



Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng



Delrapport 4 – Tiltaksplan

20081794-00-62-R
5. juli 2011
Revisjon 1, datert 21. oktober 2011



Prosjekt

Prosjekt: Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng
Dokumentnr.: 20081794-00-62-R
Dokumenttittel: Delrapport 4 - Tiltaksplan
Dato: 5. juli 2011
Revisjon 1, datert 21. oktober 2011

Oppdragsgiver

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

For NGI/DNV

Prosjektleder: Randi Skirstad Grini, NGI
Utarbeidet av: Jens Laugesen, DNV
Randi Skirstad Grini, NGI
Kontrollert av: Mari Moseid, NGI

Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet av Det norske Veritas (DNV) i samarbeid med Norges Geotekniske Institutt for Trondheim kommune. Rapporten inngår som delrapport 4 for oppdraget "Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng". Rapporten vurderer tiltak mot forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Det foreslås tiltak i delområdene Fagervika/Ilsvika nord, Ilsvika øst, Brattøra nord, Kanalen og Nyhavna. Samlet kostnad for tiltakene vurderes å ligge et sted mellom 60 til 200 mill. kr avhengig av teknologi (tildekking eller mudring) og deponiløsning som velges.

Innhold



Dokumentnr.: 20081794-00-62-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato: 2011-10-21
Side: 4 / Rev. 1

1	Innledning	6
2	Miljømål	9
	2.1 Overordnede miljømål	9
	2.2 Operasjonelle miljømål	10
3	Delområde 1 – Høvringen	11
	3.1 Generell beskrivelse	11
	3.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	11
	3.3 Vurdering av tiltak	12
	3.4 Måloppnåelse	12
4	Delområde 2 – Fagervika/Ilsvika nord	13
	4.1 Generell beskrivelse	13
	4.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	14
	4.3 Vurdering av tiltak	14
	4.4 Måloppnåelse	16
5	Delområde 3 – Ilsvika øst	16
	5.1 Generell beskrivelse	16
	5.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	17
	5.3 Vurdering av tiltak	18
6	Delområde 4 – Ilbassenget	19
	6.1 Generell beskrivelse	19
	6.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	20
	6.3 Vurdering av tiltak	20
	6.4 Måloppnåelse	20
7	Delområde 5 – Brattøra sør	21
	7.1 Generell beskrivelse	21
	7.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	21
	7.3 Vurdering av tiltak	21
	7.4 Måloppnåelse	22
8	Delområde 6 – Brattøra nord	22
	8.1 Generell beskrivelse	22
	8.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	22
	8.3 Vurdering av tiltak	23
	8.4 Måloppnåelse	24
9	Delområde 7 – Kanalen	24
	9.1 Generell beskrivelse	24
	9.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	25
	9.3 Vurdering av tiltak	26
	9.4 Måloppnåelse	28
10	Delområde 8 – Nidelva	28
	10.1 Generell beskrivelse	28
	10.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	29
	10.3 Vurdering av tiltak	30
	10.4 Måloppnåelse	31

Innhold



Dokumentnr.: 20081794-00-62-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato: 2011-10-21
Side: 5 / Rev. 1

11	Delområde 9 – Nyhavna	31
11.1	Generell beskrivelse	31
11.2	Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	32
11.3	Vurdering av tiltak	32
11.4	Måloppnåelse	38
12	Delområde 10 – Ladehammeren – Østmarkneset	38
12.1	Generell beskrivelse	38
12.2	Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	38
12.3	Vurdering av tiltak	39
12.4	Måloppnåelse	39
13	Delområde 11 – Munkholmen	39
13.1	Generell beskrivelse	39
13.2	Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen	40
13.3	Vurdering av tiltak	41
13.4	Måloppnåelse	41
14	Oppsummering tiltaksvurdering	41
14.1	Tildekking	43
14.2	Mudring	44
14.3	Deponering	44
15	Gjennomføring og rekkefølge av tiltak	45
16	Havnevirksomhetens bidrag	45
16.1	Vurdering av skipsoppvirvling	46
16.2	Vurdering av bidrag	46
16.2.1	Delområde 1 – Høvringen	47
16.2.2	Delområde 2 - Fagervika	47
16.2.3	Delområde 3 – Ilsvika øst.....	48
16.2.4	Delområde 4 – Ilabassenget	49
16.2.5	Delområde 5 – Brattøra sør	49
16.2.6	Delområde 6 - Brattøra nord	50
16.2.7	Delområde 7 – Kanalen	50
16.2.8	Delområde 8 – Nidelva.....	51
16.2.9	Delområde 9 – Nyhavna.....	52
16.3	Oppsummering og konklusjon, havnevirksomhetens bidrag	53
17	Referanser	56

Revisjon	Dato	Endring
0	05.07.2011	Originaldokument
1	21.10.2011	Tabell 3 lagt til

1 Innledning

Denne rapporten er utarbeidet av Det norske Veritas (DNV) i samarbeid med Norges Geotekniske Institutt for Trondheim kommune. Rapporten inngår som delrapport 4 for oppdraget ”Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng”. 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, Propellerrosjon.

Delrapport 4 beskriver de tiltak i forurenset sjøbunn og på land som foreslås utført i Trondheim havnebasseng, og er basert på utførte undersøkelser i sedimentene (NGI, 2011a) og utførte risikovurderinger (NGI, 2011b). Rapporten inkluderer også en vurdering av havnevirksomhetens bidrag til forurensningen i havnebassenget.

Rapporten er inndelt i henhold til de 11 delområdene som er beskrevet av Trondheim kommune i konkurransegrunnlaget. Områdeinndelingen og prøver som ligger til grunn for vurderingene er vist på Figur 1.

For hvert delområde er følgende beskrevet:

- Generell beskrivelse av delområdet (beliggenhet, størrelse, viktige mulige forurensningskilder på land/sjø).
- Beskrivelse av tilstanden¹ i det øvre sedimentlaget (0-10 cm) og innhold i sedimentfellene (over tilstandsklasse III). Det gis en kort oppsummering av resultatene fra risikovurderingen og resultater fra målinger av porevannskonsentrasjonen i sedimentprøver (utført på 1-2 sedimentprøver i hvert delområde). Stoffer hvor det beregningsmessig spres mindre enn 1 kg pr. år fra delområdet er ikke oppgitt.
- Vurdering av behov for tiltak. Det gis en anbefaling om tiltak bør utføres eller ikke. Eventuelle behov for overvåking og vesentlige tiltak på land er også beskrevet. Der opprydding i forurenset sjøbunn er anbefalt, er type tiltak beskrevet, samt at areal som er foreslått sanert er koordinatfestet på kart. Videre er antatte kostnader for tiltaket angitt. Kostnadsestimater er basert på DNV (2010) som er utarbeidet for Klif i forbindelse med revisjon av Klifs veileder for sedimenthåndtering. Kostnader som oppgis i denne rapporten for tiltak er uten merverdiavgift.
- Måloppnåelse. Det gis en vurdering av om de miljømål som er satt opp av Trondheim kommune for Trondheim havnebasseng kan nås.

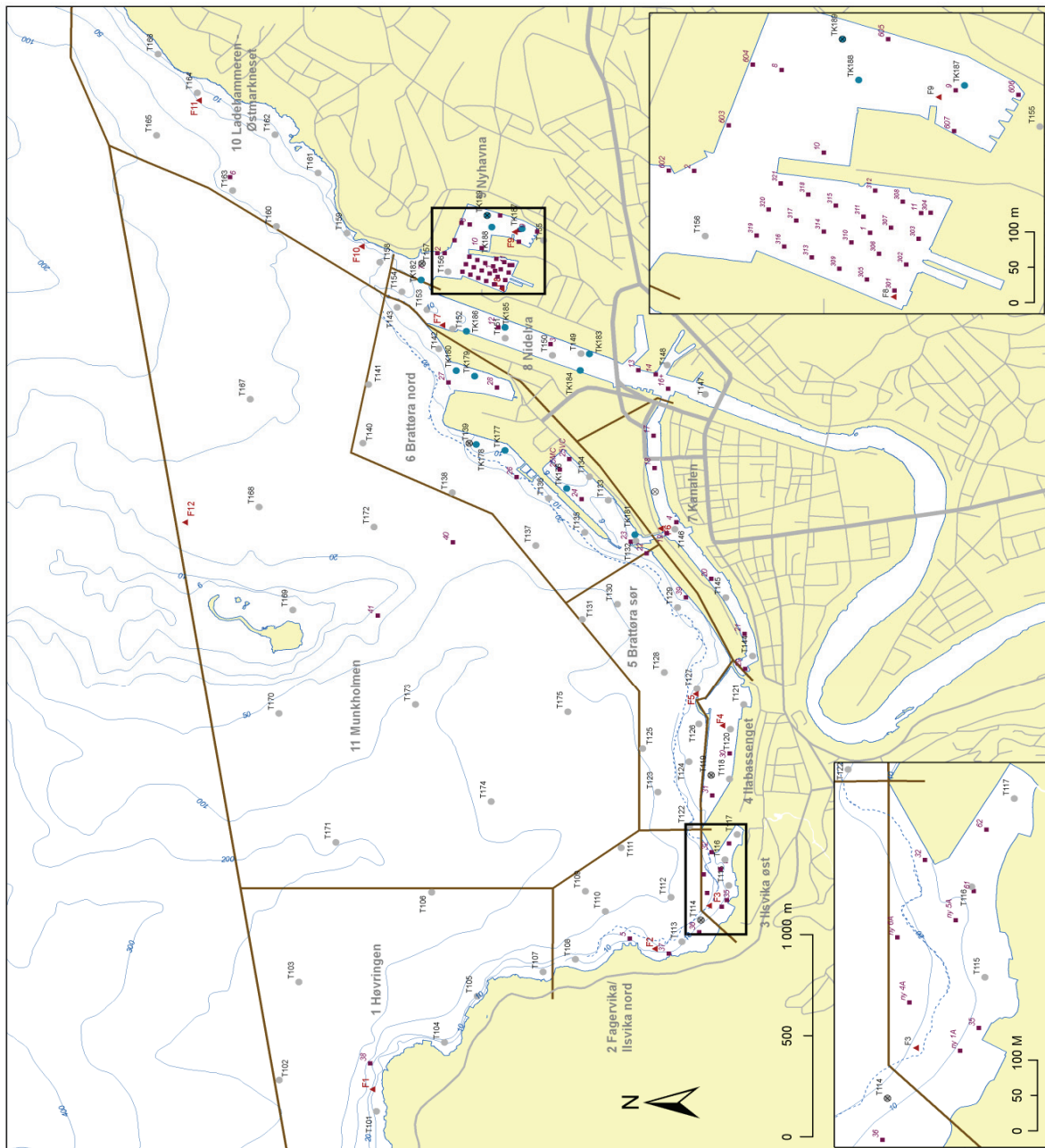
¹ Det ble også utført økotokstester for skeletonema i porevann fra sediment som viste overskridelse av *toxic unit* (TU) verdi i alle prøver bortsett fra for område 3 (Ilsvika øst) og 9 (Nyhavna) hvor det ikke var mulig å få ut porevann pga sedimentets tetthet. Dette er som forventet da allerede lave konsentrasjoner av forurensning gir utslag på økotokstester.

Arsen – resultater basert på Klifs risikovurderingsverktøy

I Trondheimsfjorden er det noe arsenforurensning i området utenfor Killingdal og ved Nyhavna. Forøvrig er ikke sedimentene forurenset av arsen og konsentrasjonen ligger i tilstandsklasse I og II. Likevel viser resultatene ved bruk av Klifs risikoveileder betydelig spredning av arsen, overskridelse av grense for human helse og økologisk risiko mange steder hvor det egentlig er ”rent”. Det vurderes at Klifs risikovurderingsverktøy er for konservativt for arsen og det vil ikke ha noen hensikt å rydde opp på grunnlag av en beregnet risiko hvor sjøbunnen ikke er forurenset. I beskrivelsen for hvert delområde er det likevel oppgitt de overskridelser som beregnes for arsen. Tiltak er imidlertid bare vurdert i de tilfeller hvor sjøbunnen er forurenset.



- Tegnforklaring**
- ▲ Sedimentfelle
 - Grabbprøve
 - Kjerneprøve
 - ⊗ Diffusjonsprøvetaker
 - Tidligere prøver



Målestokk 1:17 500 Datum: EUREF89 Kartprosjekt: UTM zone 32.

Trondheim havn		Kart nr.	
Oversiktskart sedimentprøver	Dokumentnr.	20081794	A-1
	Dato	2011-06-23	
Overflateprøver og kjerneprøver	Uhr	Egs	
	Kontak	Milo	
	Oslem	Rør	

Figur 1: Inndeling i delområder og oversikt over sedimentprøver

Propelloppvirvling antas å være en kilde til spredning ned til ca. 20 m vandedybde. Derfor defineres dybder mindre enn 20 m som en mulig spredningssone. Ligger sedimentene dypere enn dette antas propelloppvirvling ikke å være en årsak til spredning. I risikovurderingen er alle miljøgifter vurdert. Denne viser at det foregår spredning av miljøgifter fra alle delområder. I tiltaksanalysen vurderes miljøgifter med konsentrasjoner gjeldende fra tilstandsklasse III og oppover i tillegg til spredningsrisikoen pr. arealenhet.

Det er målt porevannskonsentrasjoner i sedimentprøver på arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink og TBT. Porevannskonsentrasjoner av PAH og PCB er målt med POM, for nærmere beskrivelse se NGI, 2011b. Analysene er sammenlignet med PNEC-verdier for sjøvann (PNEC = Predicted No Effect Concentration), samt for akutte effekter ved kort eksponering i sjøvann (PNEC_{akutt}). PNEC-verdiene er hentet fra forslaget til kvalitetsstandarder for prioriterte stoffer i Vannrammedirektivet (EU, 2003) eller Assessment Reports (RAR). Sammenligningen er gjort i henhold til øvre grenseverdi for sjøvann for tilstandsklasse II (PNEC_{sjøvann}) og III (PNEC_{akutt}). Målinger av porevannskonsentrasjoner vurderes å gi bedre inngangsdata til risikovurderingen enn bruk av Klifs sjablongverdier. Imidlertid er det også noen usikkerheter ved måling av porevannskonsentrasjoner og bruken i Klifs risikovurderingsverktøy, se eget avsnitt foran om arsen og delrapport 1B som omhandler risikovurderingen (NGI, 2011b).

