadene justert og det ble politisk vedtatt en budsjetttramme på 221 millioner kroner (inkl mva) med 85 % sannsynlighet for at sluttkostnaden ville bli lavere (p85). Av dette ble 21 millioner satt som usikkerhetsavsetning. Prognosen ble justert da både mineralske masser, entreprenør og lagerdrift var anskaffet, og deretter justert ca hvert kvartal til sluttoppgjørene var ferdige.

Alle kontrakter ble basert på norske standarder for rådgiver-, bygge- og anleggskontrakter med dagmulktbelagte milepæler og sluttdato.

Følgende seks anskaffelser i tillegg til administrativ bemanning som ikke kunne rekrutteres fra kommunen eller havneselskapet, ble gjennomført:

- Forprosjekt/tiltaksplan
- Prosjektore tiltakene og utarbeide søknad om tillatelse med opsjon for oppfølging i anleggsfasen
- Reguleringsplan for deponi og konkurransegrunnlag for entreprisen
- Mineralsk masse for tildekking
- Lagerkapasitet (grensesnitt mot utførelsesentreprenør)
- Utførelsesentreprise
 - o tilbudskonferanse mars 2014
 - o konkurransegrunnlag annonsert 22. august
 - o tilbudsfrist 7. oktober ble utsatt til 6. november for å inkludere tillatelsen i konkurransegrunnlaget
 - o fem kvalifiserte tilbud
 - o pris varierte fra ca. 80-160 millioner kr ekskl. mva.
 - o kontrakt ble tildelt i november med forhandlinger i desember og januar

Tillatelse etter forurensningsloven

Søknad om tillatelse etter forurensningsloven ble sendt mai 2014 sammen med en tiltaksbeskrivelse og et miljøgiftbudsjett. Miljøgiftbudsjettet viste en beregning av hvor mye miljøgifter som potensielt ble spredt fra sjøbunnen til vannmiljøet hvert år, en forventet mengde utslipp i anleggsfasen og forventet fremtidig spredning fra sjøbunnen når den var tildekket. Avbøtende tiltak som siltgardin, turbiditetsovervåking og grenseverdier for spredning, samt hensyn til omgivelsene når det gjaldt støy ble beskrevet.

Tillatelsen ble gitt i november 2014. Tillatelsen satte krav til å dokumentere spredning før anleggsarbeidene startet, utarbeide et detaljert kontroll- og måleprogram for alle aktiviteter som kunne medføre spredning eller som skulle dokumenteres, og utarbeide et miljøgiftregnskap for å dokumentere anleggsarbeidets faktiske utslipp.

Turbiditet var den styrende parameter for arbeidet. Kravet var at verken mudring eller tildekking skulle medføre mer spredning enn 10 NTU over referanseverdi. Turbiditet ble målt og dokumentert i alle utløp av tiltaksområdene Nyhavna, Kanalen og Brattørbassenget, og oppstrøms og nedstrøms arbeidsområdet i Ilsvika. Hensyn til laksevandring i Nidelva tilsa at det ikke ble gitt tillatelse til å mudre eller tildekke i tilliggende områder i perioder med laksevandring, og det ble stilt krav om at spuntarbeid i sjøen kunne skje først etter at laksevandring var over. Deponiområdet i Nyhavnas indre basseng skulle avstenges med en siltgardin så lenge arbeider pågikk.

Tiltaks mål

Umiddelbart etter at tiltak er gjennomført, forventes det at miljøgiftinnholdet i overflatelaget i tiltaksområdene ville ligge i klasse I eller II. For bynære områder er det likevel mer realistisk å sette

som tiltaks mål at miljøgiftinnholdet i sedimentene ikke skal overstige klasse III, slik at tiltaks målet også kan brukes til etterkontroll av tiltaket over lengre tid.

Forurensende stoffer med gjennomsnittskonsentrasjon over kl III ble foreslått som styrende parametre. Risikovurderingen som viste hvilke stoffer som utgjorde en spredningsfare i hvert område, ble ikke lagt til grunn. I ettertid virker det ikke konsistent. En generell målsetting i arbeidet med opprydning i forurenset sjøbunn er likevel å rydde opp i de fem miljøgiftene PCB, PAH, kadmium, kvikksølv og bly. Dette er også i tråd med regjeringens mål om at utslipp og bruk av kjemikalier som utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø skal kontinuerlig reduseres i den hensikt å stanse utslippene innen 2020.

Følgende parametre ble gitt i tillatelsen fra Miljødirektoratet som styrende for tiltaket:

Kanalen, Brattørbassenget og Nyhavna:	PAH, PCB, Cd, Cu, Hg og Pb
Ilsvika:	PAH, PCB, Cd, Cu, Hg, Pb og Zn

En av ti prøver i hvert delområde kan overskride tilstandsklasse III, men kan likevel ikke overskride nedre halvdel av tilstandsklasse IV.

Anleggsfase (2015 - juni 2016)

Etter kontraktsforhandlinger, kunne entreprenøren starte opprigg i februar 2015. Avtale med leverandør av tildekkingsmasse og entreprenør for å drifte mellomlager var inngått. Arbeidet startet med å mudre og bygge strandkantdeponiet i Nyhavna, samtidig med at Ilsvika ble tildekket. Så ble Brattøra mudret og tildekket, før mudring fortsatte samtidig i Nyhavna og Kanalen. Strandkantdeponiet ble lukket tidlig høsten 2015; sjøbunnsdeponiet ble lukket våren 2016. Tildekkingen ble avsluttet i Nyhavna juni 2016.