2 Miljømål

2.1 Overordnede miljømål

Grunnlag for fastsettelse av miljømål

Bystyret i Trondheim kommune har vedtatt følgende mål for håndtering av forurensete sedimenter i havnebassenget i juni 2009:

1. Tilførsel av tungmetaller fra området ved nedlagte Killingdal Grubers oppredningsverk i Bynesveien 30 skal reduseres og helst stoppes.
2. Utslipp fra andre kjente lokaliteter med forurenset grunn langs havnebassenget skal reduseres til et nivå som ikke gir uakseptabel miljø- eller helserisiko.
3. Direkte utslipp til sjøen fra virksomheter langs havnebassenget skal om mulig stanses, eller utslippet skal reduseres til et nivå som ikke gir uakseptabel miljø- eller helserisiko.
4. Utslipp fra diffuse kilder, f.eks. eksisterende bygningsmasse, byggeaktivitet, overvann og snø skal reduseres til et minimum.
5. Spredning av miljøgifter fra sedimenter i havnebassenget skal ikke medføre uakseptabel miljø- eller helserisiko.
6. Utenfor aktive trafikkområder ¹ skal sedimenter ha en miljøkvalitet som sikrer egnethet for fiske og fangst, og som ikke fører til opphopning av miljøgifter i næringskjeden.
7. Havnebassenget skal ha godt økologisk potensial.

¹ Aktive trafikkområder i havneområdet er definert som Nyhavna, Ytre basseng, Hurtigrutekaia og Skansen småbåthavn.

2.2 Operasjonelle miljømål

I dialog med Trondheim kommune og Klif er det utarbeidet et forslag til operasjonelle miljømål for Trondheim havnebasseng. De operasjonelle målene er vesentlige som grunnlag når de områder som krever tiltak skal avgrensnes. Forslaget til operasjonelle mål er formulert slik:

Krav i sjø	Krav på land
<p>Miljøgiftinnholdet i sedimenter i Trondheim havnebasseng skal generelt ikke overstige tilstandsklasse III. Hot spots¹ i havnebassenget må vurderes spesielt med henblikk på fare for spredning. Spredning fra disse til mindre forurensede områder skal stoppes.</p> <p>Eventuelle restkonsentrasjoner over tilstandsklasse III etter tiltak skal også vurderes spesielt med hensyn på spredning.</p>	<p>Det skal ikke foregå utslipp fra land som har negativ påvirkning på miljøtilstanden i sjø. Dvs. konsentrasjon av miljøgifter i partikulært stoff og løste komponenter som tilføres sjø skal være så lave som mulig og ikke overstige tilstandsklasse III.</p> <p>Krav som er stilt i Bystyrets vedtak fra juni 2009 skal følges.</p>

¹ Hot spot defineres som 2x medianverdi av sedimentkonsentrasjon før tiltak.

Tiltaksplanen er basert på de operasjonelle miljømålene, og i tillegg på:

- Utførte risikovurderinger
- Type miljøgifter
- Bunntopografi
- Type sediment
- Sedimentfeller
- Geotekniske forhold
- Arealbruk

Tributyltinn (TBT) i sedimenter vil kreve egne mål. TBT er faset ut fra skipsmaling og konsentrasjonen i sedimentene forventes derfor å avta over tid. Klifs veileder for risikovurdering av forurensede sedimenter (TA 2230/2007) sier at: ”Mye tyder på at man ennå ikke har kontroll over kildene til TBT i det marine miljøet og det er derfor i svært mange tilfeller liten nytte i å gjennomføre sedimenttiltak bare på grunn av TBT”. Høye konsentrasjoner av TBT i sedimenter skal i seg selv ikke utløse krav om tiltak, men området kan inngå i tiltak som følge av forhøyede verdier av andre parametere. Eventuelle områder med ekstremverdier med TBT vurderes som hot spots hvor spredningspotensiale vurderes spesielt.

3 Delområde 1 – Høvringen

3.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den nordvestlige delen av Trondheim havn og har et areal på 1,29 km² hvor 93 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. Høvringen renseanlegg har sitt utløp på 47 m dyp i dette delområdet. Renseanlegget som ble tatt i bruk i 1978 mottar avløpsvann fra 2/3 av Trondheim, tilsvarende 170 000 personequivivalenter. Langs land ligger flere tankanlegg for bensin, diesel og fyringsolje.



Figur 2: Høvringen renseanlegg. Foto fra www.trondheim.kommune.no

3.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 8 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyede innhold av arsen (1 stasjon, kl. IV), bly (1 stasjon, kl. IV), kadmium (1 stasjon, kl. IV), sink (1 stasjon, kl. IV), kobber (4 stasjoner, 3 stk. kl. IV, 1 stk kl. V), PAH-16 (3 stasjoner, kl. IV) og TBT (3 stasjoner, 2 stk. kl. IV, 1 stk kl. V). Høye tungmetallkonsentrasjoner er i hovedsak lokalisert i den sørlige delen av delområdet. Hovedkilden antas å være avgangsmasser som ble dumpet i fjorden fra Killingdal gruber. Høye kobberkonsentrasjoner utenfor Høvringen renseanlegg kan også være forårsaket av utslipp fra renseanlegget.

Høye konsentrasjoner av PAH er påvist rett utenfor de områder hvor det er tankanlegg, og det er nærliggende å koble forurensningen til disse. Høyt innhold av TBT i sedimentene er også påvist i stasjonene nær land og antas å komme fra skipstrafikk og fra renseanlegget.

Sedimentene fra sedimentfellen ved Høvringen har høye konsentrasjoner av kobber og TBT, tilsvarende tilstandsklasse IV.

Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen og PAH fra områder grunnere enn 20 m i delområdet. For human risiko er det arsen, kvikksølv, PAH-16 (meget store overskridelser for mange komponenter) og PCB-7 (store overskridelser) som overskrider maksimal tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. For økologisk risiko er det arsen, nikkel, sink,

PAH-16 (med til dels store overskridelser, spesielt for pyren) og TBT (store overskridelser) som overskrider tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøven fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, nikkel, sink, PAH (alle forbindelser, høyest for pyren) og TBT. Porevannskonsentrasjonen overskrider også PNEC tilsvarende tilstandsklasse III for PAH (flere forbindelser) og TBT. Det bemerkes at den foreslåtte PNEC-verdien for TBT er meget lav både for tilstandsklasse II og III.

3.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales ikke. Kilden til de høye PAH-konsentrasjonene vurderes å ligge på land (tankanleggene), kilden til forhøyede tungmetallkonsentrasjoner vurderes å ligge i delområde 2 (Killingdal). Siden kildene til TBT i all hovedsak er stoppet og at TBT vurderes å brytes ned raskere enn de mest persistente miljøgiftene, anbefales det ikke tiltak bare på grunn av høye TBT-konsentrasjoner (SFT, 2007).

Tiltak på land som anbefales er:

- Miljømyndighetene fører økt tilsyn med tankanleggene (oppsamlingsfunksjoner ved lekkasje, sikring av forurenset grunn)
- Sikring av utslipp fra Killingdal grubers anlegg på land i delområde 2 Fagervika (arbeidet avsluttes i 2011)
- Miljømyndighetene øker oppfølging og kontroll av utslipp av miljøgifter fra renseanlegget

Tiltak på land anbefales fulgt opp med overvåking i sjø i form av sedimentprøver og sedimentfeller.

3.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene forventes å oppnås på sikt ved at oppfølgende tiltak på land gjennomføres.

Det er lite sannsynlig at tilstandsklasse II i sedimentene kan oppnås uten aktive tiltak i sedimentene (tildekking/ mudring).

4 Delområde 2 – Fagervika/Ilsvika nord

4.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørvestlige delen av Trondheim havn og har et areal på 0,39 km² hvor 79 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. På land ligger det tidligere oppredningsverket til Killingdal Grubeselskab A/S som var i drift fra 1952-1980. Svovelkis, kobbermalm og sinkmalm ble fraktet hit fra to gruber inne på fjellet. Store mengder avgangsmasser er dumpet i fjorden fra oppredningsverket. Dumpeområdet i sjø antas å være i størrelsesorden 1 000 000 m² (1 km²). Man fikk i 1975 en tillatelse til å dumpe 66 000 tonn avgangsmasser i fjorden hvert år, men dumpingen hadde nok foregått lang tid før tillatelsen ble gitt. Hvis man estimerer at det i snitt ble dumpet 50 000 tonn avgangsmasser pr. år i de årene verket var i drift så ligger det 1,4 millioner tonn avgangsmasser i fjorden.

Det har også vært jernbanevirksomhet i området bl.a. for inn- og utlasting fra oppredningsverket.

En opprydning av anlegget på land startet i 2010. Opprydningen er nå ved å avsluttes og den har bl.a. hatt som mål å stoppe avrenningen til sjø. Effekten av tiltakene på land er enda ikke kjent, men antas å gi betydelig bedring av miljøtilstanden i kontaktsonen mot sjø.



Figur 3: Fra opprydningen i Killingdal-området i august 2010, hvor forurenset grunn ble tildekket og det ble plastret med stein ut mot sjøen. Foto: Trondheim kommune.

Bekken som tidligere gikk gjennom avgangsmassene som lå på land og førte store mengder metaller (hovedsakelig kobber og sink) er nå lagt om slik at utløpet er flyttet og bekken går ikke lenger gjennom avgangsmassene.

4.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 10 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av arsen (9 stasjoner, 5 stk. kl. IV, 4 stk kl. V), bly (9 stasjoner, 5 stk. kl. IV, 4 stk kl. V), kadmium (2 stasjoner, 1 stk. kl. IV, 1 stk kl V), sink (9 stasjoner, 7 stk. kl. IV, 2 stk. kl. V), kobber (9 stasjoner, 1 stk. kl. IV, 8 stk. kl. V) og PAH-16 (1 stasjon, kl. V). Det er påvist høye tungmetallkonsentrasjoner omtrent i hele delområdet, unntatt helt i nord. Kilden er avgangsmasser som ble dumpet i fjorden fra Killingdal gruber. De høyeste konsentrasjonene av PAH (1 stasjon) ligger helt i sør nær delområde 3 (Ilsvika øst). Det er noe uklart hvor dette kommer fra, muligens fra tidligere virksomheter på land i delområde 3. Sedimentene fra sedimentfellen ved Fagervika / Ilsvika Nord har forhøyede konsentrasjoner av arsen, bly, kobber, sink og TBT (arsen, bly og sink i klasse IV og kobber og TBT i klasse V).

Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen fra områder grunnere enn 20 m i delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), bly, kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider maksimal tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. For økologisk risiko er det arsen, PAH-forbindelsen pyren og TBT som overskrider tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøven fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen og PAH (bare pyren). Den overskrider også PNEC tilsvarende tilstandsklasse III for arsen og PAH (bare pyren). For pyren er PNEC samme verdi for tilstandsklasse II og III.

4.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales. Det er potensielt store mengder metaller i avgangsmassene som ligger på sjøbunnen. Det at en finner omtrent tilsvarende høye konsentrasjoner av metaller i sedimentfellene viser også at det er risiko for spredning av metallene. Sedimentprøvetakingen viser imidlertid at de høye metallkonsentrasjonene i sedimentene i hovedsak ligger i dette delområdet, med noe påvirkning av de inntilliggende delområdene. Med tanke på de store mengder metaller som ligger i dette området og de høye konsentrasjonene, anbefales det å bruke "føre-var"-prinsippet og dekke til avgangsmassene som beskyttelse mot spredning, human og økologisk risiko.

Det er et stort dumpeområde (ca. 1 km²), og det er sannsynligvis mer en 1 million tonn avgangsmasser som ligger i fjorden. Å fjerne massene ved mudring er derfor ikke aktuelt. En tildekking av avgangsmassene i sjø vurderes å være det beste egnede og sannsynligvis det eneste mulige tiltaket. Den naturlige sedimentasjonen i området er lav (< 1 mm/år) og en tildekking vil medføre at man får en mye raskere forbedring av miljøgiftinnholdet på sjøbunnen.

I første omgang dekkes sjøbunnen nærmest land ned til 20 m vanddyp hvor det er størst sjanse for oppvirvling. Den aller nordligste delen nærmest land (fra grensen til delområde 1 og 200 m sørover) ser ikke ut til å være forurenset og trenger ikke å dekkes til. Avgrensningen i nord (stiplet område) er ikke kartlagt i detalj, og anbefales nærmere avklart som en del av avgravingskontrollen i forbindelse med tiltaksarbeidene. Det betyr at det er ca. 65 000 m² som foreslås tildekket.

Tildeckingsmaterialer

For tildekking finnes en egen tildeckingsveileder (SFT, 2006). Her er det bl.a. krav om renhet til tildeckingsmasser og tilpassing til lokale bunnforhold. Typiske egnede dekkmaterialer vil være sand (isolering) og grus (erosjonsbeskyttelse). I områder med fare for erosjon legges det både et isolasjonslag og et erosjonslag.

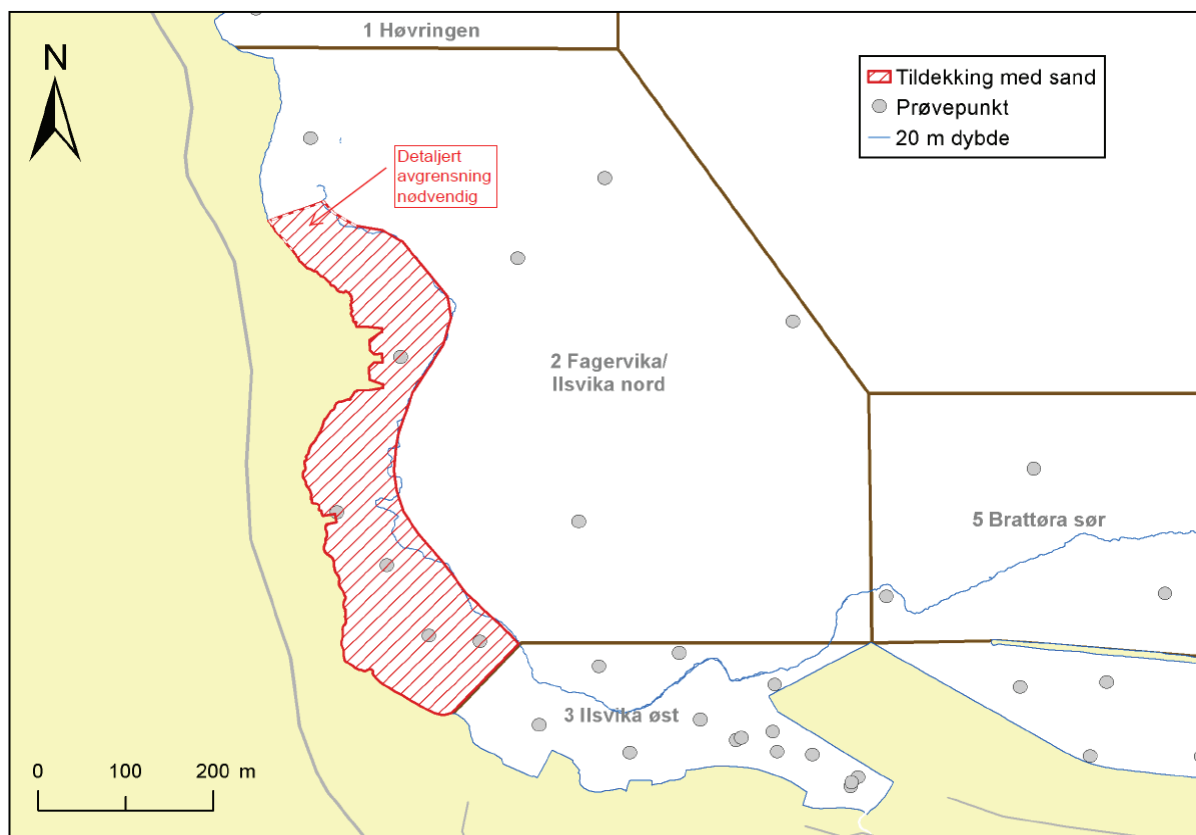
Det er meget sensitiv grunn i området og det har gått flere ras her tidligere, det bør derfor kun legges ut et tynt dekk sjikt med maksimalt 10 cm sand. For å ikke legge på for stor belastning ved tildekkingen anbefales det å legge ut det tynne sjiktet i to lag på 5 cm. Det bør legges inn en liten pause mellom tildekkingene, slik at massene får konsolidere (få økt fasthet). Området som skal tildekkes er bratt, slik at det også er risiko for at tildeckingsmassene ikke vil ligge i ro, men eroderes ut på større dyp. Dette vil eventuelt bidra til en naturlig spredning av rene masser over de store områdene med forurensete avgangsmasser og vil uansett bidra til å bedre situasjonen lokalt selv om dekklaget i de grunne områdene blir tynnere.

I tillegg er det viktig å påse at det er etablert tilstrekkelig erosjonssikring ved utløpet av det nye bekkeløpet. Dette skal være ivarettatt i forbindelse med tiltakene på land, men vil være viktig å følge opp.

1. Det anbefales at det først utføres et pilotprosjekt hvor en 50 m lang strekning av sjøbunnen nærmest land tildekkes med et tynnsjikt (areal $50 \times 75 = \text{ca. } 4\,000 \text{ m}^2$). Området overvåkes i ett års tid for å vurdere om tildekkingen fungerer hensiktsmessig og om den blir liggende på plass. Pilotprosjektet krever en meget nøyaktig oppfølging for å kontrollere at massene legges ut slik som forutsatt. Kostnad for et slikt pilotprosjekt estimeres å være ca. 1 mill. kr.

2. Hvis pilotprosjektet er vellykket foreslås en utlegging med et tynnsjikt av sand på områder grunnere enn 20 m vanddyp, tilsvarende 65 000 m² sjøbunn til en kostnad på 100-150 kr/m² dvs. for mellom 7 til 10 mill. kr. (Til sammenligning vil en tildekking av hele det antatte området som avgangsmassene dekker (1 000 000 m²) med et tynnsjikt av sand, vurderes å koste mellom 100 til 150 mill. kr).

I tillegg bør tiltaket på land overvåkes etter avsluttet opprydding for å forsikre seg om at tilførselen til sjø av miljøgifter har stoppet.



Figur 4: Foreslått område (skravert) på 65 000 m² som foreslås tildekket (forutsatt et vellykket pilotprosjekt)

4.4 Måloppnåelse

Ved å tildekke sjøbunnen ned til 20 m vanddyb oppnås en uforurenset sjøbunns-overflate i dette området. Avgangsmassene på dypere vann kan fortsatt spre en begrenset mengde tungmetaller, men massene ligger så dypt at de neppe vil være utsatt for oppvirvling fra skipstrafikk.

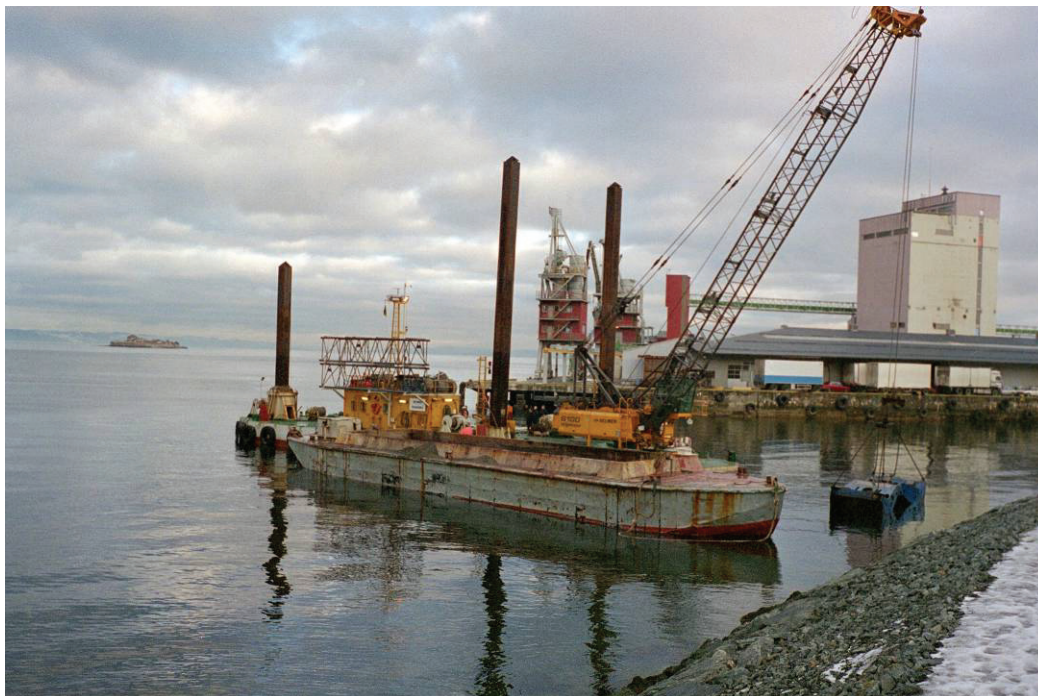
Det er lite sannsynlig at tilstandsklasse III i sedimentene vil kunne oppnås uten aktive tiltak (tildekking/ mudring) over hele området hvor avgangsmasser er deponert. Tilstandsklasse II vil kunne oppnås i det området som tildekkes. Tiltak for å oppnå tilstandsklasse II over hele området anses ikke som realistisk.

5 Delområde 3 – Ilsvika øst

5.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørlige delen av Trondheim havn og har et areal på 0,062 km² hvor 22 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. På land har det tidligere vært metall- og galvanoteknisk industri (bl.a. Ila Jern og Ila Stålindustri) og en sjøflyhavn under andre verdenskrig. Store deler av industritomtene er ryddet og her ligger i dag boliger og kontorbygg.

Rundt årsskiftet 2002/2003 ble det gjennomført en miljømudring av 21 000 m³ i Iilsvika i forbindelse med fase 1 av pilotprosjektet i Trondheim havn.



Figur 5: Fra miljømudringen i Iilsvika 2002/2003. Foto tatt i februar 2003 av Jens Laugesen.

5.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 13 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av arsen (3 stasjoner, alle kl. IV), bly (11 stasjoner, alle kl. IV), sink (8 stasjoner, alle kl. IV), kobber (10 stasjoner, 4 stk. kl. IV, 6 stk kl. V), kvikksølv (5 stasjoner, alle kl. IV), PAH-16 (6 stasjoner, 5 stk. kl. IV, 1 stk kl. V), PCB-7 (2 stasjoner, 1 stk. kl. IV, 1 stk kl. V) og TBT (4 stasjoner, alle kl. IV). Høye tungmetallkonsentrasjoner dekker omtrent hele delområdet. Den vestlige delen av området har de høyeste konsentrasjonene, og tungmetallene antas også her å komme fra avgangsmassene utenfor Killingdal Gruber. Sedimenter med høyt innhold av organiske miljøgifter (PAH, PCB, TBT) ligger nær land, og tyder på at det er kilder på land som forårsaker dette. Det er gjennomført tiltak på land i disse områdene med unntak av det vestlige delområdet hvor det ligger en industrifylling i kontakt med sjøen. Området skal ryddes i forbindelse med utbygging.

Sedimentene fra sedimentfellen ved Iilsvika øst har høye konsentrasjoner av arsen, bly, kobber, sink, PAH-16 tilsvarende tilstandsklasse IV, og TBT som er i klasse V.

Beregningene fra risikovurderingen angir at det foregår spredning av særlig arsen, nikkel og sink fra hele delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), bly, kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider maksimal tolerabel risiko i delområdet. For økologisk risiko er det kvikksølv (så vidt),

nikkel, sink, PAH-forbindelsen pyren og TBT som overskrider tolerabel risiko i delområdet.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøven fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for nikkel, sink, PAH (kun pyren) og TBT. Innholdet i porevannet overskrider også så vidt PNEC tilsvarende tilstandsklasse III for sink, PAH (kun pyren) og TBT.

5.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales. Det er påvist høye konsentrasjoner av metaller og også av organiske miljøgifter (nærmest land). Tilsvarende inneholder også sedimentene i sedimentfellene høye konsentrasjoner og viser at det kan være risiko for spredning.

Delområdet har samme problemstilling som i delområde 2 (Fagervika/Illsvika nord) med forurenset sjøbunn påvirket av den tidligere virksomheten ved Killingdal, samt fra annen industrivirksomhet. Det foreslås å tildekke sjøbunnen nærmest land ned til 20 m vanddybde, det betyr at ca. 45 000 m² sjøbunn tildekkes. Også i dette området er det svært sensitiv grunn. Tildekkingen bør derfor være tynn og utføres tilsvarende som for delområde 2 for ikke å utløse ras. Det foreslås å legge på et tynt sjikt med 10 cm sand, som legges i to sjikt på 5 cm hver (som delområde 2). Området som skal tildekkes har til dels sterkt skrånende topografi ut fra land. I de brattere områdene foreslås at pilottesten som er beskrevet for delområde 2 (Fagervika/Illsvika nord) først utføres, for å sikre at utleggingen fungerer rent teknisk. Inne i Illsvika er det en bukt hvor en stor del av området er mudret tidligere, men mudring ble ikke utført helt inntil kaifronter og i strandsonen. I den nordlige delen av bukta er vanddybden på 6-10 m. Området trafikkeres av en del båttrafikk, først og fremst av fiskebåter. Det foreslås i tillegg til tildekking med 10 cm sand å legge et erosjonslag over på 20 cm grus som beskytter mot oppvirvling av sanden i dette området, se Figur 6. Nødvendig seilingsdybde langs kai 32 er oppgitt til -4 m i den ytre delen og -3 m lengst inn.

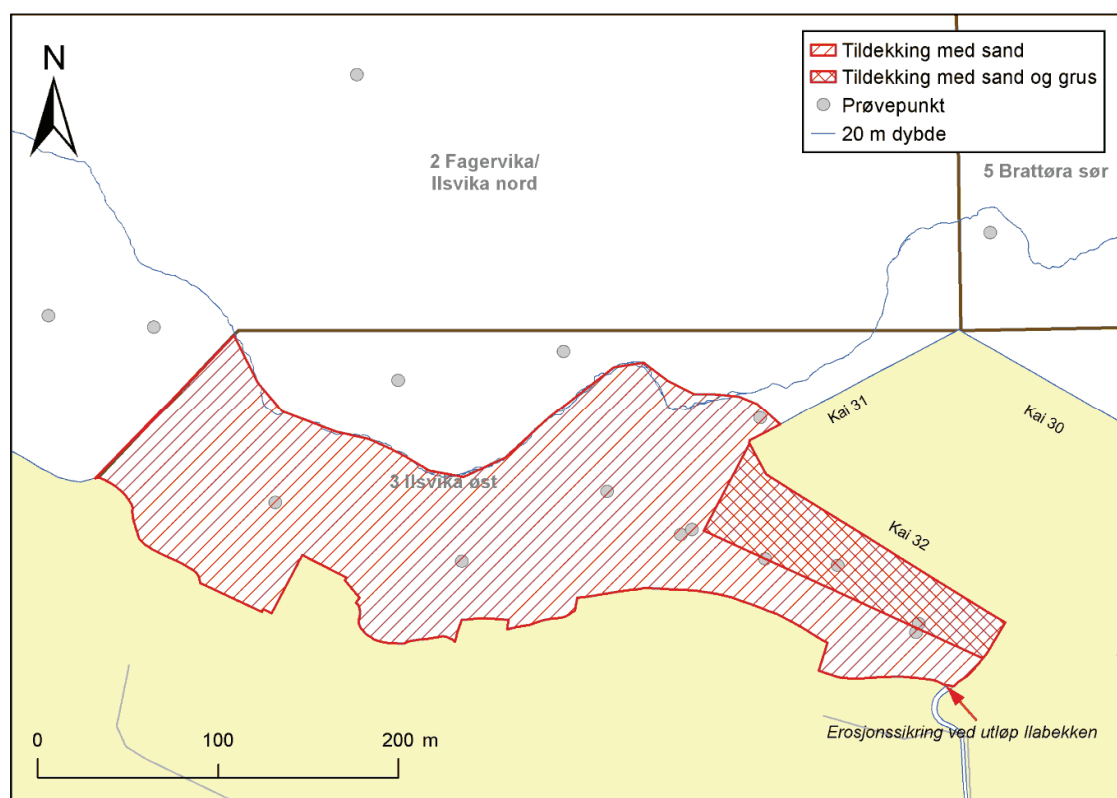
I den sørlige delen av bukta ved Illsvika som går fra Ilabekken utløp og utover er det til dels meget grunt (1-2 m vanddybde) og ingen båttrafikk, her foreslås i utgangspunktet å dekke til med 10 cm sand uten erosjonslag, se Figur 6. Ved selve utløpet av Ilabekken må det imidlertid foretas en ekstra erosjonssikring med grove masser som forhindrer en utvasking av dekkmassene. Øvrige deler i den sørlige delen av bukta som i utgangspunktet ikke tildekkes bør følges opp da det er mulig at sterke bølger kan fjerne en del av sanden. Strandsonen er planlagt flyttet til den vestlige delen av Illsvika, og tiltakene må koordineres med disse planene. Avgrensningen i øst langs kai 31 er ikke endelig avgrenset, og anbefales endelig avklart som en del av avgravingskontrollen i forbindelse med tiltaksarbeidet.