Metodebeskrivelse

Mudring ble utført med bakgraver. I de største områdene ble mudring utført med bakgraver med hydraulisk lukking og gummipakninger. Det skulle teoretisk gi en lukket grabb med minimalt med spredning, men både leireklumper og gjenstander gjorde at grabben sjelden ble helt lukket. I tillegg ble luften inni grabben presset ut under vann, sånn at store luftbobler ble presset ut og virvlet opp bunnsedimenter før grabben ble løftet opp. Det ble besluttet å borre hull på hver side av grabben slik at luften i stedet ble presset ut på sidene uten å virvle opp sedimenter. Det gjorde samtidig at vannstråle med noe partikler rant ut av hullene på vei til transportlekteren. Målinger før og etter tilpasningen viste likevel lavere turbiditet som følge av mudring når man unngikk luftboblene.

I Kanalen måtte det tas i bruk mindre utstyr som kunne manøvreres under bruene. Her ble det brukt et forsøk på et lukket system der grabben ble lukket mot et lokk før den ble tatt opp gjennom vannsøylen. Grabben var adskillig mindre og luftbobler skapte ikke samme problem. Ei heller ble grabben lukket tett slik at det i praksis ble mudret uten miljøgrabb. Siden Kanalen er et forholdsvis lukket område, skapte det ikke store problemer med turbiditet.



Figur 8: Grafisk fremstilling av skrotrydding, mudring med bakgraver og tildekking med fallbunnslekter. Illustrasjon: Paranode/Tibe T

For å tildekke sjøbunnen i alle områder, ble det brukt to metoder. En slurry av filtermasse og vann ble spredt ut over vannoverflaten med en diffusor. Denne metoden ga et jevnt tynt lag på bunnen med lite eller ingen oppvirvling av forurenset sediment. Metoden ga lite turbiditet ut fra tiltaksområdet, men er ineffektiv for tykke lag. En fallbunnslekter ble brukt for å bygge opp de tykkere lagene med filter- og erosjonsmasser. Metoden er langt mer effektiv, men skapte også mer turbiditet ut av området.



Figur 9: Tildekking med slurry via diffusor i Brattørbassenget.

I tillatelsen var det satt krav til å bruke siltgardin rundt tildekkingsfartøyet dersom det var nødvendig for å holde seg innenfor de svært strenge, i sammenheng med tildekking, kravene til turbiditet. En siltgardin rundt utleggingsfartøyet vil riktignok ikke hindre oppvirvling av forurenset

sediment. Dersom siltgardin skal skjerme mot oppvirling av sjøbunn, må den rekke helt ned til sjøbunnen og vil samtidig gi en konstant oppvirling når den beveges i fartsretning etter fartøyet. En siltgarding noen meter ned i vannet fra overflaten, kunne begrenset spredning av de rene partiklene, men ble ikke forsøkt. Det største problemet med turbiditet fra rene tildekkingsmasser, var finstoffet som ble hengende noen meter over sjøbunnen og kunne forårsake timevis med høy turbiditet og stans i arbeidet. Basert på en litteraturstudie, kom NGI frem til at biota i havneområdet kan tåle rene partikler med turbiditet opp til 20 NTU over referanseverdi i inntil 4 timer. Miljødirektoratet endret tillatelsen i henhold til søknad om å inkludere den nye grenseverdien etter at første tynne lag med tildekking var lagt ut og det ikke lenger var fare for spredning av forurenset sjøbunn.

Tildekkingsmassen kom fra Miljøkalk sitt dagbrudd på Verdal (verdalskalk). Det ble opprinnelig tilbudt fraksjonene 0/5 og 0/8 som filterlag. Det inneholdt i overkant mye finstoff som gjorde det vanskelig å styre sedimenteringen og ga problemer med høy og vedvarende turbiditet. Fraksjon 0/18 fungerte bedre i så måte og tilfredsstilte filterkrav i alle delområder, men kostet mer i form av høyere slitasje på utstyr og redusert utleggingskapasitet. For både Brattøras indre del og Kanalen var 0/18 også tilfredsstillende som erosjonslag. For Brattøras ytre del ble fraksjon 0/63 brukt, og i Nyhavna ble 0/40 og 0/63 godkjent som erosjonslag.

Entreprisekontrakter

Prosjektet benyttet hovedsakelig NS 8406 som er en kontraktstandard når entreprenør skal utføre det byggherren har prosjektert og hvor det ikke er nødvendig med strenge varslingsrutiner for å ha kontroll med kostnader.

Tabell 1: Prosjektets kontrakter i utførelsesfasen

	Mineralske masser	Utførelse	Mellomlager
Standard	NS 8406	NS 8406	Ingen
Leverandør	Miljøkalk AA	Envisan NV	AF Decom AS
Tilbud (kNOK)	22 100	81 100	5 900
Kontraktoppgjør (kNOK)	28 900	72 500	5 100
Endringer og tillegg (kNOK)	400	8 100	4 100
Sum* kNOK (ekskl. mva.)	29 300	83 200	9 200

*inkludert lønns- og prisstigning

Da entreprenøren ikke ville utføre arbeid på sjøbunnen basert på byggherrens overflatekartlegging av potensielle udetonerte eksplosiver (UXO), ble kontrakten utvidet til å inkludere tilstrekkelig påvisning og fjerning av UXO og skrot. Dette gjorde entreprenøren mer fleksibel da de kunne planlegge kartlegging og rydding i tiliggende områder i perioder med god kapasitet. Å gjennomføre en grundig kartlegging av UXO først etter oppstart, ga en teoretisk forsinkelse på 5-7 dager, men siden entreprenøren styrte mannskap og innsats selv, fikk det ingen reel betydning på fremdriften.

Tildekkingsmasser ble gjort opp pr tonn/kubikk DAT (delivered at terminal). I offentlige

havner/kaier faktureres varevederlag og kaivederlag iht. gebyrregulativ. DAT betyr i Incoterms bestemmelser, at leverandør skal ha alle kostnader med lossing, bemanning og vederlag for å levere på avtalt terminal/sted. DAT skal derfor inkludere kaivederlag og varevederlaget, men de fleste havneregulativer i Norge har en egen bestemmelse om at varevederlag for inngående varer påhviler varemottaker. Det å ta tildekkingsmateriale over offentlige kaier medfører store vederlagskostnader. Kostnadene reduseres vesentlig om man kan losse tildekkingsmateriale direkte fra bulkskip til utleggingsfartøy, på redan eller ved kai, eller ved private kaier med gunstigere avtale.

Det ble inngått egen avtale med lokal entreprenør for mottak av masse, drift av mellomlager og omlasting til utleggingsfartøy. Det ble opprettet flere mellomlager på lokaliteter nær tildekkingsfeltene for å redusere transport og dermed kostnad. Mellomlagring av tildekkingsmasse i forskjellige fraksjoner på kai var nødvendig pga logistikk i og leveranser fra kalkbruddet. En tredeling av ansvaret for logistikkjeden fra kalkbrudd til tildekkingsfelt, var kompliserende og en fordyrende løsning da det krevde ressurser å koordinere tre avtaleparter og på denne måten kunne oppstå ventetid i to ledd.

UXO

Da det ikke lyktes å få tak i noen som kunne kartlegge Nyhavna og avdekke eventuelle udetonerte eksplosiver (UXO) som del av detaljprosjekteringen, ble entreprenøren bedt om å vurdere behovet for slik kartlegging før oppstart. Entreprenør ville ikke ta risiko med å mudre uten å først kartlegge. Mudringsområdet i Nyhavna (65 000 m²) ble derfor kartlagt med magnetometer og side scan sonar. 14 gjenstander utpekte seg og ble avmerket med dykker og håndholdt magnetometer slik at de kunne spyles forsiktig frem. Det ble da klart at ingen av de 14 gjenstandene var eksplosiver.

Operasjonen med gjort i to runder; en innledende kartlegging (5 arbeidsdager med reise og prosessering) som avdekket 14 gjenstander og en utførende fase (tre arbeidsdager) der de 14 gjenstandene ble spylt frem. Operasjonen kostet tilsammen 1 million kroner ekskl. mva. Ved å bestille arbeidet fra entreprenør, unngikk man merkostnad for ventetid på mudderapparatet som stod stille i samme periode som operasjonen pågikk.

Teknisk resultat

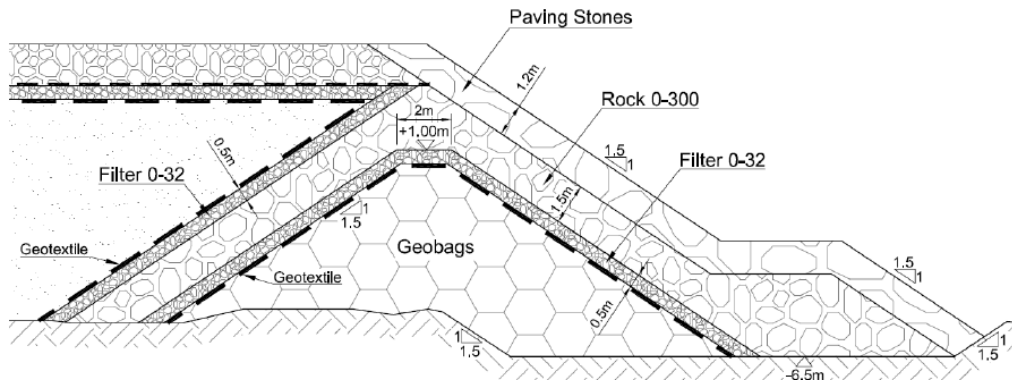
Prosjektet gjennomgikk flere tekniske endringer underveis, men få endringer innvirket på det tekniske resultatet. De viktigste endringene beskrives her og en oversikt over alle endringer er gitt i tabell 2.

Krav til tildekkingsmasse førte til innkjøp av kalk og flere mellomlager ga redusert transport

Olivin som mineral i tildekkingsmassen ble endret da tillatelsens vilkår om at materialet ikke kunne inneholde over klasse II for nikkel eller andre stoffer i vandirektivets lister. Olivinsanda inneholdt nikkel i klasse V. Det ble i stedet inngått avtale om leveranse av kalkstein fra Verdal. I stedet for ett mellomlager for tildekkingsmasse, ble det brukt flere lokaliteter i havna som reduserte transportavstandene ut til tildekkingsfeltene.

Enklere strandkantdeponi ga en sikrere byggeprosess

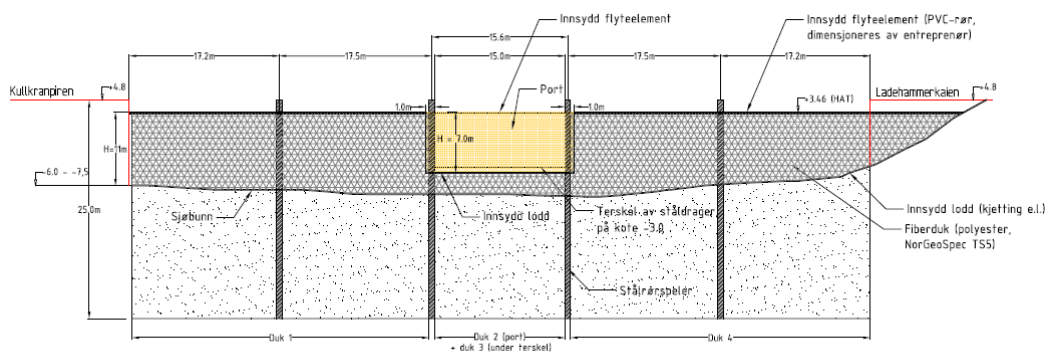
Entreprenøren mente at en konstruksjon der sjetéen bygges i ett trinn med en kjerne av forurenset masse ville gi bedre stabilitet under arbeid, bedre logistikk i prosjektet og mindre fare for spredning under arbeidet. Ved å bygge sjetéen med bager av geotekstil fylt med forurenset muddermasser, skulle volumet i sjetéens kjerne utnyttets samtidig som tekstilduk og filtersand skulle utgjorde en barriere mot spredning. På grunn av høyt innhold av leire og silt, ble massene for klebrige til å effektivt fylles i bagene gjennom en trakt. Innholdet i kjernen ble derfor forurenset muddermasse. Volumet ble redusert med 10 000 m³ fra 35 til 25 000 m³.