Det anbefales en utlegging med et tynnsjikt av sand (10 cm) på 45 000 m² sjøbunn. Kostnad vurderes å være 100-150 kr/m² dvs. 4,5 til 7 mill. kr.

Inne i den nordlige delen av bukta i Ilsvika (6 000 m²) dekkes det i tillegg med et erosjonsbeskyttende gruslag over sandlaget som vist på Figur 6. Kostnad for dette vurderes å være 100-200 kr/m², dvs. 0,6 til 1,2 mill. kr.

Total kostnad for tiltak i sjø i delområdet blir da 5 til 8 mill. kr.

Som nevnt over bør man avvete resultatet fra pilotprosjektet ved Killingdal for tildekking i bratte områder før man går i gang.



Figur 6: Foreslått område (skravert) på 45 000 m² som foreslås tildekket. Det innerste området i Ilsvika (dobbel skravur) på 6 000 m² foreslås i tillegg erosjonsbeskyttet med grus.

6 Delområde 4 – Ilabassenget

6.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørlige delen av Trondheim havn og har et areal på 0,095 km². Hele delområdet er grunnere enn 20 m. Området benyttes for havnevirksomhet og det ligger en småbåthavn ved Skansen. Det ble i 2008 utført tiltak i småbåthavnen med henblikk på å stoppe spredning av miljøgifter ved arbeid på småbåter. Ilabekken har tidligere hatt utløp i delområdet og det tippes snø fra brøyting i byen fra kai.



Figur 7: Skansen småbåthavn Foto: Ivar Mølsknes, Adresseavisen

6.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 6 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (1 stasjon, kl. IV), kobber (3 stasjoner, alle kl. IV) og TBT (3 stk. kl. IV og 1 stk. kl. V, TBT er analysert på 4 stasjoner). Forhøyede konsentrasjoner av kobber og TBT ligger nær land og antas hovedsakelig å komme fra småbåthavn og havnevirksomhet. Sedimentene fra sedimentfellen ved Ilabassenget har forhøyede konsentrasjoner av kobber (klasse IV) og TBT (klasse V). Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av arsen, bly, kobber, krom, nikkel og sink fra hele delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider maksimal tolerabel risiko i delområdet. For økologisk risiko er det arsen, sink, PAH-forbindelsen pyren og TBT som overskrider tolerabel risiko i delområdet. Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøven fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, sink og PAH (kun pyren). Den overskrider også så vidt PNEC tilsvarende tilstandsklasse III for arsen, sink og PAH (kun pyren).

6.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales ikke. Det anbefales at miljømyndigheter utvider sitt tilsyn av småbåthavnen hvor det er utført tiltak og av havnevirksomheten for ytterligere å redusere utslippene av miljøgifter. Tiltak utført i småbåthavnen anbefales fulgt opp med overvåking i sjø (sedimentprøver og sedimentfeller). Snøtippingen i Ilabassenget fra kai bør følges opp med tanke på eventuelle tilførsler av miljøgifter til sedimentene.

6.4 Måloppnåelse

I dag er konsentrasjonene i sedimentene hovedsakelig i tilstandsklasse IV. Ved å øke tilsynet på land og med småbåthavnen bør det være mulig å forbedre miljøtilstanden i sedimentene. Tilsynet vil også avgjøre om det er behov for ytterligere tiltak på land. På lang sikt bør det være mulig å oppnå tilstandsklasse III.

Tilstandsklasse II i sedimentene vil neppe kunne oppnås uten aktive tiltak (tildekking/ mudring).

7 Delområde 5 – Brattøra sør

7.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørlige delen av Trondheim havn og har et areal på 0,52 km² hvor 72 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. Delområdet er et rekreasjonsområde utenfor Ilabassenget som grenser mot jernbanen i øst. Langs land ligger også den nye omkjøringsveien som åpnet i 2010. Her er det lagt ut geotekstil og steinfylling i strandsonen.

7.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 12 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (4 stasjoner, alle kl. IV), kobber (5 stasjoner, alle kl. IV), sink (1 stasjon, kl. IV), PAH-16 (4 stasjoner, alle kl. IV) og forhøyet av TBT på 2 stasjoner, begge kl. IV; NB! TBT er analysert på 9 stasjoner. De høyeste konsentrasjonene av metaller (bly, kobber og sink) ligger et stykke ut fra land på dybder større enn 20 m. Dette kan delvis ha sin opprinnelse fra den deponerte avgangsmassen fra Killingdal Grubeselskab og delvis fra kilder på land i Brattøra sør. Tilsvarende er de høye konsentrasjonene av PAH-16 i all hovedsak også lokalisert på dybder større enn 20 m.

Sedimentene fra sedimentfellen ved Brattøra sør er forurenset av kobber (klasse IV) og TBT (klasse IV).

Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen, nikkell og sink fra områder grunnere enn 20 m i delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider maksimal tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. For økologisk risiko er det arsen, nikkell, sink og TBT som overskrider tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, nikkell og sink i begge prøvene. Ingen stoffer overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse III.

7.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales ikke. Områder grunnere enn 20 m har i all hovedsak allerede i dag sedimentkonsentrasjoner som tilsvarer klasse III eller lavere. Tiltak i inntilliggende områder forventes i tillegg å gi en bedring på de dypere områdene.

7.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene er i all hovedsak oppnådd i områder grunnere enn 20 m i dag. Det forventes ytterligere forbedring ved økt tilsyn på land, og ved en naturlig fordeling av rene sedimenter ut til spredningsområdene. Tilstandsklasse II i sedimentene vil neppe kunne oppnås uten aktive tiltak (tildekking/ mudring).

8 Delområde 6 – Brattøra nord

8.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørøstlige delen av Trondheim havn og har et areal på 0,72 km² hvor 64 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. Delområdet omfatter det ytre havnebassenget og er preget av skipstrafikk til Turistskipkaia (cruise-skip) og Hurtigrutekaia. Hele Brattøra er et utfylt område hvor det i de siste årene har vært omfattende utbyggingsvirksomhet. Flere av utbyggingsprosjektene har også inkludert opprydding i forurensning på land. I Brattøra utenfor Pirsenteret dumpes det snø i fjorden fra brøyting i byen.



Figur 8: Delområde Brattøra Nord. Foto: Trondheim Havn/Åge Hojem (august, 2010)

8.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 24 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (2 stasjoner, begge kl. IV), kobber (2 stasjoner, begge kl. IV), kvikksølv (1 stasjon, kl. IV), PAH-16 (15 stasjoner, 9 stk kl. IV, 6 stk. kl. V) og TBT (12 stasjoner, 10 stk kl. IV, 2 stk. kl. V. TBT er analysert på 20 stasjoner). Sedimentene i delområdet inneholder generelt lave konsentrasjoner av metaller. Sedimentene med noe forhøyet innhold av bly, kobber og kvikksølv ligger helt i sørvest i delområdet ved forbindelsen inn til Kanalen. Området som er påvirket av organiske miljøgifter (PAH og TBT) ligger ved Turistskipkaia. Beregningene fra risikovurderingen viser at det

foregår spredning av særlig arsen, bly, kobber, krom, nikkel og sink fra områder grunnere enn 20 m i delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), kadmium, krom og kvikksølv som overskrider maksimal tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. For økologisk risiko er det arsen, PAH-forbindelsen pyren og TBT som overskrider tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, bly, kadmium, kobber, nikkel, sink og TBT i den ene prøven (stasjon 141). For den andre stasjonen (stasjon 139) er tilstandsklasse II bare overskredet for arsen. PNEC tilsvarende tilstandsklasse III blir overskredet for kobber også i stasjon 141.

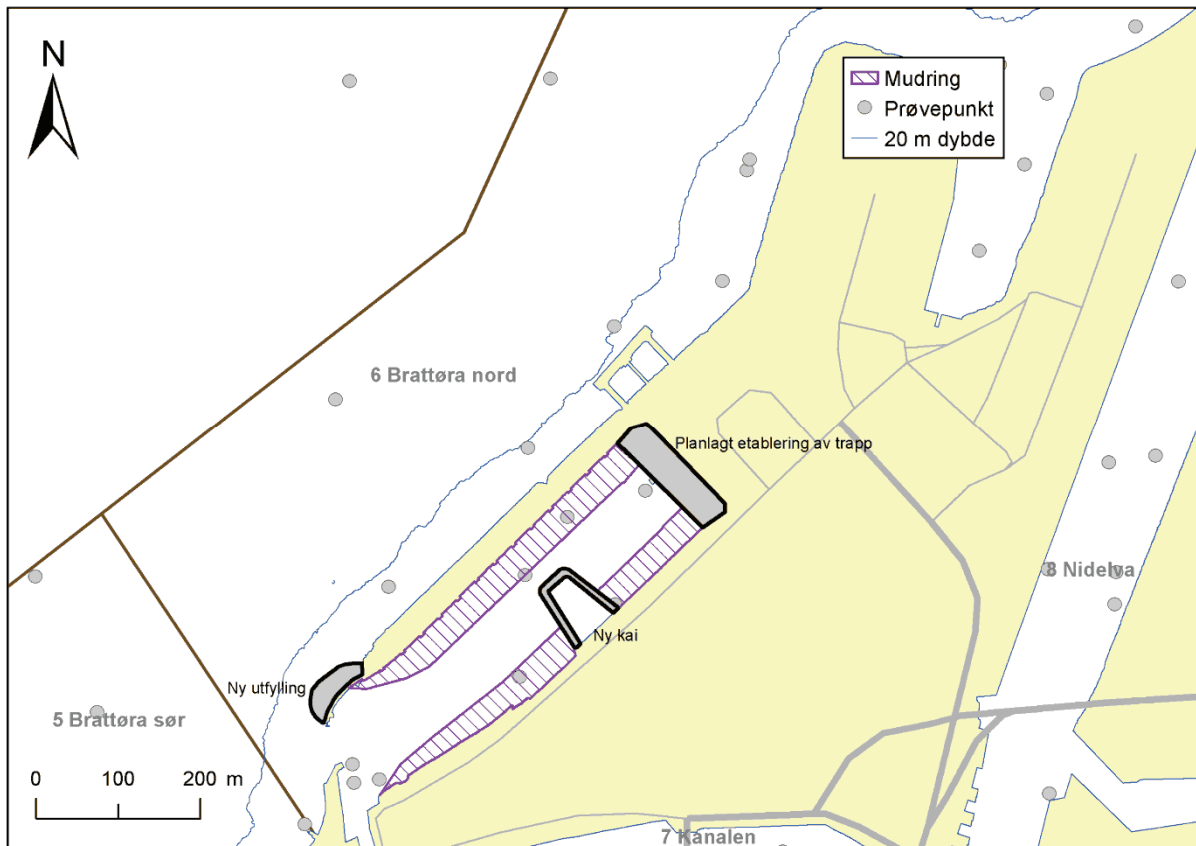
8.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales. PAH-konsentrasjonen i sedimentene langs kaien i området for den nye turistskipkaia er til dels betydelig. Da det foregår skipstrafikk som kan virvle opp sjøbunnen er det mest naturlig å mudre sjøbunnen nærmest kaiene. Det foreslås å fjerne 0,5 m av sjøbunnen på innsiden av Brattøramoloen ved at det mudres til ca. 25 m ut fra kai, aktuelt tiltaksområde er ca. 28 000 m². Ved turistskipkaia på utsiden av Brattøramoloen ved Pirsenteret er det også påvist forhøyede sedimentkonsentrasjoner. Det anbefales ikke å mudre i dette området fordi det kan ødelegge fundamenteringen til bygningene på land. På innsiden av Brattøramoloen hvor mudring er foreslått er det bl.a. en erosjonsplastring som må tas hensyn til. I tillegg er kaiene av eldre dato. Mudringen kan derfor ikke utføres for nært inntil kai, fordi da risikerer man at stabiliteten til kaiene svekkes og at man ødelegger erosjonsplastringen. Innerst i bassenget skal det etableres en trapp ut i sjøen, det er ikke avklart nøyaktig hvor langt ut i sjø denne skal gå, men det er planlagt at den vil dekke hele bredden av bassenget. Ved etablering av trappen er det ifølge Trondheim Havn planlagt at sjøbunnen under isoleres. Det er også planlagt en liten utfylling i forlengelsen av Brattøramoloen som også må koordineres med det generelle tiltaket, se figur 9. Teoretisk volum som foreslås mudret blir da ca. 14 000 m³.