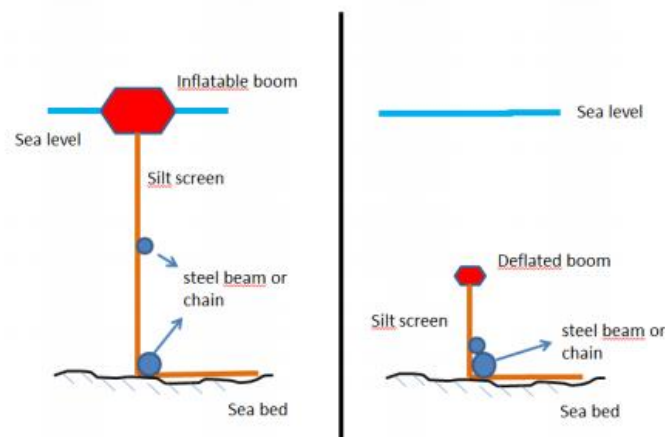
Figur 10: Prinsippskisse av strandkantdeponiets sjete som foreslått av entreprenør.

Enklere konstruksjon gjorde siltgardina mer robust

For å skjerme vannmiljøet utenfor deponiområdet mot spredning fra deponeringen, ble det beskrevet en siltgardin spent opp på tvers mellom Nyhavnas ytre og indre basseng. Opprinnelig ble det planlagt en nedfellbar port i en statisk skillevegg (figur x), men entreprenøren mente at den var for sårbar mot slitasje og designet en skillevegg (figur 10) der hele gardinas lengde kunne senkes ned ved arbeidslutt, når skip skulle passere eller når det ikke foregikk aktivitet på innsiden.



Figur 11: Prosjektert løsning for portsystem i fastmontert siltgardin.



Figur 12: Entreprenørens prinsippskisse av heve- og senkesystemet til siltgardinen.

Det ble satt opp et regime for å sikre at suspenderte partikler i indre basseng ikke strømmet ut og forårsaket spredning av miljøgifter og stans i arbeidet da gardina ble senket, f eks fordi en lekter skulle inn til deponiområdet. Grenseverdiene ble satt slik at gardina kunne senkes når $NTU < 10$ på innsiden. Ved $10 < NTU < 20$ måtte entreprenøren vurdere hvordan situasjonen på innsiden ville påvirke turbiditeten utenfor ved å se om turbiditetsnivå på begge sider viste en stigende eller synkende trend. Ved $NTU > 20$ kunne gardina ikke senkes. Da ytre basseng ble tildekket før deponering i indre basseng var ferdig, ble grenseverdiene strammet inn for å unngå rekontaminering av den nye sjøbunnen i ytre basseng. Fra da ble det ikke lov til å senke gardina hvis $NTU > 7$ på innsiden, og entreprenøren måtte vurdere situasjonen og utviklingen de siste 20 min hvis $6 < NTU < 7$. Under 6 NTU kunne gardina fortsatt senkes.

Det strenge regimet for hvordan siltgardina skulle håndteres bidro til at mengden miljøgifter spredt under anleggsarbeidet i Nyhavna ble vesentlig lavere enn budsjettert; faktisk så mye lavere at det veide opp for økt spredning i Brattøra og Kanalen.

Et mildere kontrollregime ga mer effektiv tildekking

Tillatelsens vilkår om å stanse arbeidet dersom det ble målt turbiditet over 10 NTU (+ bakgrunnsverdi) i mer enn 20 minutter, ga uforholdsmessig mange stans i tildekkingsarbeidet som tross alt i aller størst grad spredte rene partikler. Det ble derfor søkt om en endring i tillatelsen, og satt opp et eget regime når hvert tiltaksområde hadde fått et første lag knust kalkstein. For resten av tildekkingsarbeidet innenfor området, kunne entreprenør deretter forholde seg til en grense på 20 NTU over fire timer. Sedimentfellene inneholdt rent materiale fra anleggsfasen selv om turbiditeten av og til ble for høy. Det viser at turbiditeten skyldtes rent tildekkingsmateriale.

Feil forutsetning i prosjekteringen ga avvik fra krav til seilingsdyp

Mudringsdybde ble aldri justert etter den første forutsetningen om 50 cm tildekking selv om det ble prosjektert et tildekkingslag i Nyhavna på 55-65 cm tykkelse. Når tildekkingslaget (filter- og erosjonslag) i tillegg ble beskrevet med et toleransekrav på ± 5 cm for hhv. Filterlag og erosjonslag, risikerte man et tildekkingslag som kunne være 10 cm tykkere enn prosjektert og gi 15-

25 cm grunnere område en påkrevd. Da mudringsdybden heller ikke tok høyde for tillat usikkerhet i hver innmåling på +/- 5 cm, lå det an til å bli et vesentlig avvik fra kravet om seilingsdyp.

For å redusere avviket, ble reell innblandingszone etter en første runde tildekking sjekket med dykkere. Innblandingssonen viste seg i praksis å være 2 cm i stedet for teoretiske 5 cm. Lagene for bioturbasjon er på teoretiske 10 cm, men i tillegg kommer erosjonslaget som er lik eller mer enn 10 cm. Det vil likevel påvirke adveksjonslaget hvis bioturbasjonslaget fjernes fordi adveksjonslaget finner man ved at summen av adveksjon, biolag og erosjon skal til sammen være 40 cm teoretisk. I tillegg er det lagt inn en usikkerhet i konstruksjonen på 10 cm. Avviket kunne derfor reduseres noen cm men ikke så mye som 15 cm.

Ny tiltaksgrænse ga større areal

Tiltaksområdet i Nyhavna ble utvidet underveis fordi det ble avdekket at avgrensningen ikke hadde noen god forklaring. Tildekkingsområdet ble derfor strukket lengre ut i munningen av Nyhavnas basseng enn først planlagt. Dermed ble det også inkludert en erosjonsgrøp i tiltaksområdet som måtte fylles for stabilitet før den kunne tildekkes.

Tabell 2: Oversikt over tekniske endringer i prosjektet.

Endring	Effekt	Viktighet	Rev.
Fra olivin til kalkstein	Tapt tid ved oppstart, økt kostnad	Stor	
Fra 0/8 til 0/18	Bedre kvalitet	Liten	x
Flere mellomagre	Spart kostnad	Middels	x
Strandkantdeponi forenklet	Spart kostnad	Middels	
Siltgardin forenklet	Spart kostnad	Middels	
Mudringsmetode modifisert	Miljøkontroll + og -	Liten	
Sediment på land	Miljøkontroll +	Liten	
Rekkefølge deponi	Økt byggetid	Middels	
Turbiditet ved tildekking	Miljøkontroll +, spart tid	Middels	x
Oppnådd seilingsdyp, toleranse	Etterbruk	Liten	x
Rekkefølge arbeider i Kanalen	Miljøkontroll, tid, økt kostnad	Middels	x
Forsinkelser i tilkomst i Gryta	Økt byggetid og kostnad	Middels	x
Detaljer i teknisk utførelse	Spart kostnad, etterbruk	Middels	x
Utvidet tiltaksområde Nyhavna	Bedre måloppnåelse	Middels	x
Rekkefølge tildekking/deponering	Motvirker forsinkelse	Stor	x
Oppplastingsplasser ved Kanalen	Motvirker forsinkelse	Stor	x
Supplement med annen steintype	Motvirker forsinkelse	Liten	x

Miljøkontroll og avbøtende tiltak

Tillatelsen stilte krav om et omfattende kontroll- og overvåkingsprogram med rutiner og aksjonsgrenser for alle aktiviteter. I søknaden ble det foreslått en siltgardin for å avskjerme deponiområdet fra ytre basseng og Nidelva som ble gitt som vilkår i tillatelsen. Det ble etablert til sammen 7 stasjoner for å overvåke spredning ut av tiltaksområdene, og egne turbiditetsmålere for å overvåke funksjonen til siltgardina.

Siltgardin rundt deponeringsfartøyet fungerte dårlig, særlig med is. Siltgardina som avskjermet hele deponiområdet virker derimot svært bra og den alene ga et positivt resultat på spredningen sammenliknet med miljøgiftbudsjettet.

Tildeckingslaget ble jevnlig scannet for å kontrollere tykkelsen og tilslutt kontrollert med grabbprøver for hver 2 500 m² (med noen tilpasninger i Kanalen). Tillatelsen krevde at 9 av 10 prøver var i kl I-II. I de områdene hvor erosjonslaget bestod av grovere gradert masse, ble filterlaget kontrollert før erosjonsbeskyttelsen ble lagt på. Det var kun et par steder i Kanalen hvor det var konsentrasjoner i kl III. Disse skyldtes antagelig pæling etter tildekking, og ikke tilført forurensning eller manglende tildeckingslag.

Spredning av forurensende partikler ble målt før, under og etter anleggsfasen. Sedimentfeller ble tømt da mudringen var ferdig før tildekking begynte. Det ga gode bilder på spredning i hver fase. Målinger viste at spredningen var forurenset i periodene med mudring og ren i perioder med tildekking. Målinger etter anleggsarbeidet var ferdig viste fortsatt konsentrasjoner over kl III i alle områder. Selv om konsentrasjonene var lavere etter anleggsarbeidet enn før, kan det tyde på aktive kilder på land og ikke oppvirvling av forurenset sjøbunn som hovedkilde til forurensede partikler i vannsøylen.

Passive prøvetakere brukes til å se den biotilgjengelige delen av vannprøvens konsentrasjoner og dermed kunne si hvor giftig utslippene var i perioder med høy turbiditet. Sedimentfeller brukes til å vurdere partikkelspredning ut av hvert område. Basert på funn i sedimentfellene, kan det sies at rene partikler fra tildekkingen har landet oppå forurensa partikler fra mudring og dermed er resultatet på sjøbunnen positivt. Sedimentfeller brukes dermed til å vurdere kvaliteten på sjøbunnen i spredningssonen.

Dokumentasjon

Utførte arbeider ble dokumentert med inn- og utmålinger (scanning av sjøbunn) og frakt- og veiesedler for tildeckingsmasse, oppsummert i målebrev for hver kontraktspost. Hvert område ble målt inn med multistråle ekkolodd ved entreprenørens overtakelse. Tilsvarende utmåling ble foretatt for å dokumentere tilstrekkelig mudringsdyp og når området igjen var ferdig tildekket.

Måling av sjøbunnen i hvert område ble presentert i kart og differansen viste dermed mudringsdybde eller tildeckingslagets tykkelse. Flere målinger ble utført underveis for å kontrollere fremdrift; målingene ble diskutert i byggemøter inntil byggherre og entreprenør var enige om at endelig utmåling kunne utføres. Inn- og utmålingene ble godkjent og signert av byggeleder som grunnlag for overtakelse og målebrev.