Kostnad for mudring av 0,5 m er 100-200 kr/m³ og kostnad for deponering er 150-250 kr/m³ (forutsatt lokal deponering). Kostnaden for mudring og deponering i lokalt deponi¹ vurderes da å være et sted mellom 4 til 6 mill. kr.
I tilfelle lokal deponering ikke er mulig vil det være behov for deponering i et eksternt deponi med en forventet kostnad på 500-800 kr/m³. Kostnaden for mudring og eksternt deponering vurderes å være et sted mellom 9 til 14 mill. kr.

¹ Bruk av lokalt deponi forutsetter at det etableres et større deponi (for eksempel i Nyhavna) hvor også muddermasser fra andre deler av Trondheim havn deponeres. For et volum på 14 000 m³ er det ikke økonomisk forsvarlig å etablere et lokalt deponi, se kapittel 14.3.

Miljøtilstanden i sedimentene i de sentrale deler av hurtigbåt bassenget er ikke dokumentert. Dette bør utføres som en del av avgravingskontrollen i forbindelse med tiltaket. Snøtippingen fra kai utenfor Pirsenteret bør følges opp med tanke på eventuelle tilførsler av miljøgifter til sedimentene.



Figur 9: Foreslått område (skravert) på 28 000 m² som foreslås mudret

8.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene langs kaien som foreslås mudret forventes å bli oppnådd, eventuelt kreves i tillegg en tildekking enkelte steder for å oppnå dette. Tilstandsklasse II i sedimentene langs kaiene er vanskelig å oppnå også etter mudring, det viser bl.a. erfaringene fra miljømudringen i Oslo havn. For å oppnå tilstandsklasse II i sedimentene etter mudring kreves med stor sannlighet en tildekking av mudringsområdet.

9 Delområde 7 – Kanalen

9.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den sørlige delen av Trondheim havn mellom Brattøra og bykjernen, og har et areal på 0,094 km² og det er ingen steder dypere enn 20 m. Delområdet er preget av småbåttrafikk. Det forurensede sedimentlaget har en betydelig mektighet fordi kloakk fra gammelt av ble sluppet direkte i Kanalen. I dag går kloakken til renseanlegg, men overvann fra byen går fortsatt til Kanalen.



Figur 10: Kanalen. Foto: Jørn Adde © Trondheim kommune

9.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 10 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (1 stasjon, kl. IV), kobber (7 stasjoner, alle kl. IV), kvikksølv (1 stasjon kl. V og 1 stasjon, kl. IV), PAH-16 (3 stasjoner kl. IV, 2 stasjoner kl. V), PCB-7 (1 stasjon kl. IV) og TBT (5 stasjoner, alle kl. IV). TBT er analysert på 6 stasjoner. Sedimentene i hele delområdet har høyt innhold av metaller, spesielt kobber og delvis kvikksølv. Helt vest i Kanalen ved utløpet er det også høyt innhold av bly i sedimentene. Det er også påvist organiske miljøgifter (PAH og TBT). Disse ligger hovedsakelig i den vestlige halvdelen av Kanalen, unntatt for TBT hvor det er påvist høye konsentrasjoner i hele Kanalen. Sedimentundersøkelsene viser at det er en gradvis sakte forbedring av tilstanden i sedimentene, og de høyeste konsentrasjonene er påvist litt dypere ned i sedimentene.

Sedimentene fra sedimentfellen som ligger omtrent midtveis i Kanalen har forhøyet innhold av kobber (klasse IV), PAH-16 (klasse IV) og TBT (klasse IV).

Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen, bly, kobber, krom, nikkel og sink fra delområdet og derved også muligheter for at det kan spres ut av Kanalen. For human risiko er det arsen og PAH-forbindelsen benzo(a)pyren som overskrider tolerabel risiko. For økologisk risiko er det arsen, PAH-forbindelsen pyren og TBT (store overskridelser) som overskrider tolerabel risiko.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, PAH (kun pyren) og TBT i begge prøvene. PNEC tilsvarende tilstandsklasse III blir også overskredet for arsen, PAH (kun pyren) og TBT i begge prøvene.

9.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales. Sedimentfellen viser at forurensede sedimenter virvles opp og kan spres. Det er begrenset seilingsdyp i Kanalen.

En tildekking er mulig i Kanalen, tykkelsen bør dog begrenses for ikke å hindre båttrafikken i Kanalen. Lengst øst i Kanalen er det forholdsvis grunt (2,5 m) og det kan være behov for noe utdyping før det tildekkes.

Siden det bl.a. har vært utslipp av kloakk til Kanalen forventes det forurensede laget å ha en stor mektighet, og det vil ikke være hensiktsmessig å fjerne hele laget ved mudring. Ved mudring vil også dypereleggende sedimenter med høyere konsentrasjoner kunne eksponeres og medføre spredning. Etter mudring bør derfor sedimentene tildekkes med rene masser. Det er ikke ønskelig å redusere seilingsdybden. Et aktuelt tiltak (Alternativ 1) vil derfor være å mudre 0,5 m med en etterfølgende tildekking med 0,5 m rene masser (0,25 m dekklag + 0,25 m erosjonssikring).

Et annet alternativ (Alternativ 2) er å utføre en tynnsjiktstildekking med 10-20 cm ren sand i Kanalen. Det vil være risiko for oppvirvling og transport av de rene sedimentene ut av delområdet. Det er en god del strøm i Kanalen, men det er sannsynlig at bunnerosjonen hovedsakelig er knyttet til båttrafikken. En eventuell erosjon av rene sedimenter vil uansett bidra til økt hastighet av den naturlige forbedringen av sedimentene i de dype spredningsområdene.

Tiltakene i Kanalen avhenger i svært stor grad av fremtidig arealbruk for området, og de to tiltakene over er foreslått og kostnadsberegnet som grunnlag for endelig valg.

Kanalen er ca. 1 500 m lang og drøyt 60 m bred. Det medfører tiltak på ca. 94 000 m² sjøbunn.

Kostnad alternativ 1

Mudring av 0,5 m (47 000 m³) har en forventet kostnad på 100-200 kr/m³ og deponering en forventet kostnad på 150-250 kr/m³ (forutsatt lokal deponering). Kostnaden for mudring og deponering vil da være et sted mellom 12 til 21 mill. kr. Utlegging av 0,25 m sand og 0,25 m erosjonsbeskyttelse kommer i tillegg med en forventet kostnad på 200-300 kr/m². Tildekkingskostnaden blir da et sted mellom 19 til 28 mill. kr.

Kostnaden for hele tiltaket med lokal deponering vil da være et sted mellom 31 til 49 mill. kr.

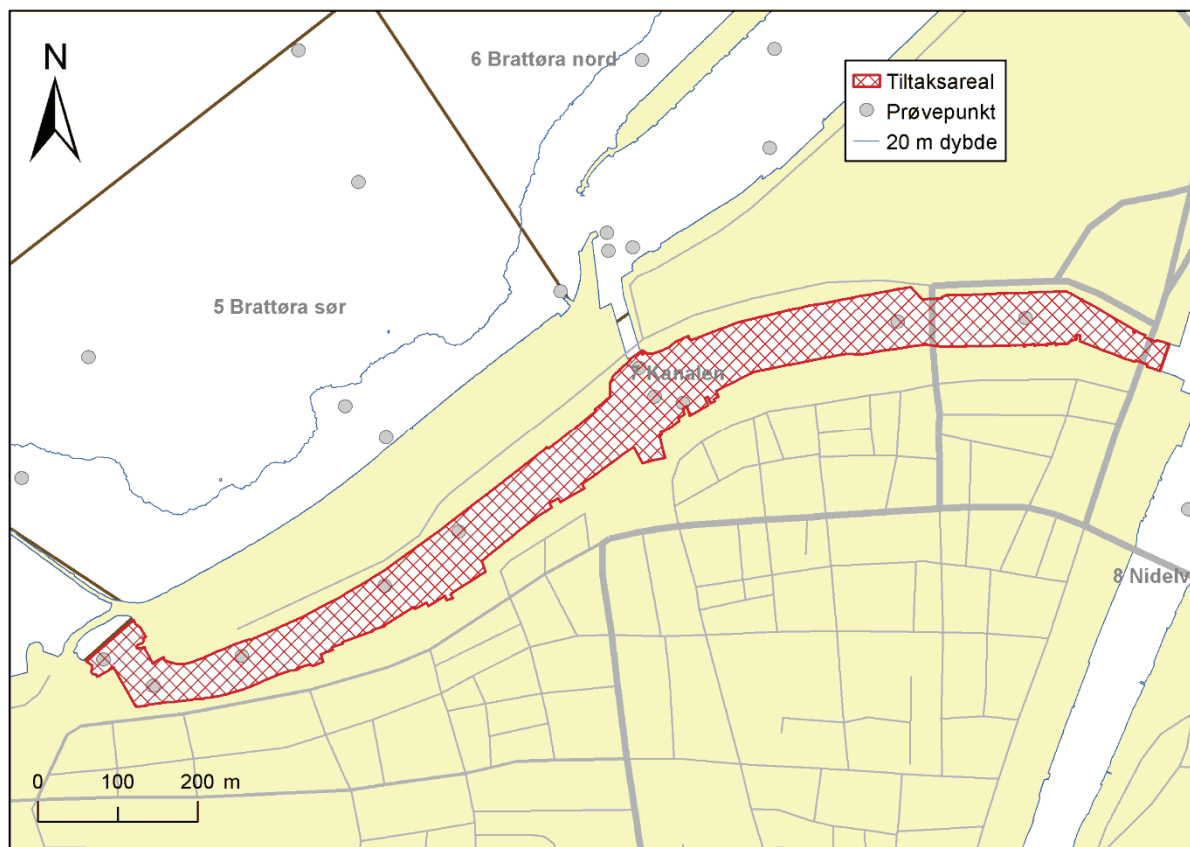
I tilfelle lokal deponering ikke er mulig vil det være behov for deponering i et eksternt deponi med en forventet kostnad på 500-800 kr/m³ for deponeringen. Kostnaden for mudring, eksternt deponering og tildekking vurderes å være et sted mellom 47 til 75 mill. kr.

Kostnad alternativ 2

Utlegging med et tynnsjikt av sand (10-20 cm) har en forventet kostnad på 100-150 kr/m²

Kostnaden for tildekking med tynnsjikt av sand vil da være et sted mellom 10 til 14 mill. kr.

Det anbefales uansett å gjennomføre en mer detaljert sedimentundersøkelse før tiltak iverksettes for å avgrense tiltaksbehovet i den østlige delen av Kanalen hvor forurensningsgraden synes å være lavere.



Figur 11: Foreslått område (skravert) på ca. 94 000 m² hvor det foreslås tiltak

9.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene langs kaien forventes å bli oppnådd med begge de foreslåtte tiltakene. Varigheten av tynnsjiktstildekking er noe usikker, men vil uansett medføre en bedring av situasjonen for resten av havna. Tilstandsklasse II i sedimentene forventes også å bli oppnådd for Alternativ 1 fordi det vil bli tilstrekkelig tildekket med rene masser etter mudringen. Det forventes ikke at tilstandsklasse II oppnås i Kanalene for Alternativ 2, pga. at det tynnere dekklaget vil gi en noe lavere effekt og gi noe mer innblanding av forurenset sediment.

10 Delområde 8 – Nidelva

10.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger rett øst for bykjernen i Trondheim og består av den siste delen av Nidelva frem til utløpet i Trondheimsfjorden. Delområdet har et areal på 0,24 km² og det er ingen steder hvor elvebunnen ligger dypere enn 20 m. Langs Nidelva har det tidligere bl.a. vært skipsverft, gassverk og NSBs virksomhet på Marienborg. I Transittgata 6-8 har Trondheim kommune registrert en avfallsfylling med ukjent innhold som kan ha avrenning til Nidelva. I forbindelse med Pilotprosjektet i Trondheim havn ble det etablert et strandkantdeponi ved Pir 2 ved utløpet av Nidelva.



Figur 12: Siste delen av Nidelva frem til utløpet i Trondheimsfjorden. Foto: Åge Højem/Trondheim Havn

10.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 18 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (1 stasjon, kl. IV), kobber (8 stasjoner, alle kl. IV), PAH-16 (3 stasjoner kl. IV, 1 stasjon kl. V), PCB-7 (1 stasjon kl. IV) og TBT (5 stasjoner kl. IV, 7 stasjoner kl. V). TBT er analysert på 15 stasjoner. Sedimentene i hele delområdet har høyt innhold av kobber, PAH og TBT.

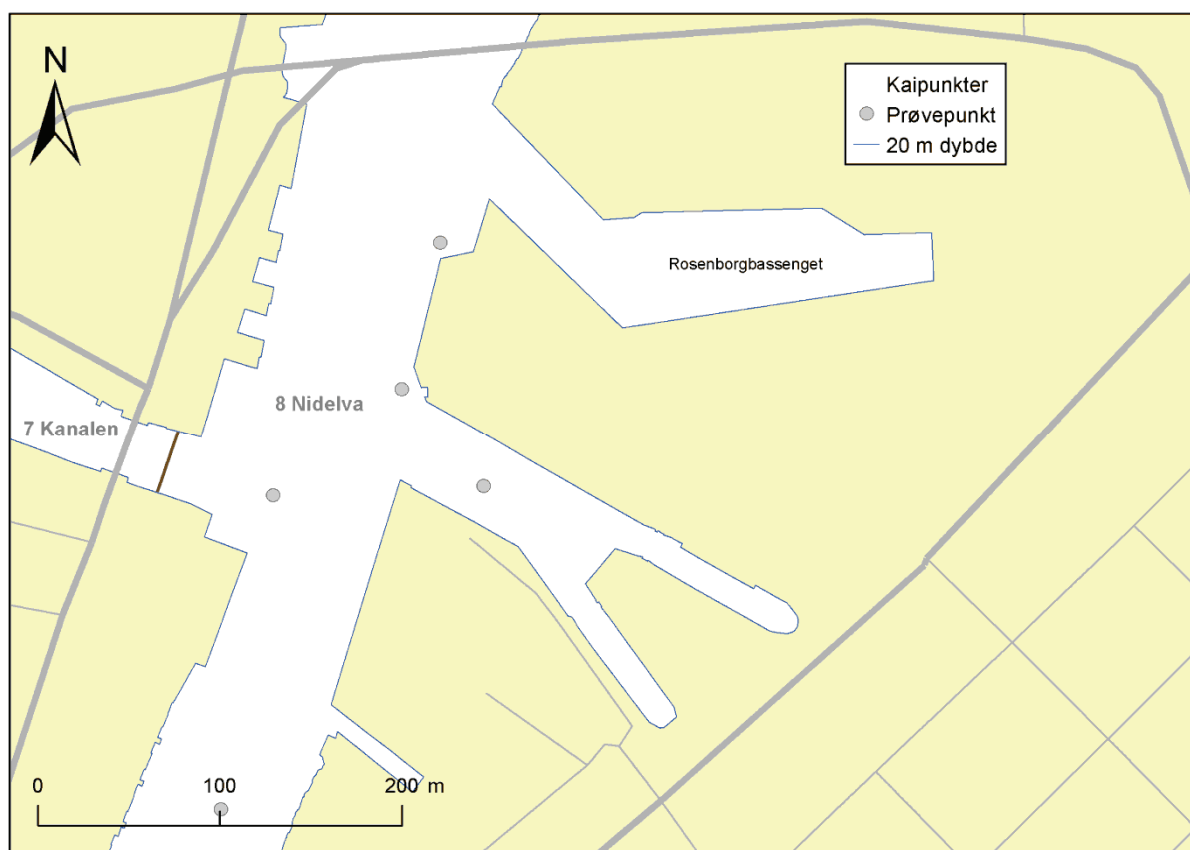
Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen, nikkel og sink fra delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider tolerabel risiko. For økologisk risiko er det arsen, nikkel, sink, PAH-forbindelsen pyren og TBT (store overskridelser) som overskrider tolerabel risiko.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, PAH (kun pyren) og TBT i begge prøvene, i tillegg til nikkel og sink i den ene prøven (stasjon 153). PNEC tilsvarende tilstandsklasse III blir overskredet for PAH (kun pyren), TBT i begge prøver og for arsen i den ene prøven (stasjon 153).

10.3 Vurdering av tiltak

Tiltak anbefales ikke. Det er forholdsvis stor massetransport i Nidelva. Sedimenter og erosjonsmasser fra høyereliggende områder fraktes med Nidelva og sedimenterer utenfor utløpet i Trondheimsfjorden. De største kildene på land er sanert, og nye erosjonsmasser / sedimenter er langt renere i dag enn tidligere. Tiltak med henblikk på fjerning av miljøgifter vil derfor ha størst effekt ute i fjorden hvor forurensede masser sedimenterer. Også her vil den naturlige partikkeltransporten som føres med elva bidra til en gradvis naturlig forbedring ved at sedimentene i dag inneholder lavere konsentrasjoner enn tidligere.

Det anbefales en detaljert kartlegging av sedimentene i Rosenborgbassenget og i bassenget ved Solsiden. De to bassengene ligger en drøy kilometer fra utløpet til Nidelva i Trondheimsfjorden. Her finnes få sedimentprøver men her har det tidligere bl.a. vært skipsverft og metallindustri, slik at det er mistanke om forurensning. Dette kan avklares nærmere ved å ta noen sedimentprøver som en del av avgravingskontrollen under tiltaksutførelse.



Figur 13: Rosenborgbassenget og bassenget ved Solsiden

10.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene i Nidelva forventes å oppnås på sikt fordi det er utført tiltak mot kilder på land som tidligere var en kilde til forurensning av Nidelva. Uten aktive tiltak i sedimentene og gjenværende kilder / utslipp fra land forventes ikke tilstandsklasse II å oppnås innen oversiktlig tid. Det understrekes at en forutsetning for måloppnåelse er at man har kontroll på de kilder på land som kan tilføre forurensning til Nidelva (overvann, kummer etc.).

11 Delområde 9 – Nyhavna

11.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den østlige delen av Trondheim havn rett øst for utløpet av Nidelva og har et areal på 0,13 km² og det er ingen steder hvor sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. Innerst i Nyhavna ligger Dora I og II som opprinnelig er to tyske u-båtbunkere fra andre verdenskrig. Dora I ble ferdigstilt i juli 1943 mens Dora II aldri ble ferdigstilt. Dora II har etter krigen vært benyttet til verftsdrift og Dora I til arkiv, kulturvirksomhet etc. I Nyhavna-området har det tidligere også foregått metallbearbeiding, forsinking, fornikling og fortinning. Jarlheimsletta gassverk (nedlagt 1957) lå ca. 250 m fra havnebassenget. Tjæreforurensning fra virksomheten er innkapslet i grunnen på området. Utløpet fra Ladekulvertene lå tidligere i den indre delen av Nyhavna. Veolia driver et anlegg i Nyhavna (Kobbess gate) med kjøp og salg av stål og metaller samt behandling av elektrisk og elektronisk avfall. Anlegget har i dag to oljeutskillere, en der hvor metall kappes og en hvor EE avfall behandles som går til kommunalt nett. Deler av overflaten i området er ikke tildekket og overflatevann renner til dels rett til havnebassenget. NGU har funnet høye verdier av metaller, PAH, PCB og TBT i kummer nær anlegget. Ved Kullkranpiren er det en småbåthavn. Det er funnet høyt innhold av miljøgifter i en kum like ved småbåthavnen (NGU, 2009).



Figur 14: Nyhavna. Foto: Åge Hojem/Trondheim Havn

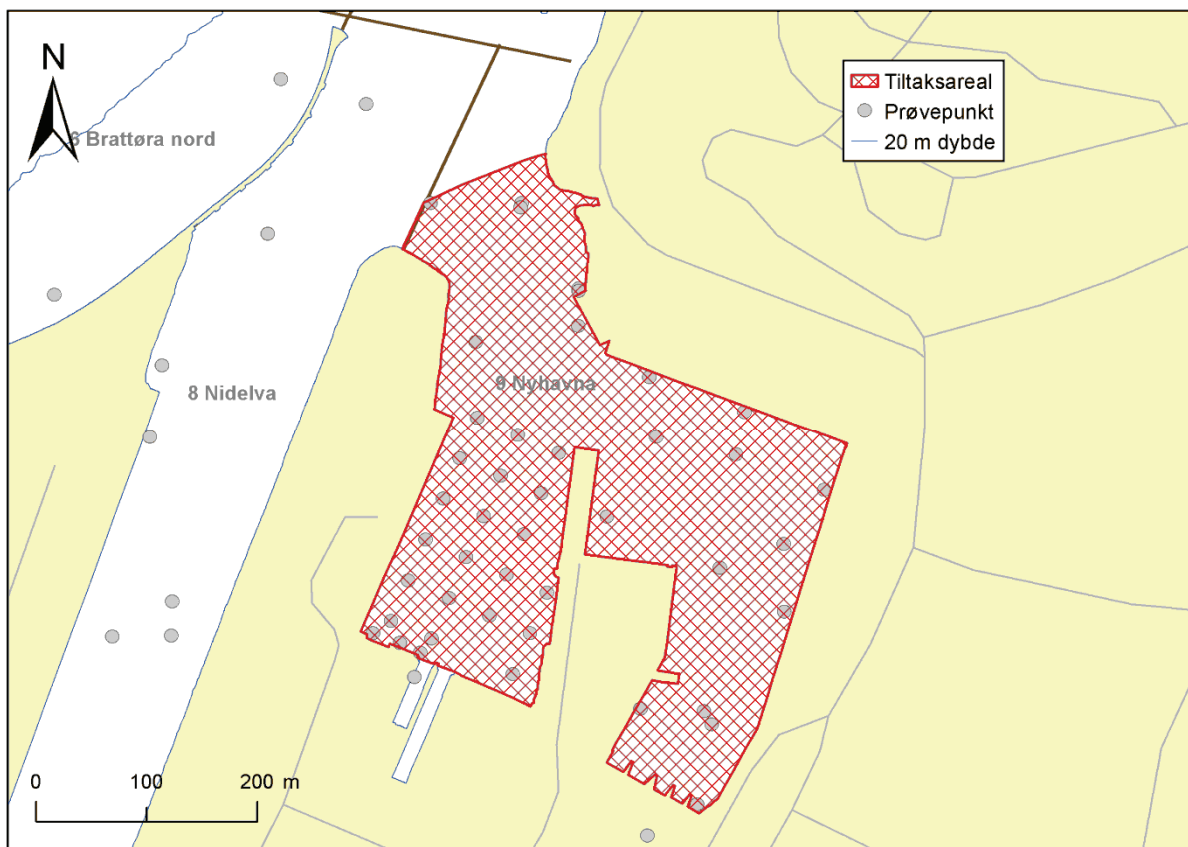
11.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 46 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av bly (5 stasjoner, kl. IV), kobber (27 stasjoner kl. IV, 6 stasjoner kl. V), sink (6 stasjoner kl. IV), PAH-16 (22 stasjoner kl. IV, 3 stasjoner kl. V), PCB-7 (1 stasjon kl. IV) og TBT (1 stasjon kl. IV, 33 stasjoner kl. V). TBT er analysert på 36 stasjoner. Sedimentene i hele delområdet inneholder høye konsentrasjoner av metaller, spesielt kobber. Innholdet av organiske miljøgifter (PAH og TBT) er også betraktelig. De høyeste konsentrasjonene er påvist i den vestlige delen av Nyhavna: Dette området er kartlagt detaljert i forbindelse med Prosjektet "Renere havnesedimenter i Trondheim havn"

Det har vært utplassert to sedimentfeller i Nyhavna, en i den vestlige delen av bassenget og en i den østlige delen. Begge sedimentfellene inneholdt høye konsentrasjoner av kobber (klasse IV) og TBT (klasse V). I tillegg inneholdt sedimentfellen i den østre delen av Nyhavna forhøyede verdier av PAH. Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen, bly, kobber, krom, nikkel, sink og PAH fra delområdet. For human risiko er det PAH (spesielt benzo(a) pyren hvor det er meget store overskridelser) og PCB som overskrider tolerabel risiko. For økologisk risiko er det arsen, nikkel, sink, PAH (pyren har den største overskridelsen) og TBT (store overskridelser) som overskrider tolerabel risiko. Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, nikkel, PAH (alle komponenter) og TBT i begge prøvene og sink i en av prøvene (stasjon 189). PNEC tilsvarende tilstandsklasse III blir også overskredet for PAH (mange komponenter) og TBT i begge prøvene og så vidt for arsen i prøve fra stasjon 157.

11.3 Vurdering av tiltak

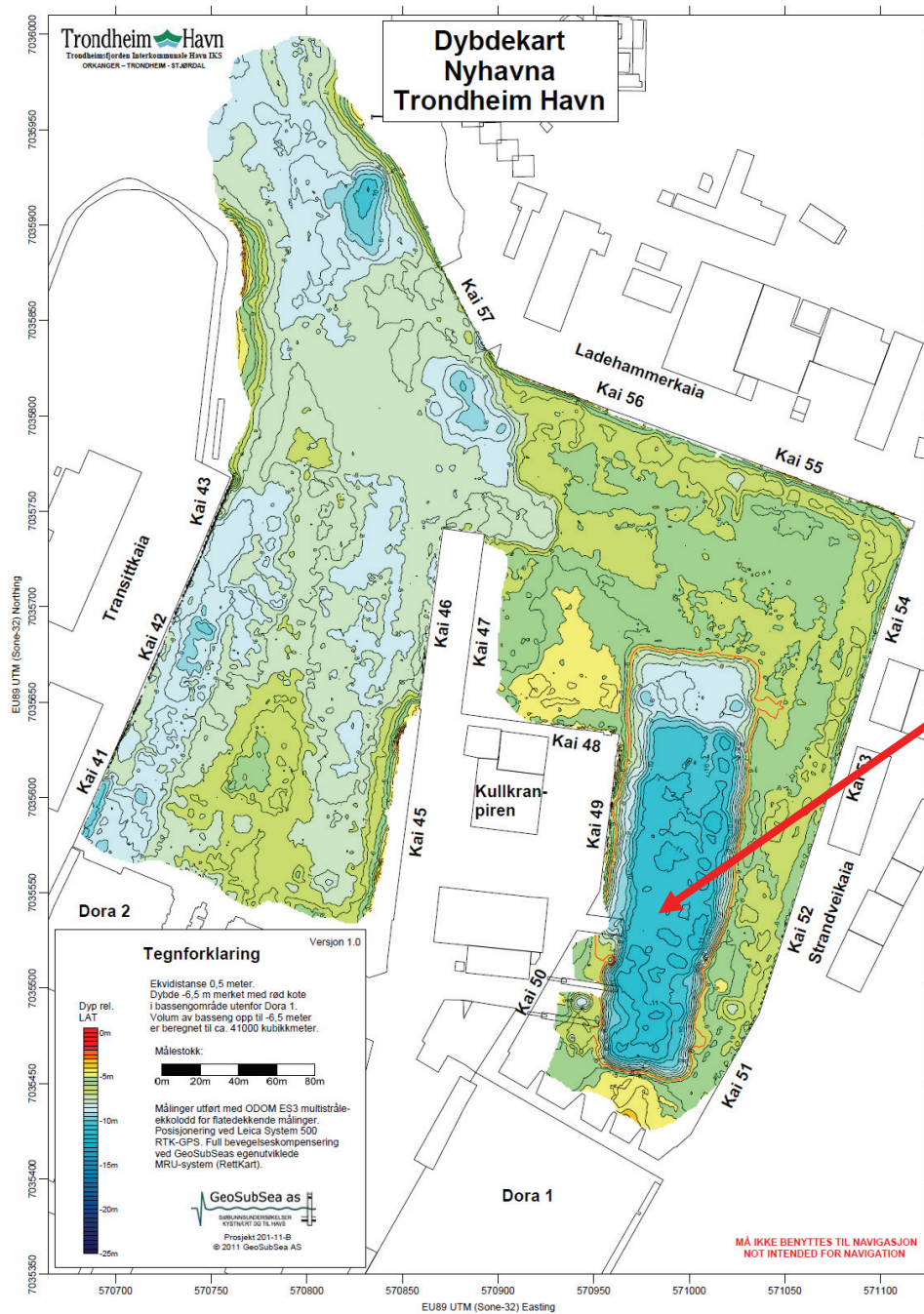
Tiltak i sjø anbefales. Tiltak i sjø må imidlertid foregå av tiltak på land først. Mulige kilder til ny forurensning som for eksempel virksomheten som har foregått ved Dora-anleggene, området for Veolia sitt avfallsmottak og småbåthavnen bør sikres mot utlekking til sjø. Kummer med avløp til sjø bør også sikres og tømmes. For å unngå fremtidige utslipp fra land i området anbefales også økt kontroll og tilsyn fra miljømyndighetene. I neste fase kan tiltak i sjø iverksettes. Tiltaket bør omfatte ca. 120 000 m² dvs. nesten hele delområdet (se Figur 15). Sanering kun i enkelte deler av delområdet vil med stor sannsynlighet medføre spredning av forurensning fra ikke sanerte områder til sanerte områder.