Kontrakten hadde følgende toleransekrav:

Mudring	+0 / -0,15 m
Inn- og utmåling	+/- 5 cm (+/- 2,5 cm i områder med tynntildekking)
Tynntildekking	+/- 2,5 cm
Tildekking	+/- 5 cm

Det var i tillegg et krav til at sjøbunnen skulle tilfredsstillende og dokumenteres med grabbprøver iht. tillatelsens krav til kjemisk tilstand.

Miljøgiftregnskap

Mudring, deponering og tildekking av forurenset sjøbunn vil spre partikler med forurensning. Til grunn for søknad om tillatelse til tiltak, ble det utarbeidet et miljøgiftbudsjett som viste differansen mellom forventet spredning fra anleggsarbeidene og spredning fra utildekket sjøbunn dersom tiltaket ikke ble utført. Spredning av miljøgifter fra anleggsarbeidene tilsvarte mengden miljøgifter som ble spredt fra sjøbunnen i en begrenset periode, ca 2 år. Det viser at til tross for miljøbelastning mens anleggsarbeidet pågår, vil effekten av tiltakene være positiv allerede etter to år.

Miljøgiftbudsjett ble laget ved å beregne spredning fra utildekket sjøbunn. Så ble det lagt til spredning fra oppvirvlet sediment under mudring, fra oppvirvlet sediment og porevannsutpressing under tildekking, fra tildekkingsmassene selv og fra tildekket sjøbunn i anleggsperioden (i budsjettet ble det forutsatt at tildekket sjøbunn ville tilfredsstillende krav i tillatelsen).

Tillatelsen stilte krav til bruk av miljøgiftregnskap for å styre arbeidet underveis slik at spredning som følge av anleggsarbeidet ikke skulle overstige forventet mengde. Miljøgiftregnskapet ble satt opp ved å kombinere resultater fra turbiditetsmålinger og analyse av vannprøver (ved høy turbiditet). Turbiditetsmålinger viser til hvilken tid det har vært høye konsentrasjoner av partikler i vannet (mye spredning), og vannprøver viser konsentrasjonen av miljøgifter i periodene med høy turbiditet. Spredning fra anleggsarbeidet ble derfor beregnet som en funksjon av målte konsentrasjoner i vann (gjennomsnitt av alle målinger), vannvolumet som skiftes ut over tid og samlet tid med høy turbiditet. Så trekkes det fra gjeldene bakgrunnsverdi for å finne anleggsarbeidets merbidrag til spredning i området.

For perioder med normalt turbiditetsnivå, tas det ikke vannprøver og spredning i disse periodene ble derfor satt lik bakgrunnsnivå. Man antar dermed at anleggsarbeidet fører til null spredning så lenge turbiditet er innafor tillatelsens krav. Bakgrunnsnivået var basert kun på den ene vannprøven i hvert delområde før anleggsstart. Det kan argumenteres for at det trengs flere vannprøver over en lengre periode for å få med årstidsvariasjoner og andre svingninger.

I tillegg til spredning fra selve anleggsarbeidet, kommer spredning fra forurenset sjøbunn fra anleggsstart til den er ferdig tildekket i Brattørbassenget (7 mnd), Nyhavna (9,25 mnd), og Kanalen (11,5 mnd).

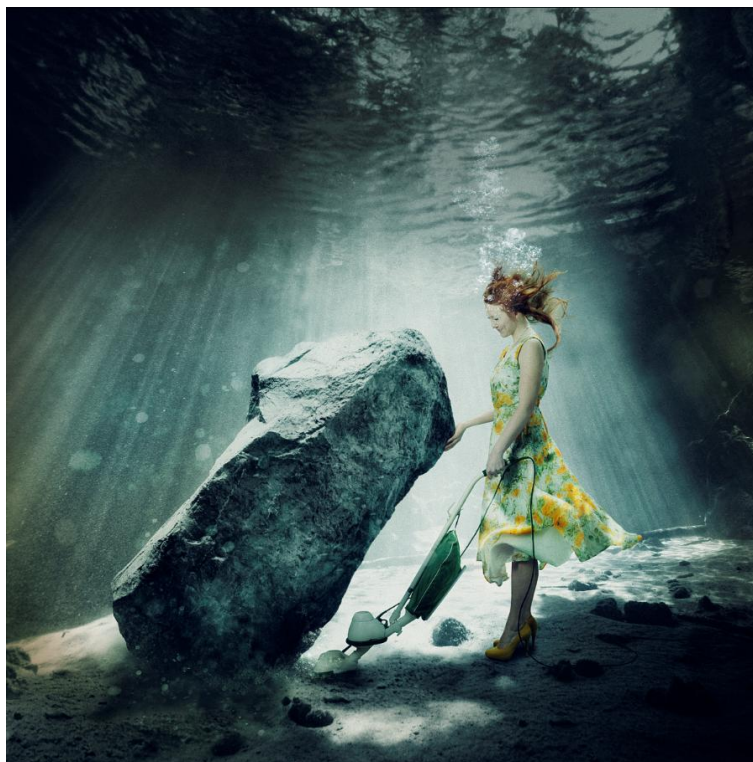
I budsjettet for anleggsarbeid i Nyhavna, er deponering den dominerende faktor for spredning. Spredning fra utildekket sjøbunn viste seg i stedet å være den dominerende faktoren. Spredning fra anleggsarbeid er beskjedent i forhold til spredning fra utildekket sjøbunn. Kortere anleggsperiode som følge av raskere arbeid gir derfor mindre total spredning. Spredning fra sjøbunnen beregnes ut ifra en risikovurdering med konservative elementer som fører til en høy spredning. I beregningene av spredning fra anleggsarbeid, er det ingen konservative hensyn og spredningen kan dermed bli for lav.