Figur 15: Foreslått tiltaksområde (skravert) på ca. 120 000 m² (nesten hele delområdet)

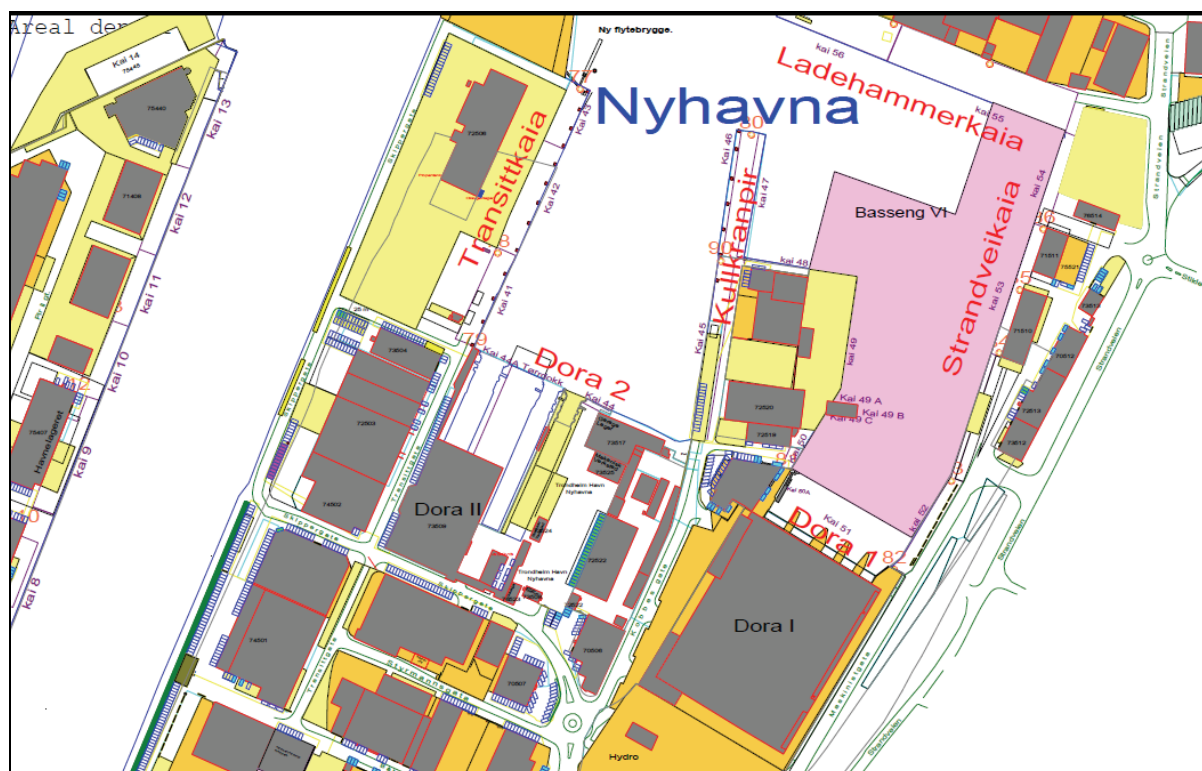
Nyhavna er et aktivt havneområde, og det er ikke akseptabelt å redusere seilingsdybden i området. Tiltaket vil derfor måtte bestå av en kombinasjon av mudring / deponering og tildekking.

Det er ingen åpenbare muligheter til etablering av lokale deponier i Trondheim havn eller i nærliggende områder, bortsett fra muligheter for etablering av lokalt deponi i Nyhavna. Når det gjelder deponialternativer i Nyhavna er det vurdert mulighet for etablering av et lite sjøbunnsdeponi i østre basseng i forsenkningen fra den gamle flytedokka, se Figur 16. Deponiet vil romme 40 000 m³ masse opp til kote -6,5 (kote -6 når det dekkes til med 0,5 m rene masser). Ulike deponialternativer er presentert i delrapport 3 (NGI, 2001c).



Figur 16: Forslag til etablering av et sjøbunnsdeponi i østre basseng, med ca. 41 000 m³ kapasitet. Kart utarbeidet av Geosubsea AS

En alternativ mulighet er å etablere et større regionalt deponi i det samme området som skissert på figur 17.



Figur 17: Eksempel på mulighet for et større regionalt deponi for forurensede sedimenter. Utarbeidet av Trondheim Havn, 15.04.2011.

Den maksimale kapasiteten til et slikt deponi har tidligere blitt estimert til ca. 450 000 m³ sedimenter 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 opp til 10 m. En mulighet er å ikke fylle deponiet helt uten å etablere et fritt vannspeil over de deponerte massene. Ved å anlegge et fritt vannspeil på 2 m så blir fyllingshøyden ca. 4 m og man får en deponikapasitet på ca. 150 000 m³. (Kostnaden for etablering av et slikt deponi forventes å være omtrent det samme, dvs. i størrelsesorden 20 mill. kr).

Valg av tiltaksløsning i Nyhavna avhenger i stor grad av fremtidig arealbruk for området. Følgende fire alternative muligheter er vurdert og kostnadsberegnet:

Alternativ 1 Mudring og deponering i godkjent mottak:

Tiltaksområdet er 120 000 m². Hele delområdet mudres ved å fjerne ca. 0,5 m med masser (60 000 m³). Etterpå tildekkes området med 0,25 m sand fulgt av 0,25 m grus (erosjonsbeskyttelse som tåler propellersosjon) slik at seilingsdybden opprettholdes. Massene sendes til et godkjent deponi, mest sannsynlig Langøya.

Kostnad alternativ 1

Mudring har en forventet kostnad på 100-200 kr/m³ og transport og deponering i et eksternt deponi har forventet kostnad på 500-800 kr/m³. Kostnaden for mudring og deponering vil da være et sted mellom 36 til 60 mill. kr. Utlegging av sand og erosjonsbeskyttelse kommer i tillegg med en forventet kostnad på 200-300 kr/m². Tildekkingskostnaden blir da et sted mellom 24 til 36 mill. kr.

Kostnaden for hele tiltaket vil da være et sted mellom 60 til 96 mill. kr.

Alternativ 2. Mudring og deponering i lokalt sjøbunnsdeponi:

Det etableres et lokalt sjøbunnsdeponi i den gamle flytedokka i østre basseng, se figur 16. Deponiet har et areal på ca. 11 000 m² og vil romme ca. 40 000 m³ masse opp til kt -6,5. Når deponiet er fullt tildekkes det med 0,5 m rene masser (sand + erosjonslag). Totalt mudringsbehov for øvrige deler av delområdet er da ca. 55 000 m³. Dette medfører et restvolum på ca. 15 000 m³ som må leveres til godkjent mottak, trolig Langøya.

Kostnad alternativ 2

Mudring har en forventet kostnad på 100-200 kr/m³ og deponering i et lokalt sjøbunnsdeponi en forventet kostnad på 150-250 kr/m³. Kostnaden for mudring av 55 000 m³ og deponering av 40 000 m³ vil da være et sted mellom 12 til 21 mill. kr. De siste 15 000 m³ som leveres til et eksternt deponi har en forventet kostnad på 500-800 kr/m³ dvs. 8 til 12 mill. Kr. Utlegging av sand og erosjonsbeskyttelse kommer i tillegg med en forventet kostnad på 200-300 kr/m². Tildekkingskostnaden blir da et sted mellom 24 til 36 mill. kr.

Kostnaden for hele tiltaket vil da være et sted mellom 44 til 69 mill. kr.

Alternativ 3. Mudring og deponering i Nyhavna:

En del av Nyhavna brukes til etablering av et deponi for mottak av muddermasser. På Figur 17 er det vist et eksempel til arealdisponering for et slikt deponi. Deponiets areal er ca. 50 000 m². Det betyr at arealet som trenger å mudres reduseres til ca. 70 000 m² og at det er ca. 35 000 m³ masser som mudres.

Kostnad alternativ 3

Mudring har en forventet kostnad på 100-200 kr/m³ og deponering i et regionalt deponi i Nyhavna har en forventet kostnad på 150-250 kr/m³. Kostnaden for mudring og deponering vil da være et sted mellom 9 til 16 mill. kr. Utlegging av sand og erosjonsbeskyttelse på 120 000 m² (også som avslutning på deponiet) kommer i tillegg med en forventet kostnad på 200-300 kr/m². Tildekkingskostnaden blir da et sted mellom 24 til 36 mill. kr.

Kostnaden for hele tiltaket vil da være et sted mellom 33 til 52 mill. kr.

Alternativ 4. Mudring og deponering inne i Dora 1:

Tørrdokken i Dora 1 tenkes brukt som deponi for forurensede sedimenter. Trondheim kommune har gjort et grovt estimat og antar at ca. 150 000 m³ sedimenter kan deponeres i tørrdokken. Hele delområdet på 120 000 m² mudres ved å fjerne ca. 0,5 m med masser (60 000 m³). Etterpå tildekkes området med 0,25 m fulgt av 0,25 m grus (erosjonsbeskyttelse som tåler propellersosjon) slik at seilingsdybden opprettholdes.

Kostnad alternativ 4

Mudring har en forventet kostnad på 100-200 kr/m³ og deponering i tørrdokka i Dora 1 har en forventet kostnad på 100-250 kr/m³ (kan bli forholdsvis rimelig hvis man klarer seg uten avvanning av sedimentene). Kostnaden for mudring og deponering vil da være et sted mellom 12 til 27 mill. kr. Utlegging av sand og erosjonsbeskyttelse på 120 000 m² kommer i tillegg med en forventet kostnad på 200-300 kr/m². Tildekkingskostnaden blir da et sted mellom 24 til 36 mill. kr.

Kostnaden for hele tiltaket vil da være et sted mellom 36 til 63 mill. kr.

Diskusjon/Kommentarer

Kostnadsbildet avhenger bl.a. av om det i Alternativ 2 er behov for levering til eksternt deponi eller om man klarer seg med sjøbunnsdeponiet. Det er også mulig å tenke seg en kombinasjon av alternativ 2 og 4. Man vil da greie å dekke deponeringsbehovet lokalt for Nyhavna og før øvrige områder hvor denne tiltaksplanen vurderer det er mudringsbehov på grunn av forurenset sjøbunn i Trondheim havn.

Kostnad for etablering av deponiet 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 denne rapporten. 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.

11.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene forventes å bli oppnådd med de foreslåtte tiltakene. Tilstandsklasse II i sedimentene forventes også å bli oppnådd fordi det vil bli tildekket med rene masser.

12 Delområde 10 – Ladehammeren – Østmarkneset

12.1 Generell beskrivelse

Delområdet ligger i den østlige delen av Trondheim havn i forlengelsen av utløpet til Nidelva og har et areal på 0,75 km², hvor 77 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. I delområdet ligger Ladehammeren renseanlegg som mottar avløpsvann fra 1/3 av Trondheim by, tilsvarende 120 000 personekvivalenter hvorav 50 % kommer fra industrien. Renseanlegget har utslipp fra to rørledninger i fjorden på 42 m dyp, 300 m fra land. Det er registrert at det kan være dumpet krigsetterlatenskaper (krigsmateriell) utenfor Østmarksneset.



Figur 18: Ladehammeren renseanlegg. Foto fra www.trondheim.kommune.no

12.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 8 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av kobber (1 stasjon, kl. IV), PAH-16 (1 stasjon, kl. IV og 2 stasjoner kl. V) og TBT (1 stasjon, kl. IV). Stasjonene hvor det er funnet PAH i klasse V (21 og 23 mg/kg) ligger utenfor Ladehammeren renseanlegg. Utløp fra renseanlegget eller påvirkning fra Nyhavna kan være en kilde til forurensningen. Området virker ellers lite påvirket, men prøvetettheten er begrenset.

Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen og sink fra områder grunnere enn 20 m i delområdet. For human risiko er det arsen (store overskridelser), kadmium, kvikksølv og PCB som overskrider maksimal tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m. For økologisk risiko er det arsen og TBT som overskrider tolerabel risiko i områder grunnere enn 20 m.

Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen i begge prøvene og i en av prøvene

(stasjon 163) overskrides også PNEC for kadmium, kobber, nikkel og sink. PNEC tilsvarende tilstandsklasse III overskrides bare for kobber i en prøve (stasjon 163).

12.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales ikke. Områder grunnere enn 20 m har i all hovedsak allerede i dag sedimentkonsentrasjoner som tilsvarer klasse III eller lavere. Det foreslås å kartlegge sedimentene i området rundt utløpet fra Ladehammeren renseanlegg for å vurdere hvor stort område som påvirkes av utslippene og for å avklare kilden til PAH i området. En slik kartlegging bør avgrense hvor stort område som er PAH-forurensset slik at en kan vurdere om forurensningen krever tiltak.

12.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene er i all hovedsak oppnådd allerede i dag. Det forventes ytterligere forbedring ved sanering av Nyhavna og oppfølging av påvirkning av utslipp fra Ladehammeren renseanlegg.

Tilstandsklasse II vil også kunne oppnås på sikt med reduserte utslipp fra byen og fra renseanlegg.