Miljøgiftregnskapet viser nettopp at spredning fra anleggsarbeider i Kanalen og Brattøra var høyere enn budsjettert, mens spredning fra anleggsarbeider i Nyhavna var langt lavere enn budsjettert. Gevinsten tilskrives siltgardina. Samlet sett viser regnskapet at anleggsarbeidene førte til mindre spredning enn forventet (budsjettert). Regnskapet premierer effektiv gjennomføring, så lenge anleggsarbeid utføres på en kontrollert måte.

Praktisk nytte av miljøgiftregnskap i anleggsfasen er svært liten. Man kan ikke styre anleggsarbeidet i hvert delområde, men på lang sikt, kan miljøgiftregnskap fra flere prosjekter bidra til utforme gode krav/vilkår i fremtidige tillatelser (basert på trender fra prosjekt til prosjekt).

Miljøgiftregnskap kan gi pekepinn på hvilke faktorer det er viktig å stille krav til i tillatelser. Særlig tydelig i dette regnskapet er hvor stor betydning tiden har som en faktor for spredning. For en mer korrekt beregning av spredning i perioder uten høy turbiditet, anbefales det å ta flere bakgrunnsmålinger gjennom anleggsperioden etter perioder med driftstans, f eks mandag morgen.

Basert på dette miljøgiftregnskapet bør det vurderes å tillate mer turbiditet for å få en raskere tildekking av de forurensede områdene. Basert på antagelser brukt i miljøgiftbudsjett og -regnskap for Trondheim, kan man beregne hvor høy turbiditet som bør tillates ved å sammenlikne spredningseffekten med spredning fra den forurensede sjøbunnen der den ligger utildekket eller om døgnkontinuerlig anleggsdrift bør prioriteres av hensyn til total miljøbelastning. Det er også fornuftig å vurdere om lengre pauser i eller etter perioder med høy turbiditet gir en mindre totalbelastning enn korte stans flere ganger i uken.



Figur 13: Reklamefoto for anleggsfasen. Foto: Geir Mogen / Tibe T.

Kostnader

Prosjektet startet med en antatt ramme på 250 millioner kroner. Budsjettrammen ble justert etter anbudskonkurranse og prosjektet ble lagt frem for politisk godkjenning med en budsjettramme på 221 millioner kroner (p85-nivå). Prosjektet har relativt høye kostnader for administrasjon, overvåking og prosjektering. Deponiløsningen, som bestod av et sjøbunnsdeponi med alternativer for utvidelse og et strandkantdeponi, krevde reguleringsplan. I den forbindelse ble det gjort en konsekvensutredning av flere alternativer, både byggemetode (spunt/fyllingsfront) og plassering, med kostnadsberegning og geotekniske undersøkelser før valgte løsning kunne prosjekteres. For mudring og tildekking kostet detaljprosjektering og arbeid med anbudsgrunnlag og søknad om tillatelse til sammen 2,7 millioner kroner. Effekten av en relativt dyr og detaljert fase før anleggskontraktene ble inngått, er de relativt små endringer og tillegg (0-11 %) til kontraktene.

Den store kostnadsdriveren var tildekkingsmasse og transport av denne da entreprenøren opererte med relativt høy rigg- og driftskostnad. Skrotrydding ble avregnet i enhetspris pr tonn. Det gjorde at en tom oljetank på dypt vann ble et tap for entreprenøren, mens tunge stålbjelker med betong på grunt vann ble et tap for byggherre.

Miljøovervåking ble svært kostbar fordi anleggsarbeider pågikk parallelt i flere delområder og på grunn av omfattende krav i tillatelsen. Sedimentfeller er svært dyre i bruk og ga relativt lite informasjon underveis da analysene er tidkrevende.

Tabell 3: Prosjektets kostnader fordeling på aktiviteter.

Kostnader	Sum (mill NOK)
Prosjektadministrasjon	6
Byggeleder og SHA-ansvarlig	6
Prosjektering og søknad om tillatelse	12
Miljøovervåking	9
Udetonerte eksplosiver	1
Skrot	3
Partikkelsperre (siltgardin)	1
Mudring og deponering	23
Tildekking	58
Tilrettelegging i havna	7
Rigg, drift og div	37
Sluttsum ekskl. mva	163
Sluttsum inkl. mva	203
Budsjettramme inkl mva (p85)	221

Drift og overvåking

Det ble inngått avtale mellom Trondheim Havn IKS og Trondheim kommune om felles overvåking iht. treårig plan godkjent av Miljødirektoratet. For drift og vedlikehold ble det avtalt at Trondheim Havn IKS er ansvarlig for å sikre at havnedriften ikke punkterer tildekkingslaget og for å reparere laget

om nødvendig. I tillegg til jevnlig kontroll av tildekkingslaget iht. godkjent overvåkingsprogram, skal lagene kontrolleres med visuell inspeksjon ved mistanke om punkterting eller ved melding om ureglementert aktivitet i områder med tildekkingslag.

Det skal etableres hensynssoner ved neste rullering av kommuneplanens arealdel og Trondheim kommune skal vise til påkrevd hensyn i alle byggesaker og høringsuttalelser til fylkesmannen i saker som berører tildekket sjøbunn.

Det ble senere avdekket en stor skade i sjøbunnsdeponiet etter en dyptgående båt. Skaden ble reparert ved at dykkere trakk geotekstilduken tilbake over skaden, før det ble tilført tilsvarende masse som tildekkingslaget (filter- og erosjonslag). Utførelsen ble kontrollert underveis med undervannsdroner. Skaden viser hvor viktig forståelsen for sjøbunnsdeponiet og tildekkingslagets oppbygning er for å sikre at havneselskapets rutiner for trafikkstyring ivaretar nye behov etter opprydding. I dette tilfelle ble et dyptgående skip tillatt inn i et område med sjøbunnsdeponi og tildekkingslag uten at det var tilstrekkelig seilingsdyp.

Det er ikke funnet en god metode for effektiv visuell kontroll av tildekkingslaget fordi utstyr forsvinner og sikten ofte er veldig dårlig. Det er gjort forsøk med fysiske målepinner, visuell kontroll med undervannsdroner og tilslutt målepinner med nedgravd forankring på original sjøbunn.

Kommunikasjon

I lys av erfaringene fra Ren Oslofjord, ble det laget en kommunikasjonsstrategi med tiltaksplan som la stor vekt på å forberede interesseorganisasjoner, politikere og innbyggere gjennom nettside, åpne møter, trykt informasjonsmaterieell, reklame, nyhetsbrev og grafiske illustrasjoner. Det ble laget en egen strategi for å håndtere kritiske organisasjoner som førte til et generelt høyt trykk på informasjonskampanjer, møteplasser og varslingsanleggsarbeid. Prosjektet fikk noen støyklager og ett negativt presseoppslag av til sammen 57 oppslag i lokal og nasjonal presse.



Figur 14: Reklamefoto for en renere havn. Foto: Geir Mogen / Tibe T.

Oppsummering

Et påkostet kommunikasjons- og informasjonsarbeid var avgjørende for at prosjekt fikk et godt omdømme og nødvendig forankring hos innbyggere, politikere og interessenter. Samtidig var nok administrativ kapasitet fra kommunen og å samkjøre prosjektet med havneselskapets tekniske drift de største utfordringene i prosjektet. Grundig detaljprosjektering og anbudsgrunnlag i god dialog med markedet, god bemanning på anleggskontoret og erfaren byggeleder ga en ryddig gjennomføring av entreprisekontraktene uten økonomiske overraskelser. Det grundige forarbeidet gjorde prosjektadministrasjonen rustet til å håndtere uforutsette ting på en god måte som da 180 meter kanalvegg måtte stabiliseres med spuntkai. Det ble i liten grad praktiske endringer underveis, bortsett fra mellomlager for tildekkingsmasse som ikke var godt nok gjennomtenkt fra start. Logistikkjeden fra steinbrudd til tildekkingsfelt var den mest kritiske og mest kostnadsdrivende i anleggsarbeidet. Logistikken med mudringsmasser til deponi var krevende på grunn av de fysiske forholdene i Trondheim havn og fordi underentreprenøren ikke var godt nok forberedt. Tillatelsens krav til overvåking og miljøgiftregnskap ga høye kostnader uten å være et godt verktøy for å styre arbeidene til en mest effektiv og skånsom gjennomføring.

Ved oppstart av et prosjekt er det smart å tenke gjennom alle logistikkjedene i anleggsarbeidet og hvilke grensesnitt mellom forskjellige kontrakter prosjektet er tjent med å ha. Videre må man legge til rette for god økonomistyring fra start med en god usikkerhetsanalyse i sammenheng med en konteringsplan basert på planlagte anskaffelser og kontrakter. For å få god effekt av prosjektet utover renere sjøbunn, må man lage en kommunikasjonsplan som identifiserer målgrupper og virkemiddelbehov og sett av nok ressurser gjennom hele prosjektperioden.



Figur 15: En hummer i folder av geotekstilduken over sjøbunnsdeponiet. Foto: Geir Mogen

Prosjektets dokumenter

Tillatelse etter forurensningslovens § 11

Trondheim kommunes søknad om tillatelse til gjennomføring, mai 2014
 NGI, 2014. Tiltaksbeskrivelse for søknad
 Renere havn - tillatelse etter forurensningsloven, november 2014
 Renere havn - endring i tillatelsen, april 2015
 Renere havn - endring i tillatelsen, mai 2015
 Renere havn - tillatelsens vilkår, sist endret mai 2015
 NGI, 2017. Sluttrapport, rev. 5
 NGI, 2017. Miljøregnskap, rev. 5
 NGI, 2017. Overvåkingsprogram, rev. 5
 NGI, 2017. Beregnet mengde helse- og miljøfarlige stoffer håndtert ved tiltak, rev. 2
 Gryta - tillatelse etter forurensningsloven, august 2015
 Gryta - tillatelsens vilkår, august 2015
 Gryta - utvidet tillatelse, oktober 2015
 NGI, 2017. Sluttrapport, Gryta

Overvåkingsrapporter

2016: januar, februar, mars, april, mai/juni
 2015: mars/april, mai, juni, juli, august, september, oktober, november, desember

Prosjektering - mudring og tildekking

NGI, 2014. Kravspesifikasjon for tildekkingsmasser
 NGI, 2014. Forprosjekt
 NGI, 2013a. Skisseprosjekt
 NGI, 2013. Beregning av mudringsvolum

Prosjektering - deponi

Multiconsult, 2014. Reguleringsplan
 Multiconsult, 2014. Planbestemmelser
 Multiconsult, 2014. Planbeskrivelse
 Multiconsult, 2014. Forprosjekt deponi
 Multiconsult, 2013. Konsekvensutredning
 Multiconsult, 2013. Skisseprosjekt deponi

Pilot - tildekking Ilsvika

NGI, 2014. Sluttrapport tynntildekking pilottest
 NGI, 2013. Feltrapport tildekking 2013
 NGI, 2013. Vurdering av tildekkingsmateriale

Helhetlig tiltaksplan

NGI, 2011. Del 1a - Datarapport
 NGI, 2011. Del 1b - Risikovurdering
 DNV, 2010. Del 2 - Miljøgifter i biota i Trondheim havneområde
 NGI, 2011. Del 3 - Deponialternativer
 DNV, 2011. Del 4 - Tiltaksplan
 Sintef, 2011. Del 5 - Oppvirvling fra skipstrafikk