13 Delområde 11 – Munkholmen

13.1 Generell beskrivelse

Delområdet er det sentrale sjøområdet i Trondheim havn rundt Munkholmen, og er det eneste delområdet som ikke har noen tilknytting til fastlandet. Delområdet har et areal på 5,0 km² og 91 % av sjøbunnen ligger dypere enn 20 m. Det er kun området rundt Munkholmen som er grunnere enn 20 m. I delområdet foregår det skipstrafikk.



Figur 19: Delområdet Munkholmen sett fra Munkholmen og inn mot byen. Foto: Åge Hojem/Trondheim Havn.

13.2 Beskrivelse av tilstanden i sedimentene og risikovurderingen

Det er tatt sedimentprøver på 11 stasjoner i delområdet. Sedimentene i delområdet har forhøyet innhold av kobber (2 stasjoner, kl. IV), PAH-16 (3 stasjoner, kl. IV og 1 stasjon, kl. V), PCB-7 (1 stasjon kl. IV) og TBT (1 stasjon, kl. IV). De forhøyede konsentrasjonene av PAH- og PCB ligger øst for Munkholmen og kan skyldes spredning fra sedimentene og utslipp ved Brattøra og Nyhavna. Beregningene fra risikovurderingen viser at det foregår spredning av særlig arsen, bly, kadmium, kobber, krom, nikkel, sink og PAH fra hele delområdet. Årsaken til at det er så mange stoffer hvor det spres mer enn 1 kg er at området er mye større enn de øvrige delområdene (5,0 km²). I realiteten spres det mindre fra dette delområdet pr arealenheter enn fra de øvrige delområdene. For human risiko er det PAH-forbindelsen benzo(a)pyren som overskrider maksimal tolerabel risiko. For økologisk risiko er det arsen, kadmium, kobber, nikkel og TBT som overskrider tolerabel risiko. Porevannskonsentrasjonen i sedimentprøvene (2 stk.) fra området overskrider PNEC tilsvarende tilstandsklasse II for arsen, kobber og nikkel i begge prøvene og i en av prøvene (stasjon 174) overskrides også PNEC for TBT. PNEC tilsvarende tilstandsklasse III overskrides for kobber og TBT i en prøve (stasjon 174).

13.3 Vurdering av tiltak

Tiltak i sjø anbefales ikke. Den forurensning som er funnet ligger på dyp større enn 20 m, og forventes ikke oppvirket på grunn av skipstrafikk. Forurensningen antas å være et resultat av spredning fra områder nærmest byen og som nå er foreslått ryddet. Tilsvarende forventes dette området få en naturlig forbedring av sedimentene.

13.4 Måloppnåelse

Målet om tilstandsklasse III i sedimentene er allerede oppnådd i store deler av delområdet. Forurensede deler forventes å oppnå en naturlig forbedring når forurensede områder nær land saneres. Det foreslås overvåking av sedimentene for å følge opp at naturlig forbedring går som antatt.

Det vurderes som lite sannsynlig at tilstandsklasse II kan oppnås innen oversiktlig tid i hele delområdet.

14 Oppsummering tiltaksvurdering

I tabell 1 er det gitt en oppsummering av hvor det foreslås tiltak med kort beskrivelse og kostnad for tiltaket.

Tabell 1: Oppsummering av tiltaksvurderingen

Delområde	Tiltak i sjø anbefales	Beskrivelse	Kostnad (mill. kr. eks. mva)
1. Høvringen	Nei	-	-
2. Fagervika/ Ilsvika nord	Ja	Tynnsjiktstildekking av 65 000 m ² . Pilotprosjekt for utprøving av tildekking i bratt terreng anbefales utført først.	7-10 + 1 for pilotprosjekt
3. Ilsvika øst	Ja	Tynnsjiktstildekking av 45 000 m ² . 6 000 m ² av disse dekkes i tillegg med erosjonslag (grus). Pilotprosjekt for utprøving av tildekking i bratt terreng anbefales utført først (utføres i delområde 2).	5-8
4. Ilbassenget	Nei	-	-
5. Brattøra sør	Nei	-	-
6. Brattøra nord	Ja	<u>Alternativ 1a: Mudring og lokal deponering:</u> Mudring av 28 000 m ² hvor 0,5 m fjernes slik at 14 000 m ³ skal deponeres.	4-6
		<u>Alternativ 1b: Mudring og eksternt deponering:</u> Samme som over men deponering i eksternt deponi.	9-14

Delområde	Tiltak i sjø anbefales	Beskrivelse	Kostnad (mill. kr. eks. mva)
7. Kanalen	Ja	<u>Alternativ 1a: Mudring og lokal deponering:</u> Mudring av 94 000 m ² i 0,5 m tykkelse, deponering og 0,5 m tildekking (0,25 m dekklag + 0,25 m erosjonssikring) over hele arealet.	31-49
		<u>Alternativ 1b: Mudring og eksternt deponering:</u> Samme som over men deponering i eksternt deponi.	47-75
		<u>Alternativ 2:</u> Tynnsjiktstildekking (0,1-0,2 m) av 94 000 m ² .	10-14
8. Nidelva	Nei	-	-
9. Nyhavna	Ja	<u>Alternativ 1:</u> Mudring av 120 000 m ² hvor 0,5 m fjernes slik at 60 000 m ³ skal deponeres (eksternt deponi). Tildekking etterpå med 0,25 m sand og 0,25 m erosjonslag (grus) over hele arealet.	60-96
		<u>Alternativ 2:</u> Etablering av lokalt sjøbunnsdeponi i Nyhavna som rommer ca. 40 000 m ³ forurenset sjøbunn. Mudringsbehov er ca. 55 000 m ³ dvs. at ca. 15 000 m ³ må til eksternt deponi. Tildekking etterpå med 0,25 m sand og 0,25 m erosjonslag (grus) over hele arealet, inklusive deponiområdet.	44-69
		<u>Alternativ 3:</u> Etablering av lokalt deponi i Nyhavna for mottak av muddermasser. Deponiets areal er ca. 50 000 m ² . Det betyr at arealet som trenger å mudres reduseres til ca. 70 000 m ² og at det er ca. 35 000 m ³ masser som mudres. Tildekking av hele mudringsområdet etterpå med 0,25 m sand og 0,25 m erosjonslag (grus).	33-52
		<u>Alternativ 4:</u> Tørrdokken i Dora 1 brukes som deponi for forurensete sedimenter. Det antas at ca. 150 000 m ³ sedimenter kan deponeres i tørrdokken. Hele delområdet på 120 000 m ² mudres ved å fjerne ca. 0,5 m med masser (60 000 m ³). Etterpå tildekkkes hele området med 0,25 m fulgt av 0,25 m grus.	36-63
10. Ladehammeren-Østmarkneset	Nei	-	-
11. Munkholmen	Nei	-	-
		Sum (avrundet)¹	60-200

¹ Laveste sum er basert på at en konsekvent velger det rimeligste tiltaksalternativet og høyeste sum er basert på at en konsekvent velger det dyreste tiltaksalternativet.

I tillegg til kostnader for selve tiltakene må en regne med et påslag på 10 til 20 % for planlegging, detaljundersøkelser (før/under/etter tiltak) og dokumentasjon av tiltakene.

I tilfelle en avgravingskontroll viser at sjøbunnen ikke oppfyller de krav som er satt, vil det være aktuelt med utlegging av sand og erosjonsbeskyttelse, med en forventet kostnad på 200-300 kr/ m².

Tabell 2 nedenfor oppsummerer massebehov for tiltak (teoretiske mengder).

Tabell 2: Oppsummering av massebehov

Delområde	Antall m ² med tiltak	Antall m ³ sand som kreves	Antall m ³ erosjonslag som kreves	Antall m ³ som skal mudres	Antall m ³ deponikapasitet som kreves
2. Fagervika/ Ilsvika nord	65 000	6 500	-	-	-
3. Ilsvika øst	45 000	4 500	1 200	-	-
6. Brattøra nord	28 000	-	-	14 000	14 000
7. Kanalen Alt. 1	94 000	23 500	23 500	47 000	47 000
Alt. 2	94 000	15 000	-	-	-
9. Nyhavna Alt. 1	120 000	30 000	30 000	60 000	60 000
Alt. 2	120 000	30 000	30 000	55 000 ¹	55 000 ¹
Alt. 3	120 000	30 000	30 000	35 000	35 000
Alt. 4	120 000	30 000	30 000	60 000	60 000
Sum (avrundet)	350 000	55 000 - 65 000	30 000 - 55 000	50 000 – 120 000	50 000 – 120 000

¹ 40 000 m³ til lokalt sjøbunnsdeponi og 15 000 m³ til eksternt deponi.

14.1 Tildekking

Det anbefales å basere tiltakene i sjø på tildekking av sjøbunnen og ikke mudring. Unntaket vil være der hvor det ikke er akseptabelt å redusere seilingsdybden, eller hvor Trondheim Havn / småbåthavner har direkte behov for mudring. Tildekking er generelt den rimeligste tiltaksløsningen og den gir bare et begrenset inngrep i sedimentene og man unngår behovet for å finne store lokaliteter for deponering av masse fra mudring. I tillegg vil tildekking normalt gi mindre spredning / oppvirvling enn mudring på et tilsvarende areal.

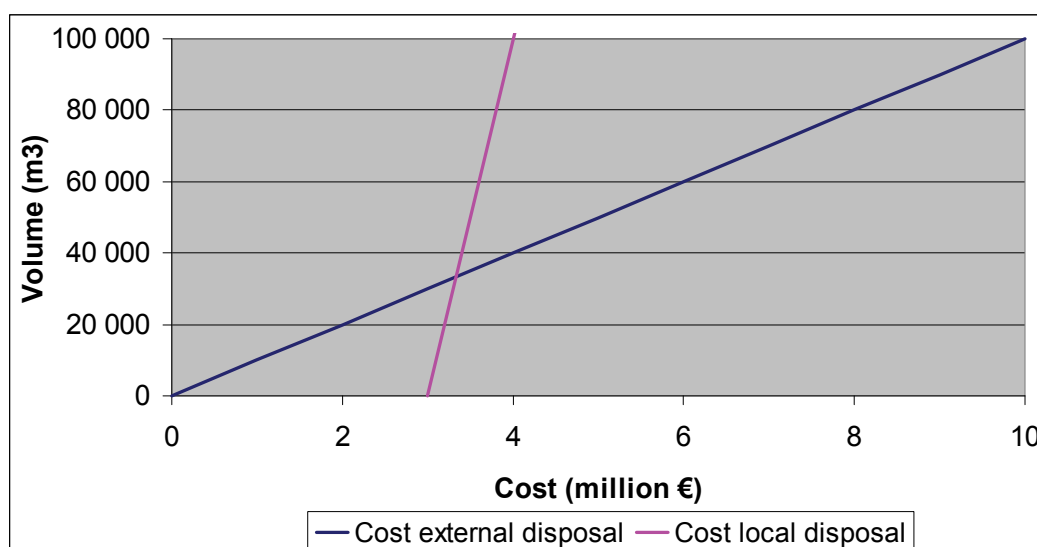
14.2 Mudring

Mudring og lokal deponering anbefales i områder hvor det er behov for seilingsdybde og hvor det forventes at skipstrafikk vil være av betydning. Alle oppgitte volum er teoretiske m³. Ved mudring vil massene utvide seg slik at det reelle volumet som skal håndteres vil være større. Tilsvarende vil det normalt være noe overmudring dvs. at det blir mudret noe mer for å være sikker på at man får med seg alle massene. Det vil si at det er nødvendig å ta høyde for noe større mudringsvolum enn de oppgitte teoretiske volumer.

I etterkant av all mudring bør det utføres en kontroll av sjøbunnen. I de områder hvor sjøbunnen fortsatt har konsentrasjoner over tilstandsklasse III anbefales en tildekking med 20 cm grus. I mange områder vil det ikke være tilrådelig med ytterligere mudring på grunn av at det kan forårsake stabilitetsproblemer for nærliggende fyllinger/kaier.

14.3 Deponering

Lokal deponering av sedimenter som mudres anbefales. Det er gjort en studie i Trondheim havn basert på kostnadene for deponering i strandkantdeponiet ved Pir 2 fra Pilotprosjektet (2003) sammenlignet med deponering på et eksternt deponi på Østlandet (Laugesen og Møskeland, 2011). Studien viser at volumet hvor lokal deponering i Trondheim kostet like mye som eksternt deponering var et sted mellom 25 000 til 50 000 m³. For større volum var lokal deponering billigere.



Figur 20: Sammenligning mellom deponering på lokalt deponi (Trondheim havn) og eksternt deponi (Fra Laugesen og Møskeland, 2011)

Lokal deponering krever at det finnes areal tilgjengelig for dette. Hvis sedimentene krever avvanning vil det også kunne kreves ekstra areal for dette.

15 Gjennomføring og rekkefølge av tiltak

Av de foreslåtte tiltakene foreslås pilottesting for tiltakene i delområde 2 (Fagervika/Ilsvika nord) og delområde 3 (Ilsvika øst) utført først. Pilotprosjektet for uttesting vurderes som vesentlig for å kontrollere at tynnsjiktstildekkingen i bratte områder fungerer. Pilotprosjektet bør kunne startes opp i 2011/2012, og man bør observere resultatet i minst ett år før man går videre med å tildekke de bratte områdene i delområde 2 og 3 (forutsatt et vellykket pilotprosjekt).

Alle steder hvor tildekking velges som tiltak er det mulig å iverksette dette raskt. Endelig valg av løsninger i Kanalen og Nyhavna forutsettes imidlertid avklart. Parallelt må prosesser knyttet til søknad til Fylkesmannen om tillatelse til mudring og etablering av et eventuelt lokalt deponi gjennomføres. Etablering av strandkantdeponi forventes å kreve omregulering før tillatelse kan innvilges og før tiltak kan igangsettes.

Tiltak i Kanalen bør koordineres med tiltaket i Brattøra nord, både for å sikre at det ikke skjer spredning fra forurensede områder til rene områder og fordi det forventes en økonomisk fordel ved å samkjøre tiltakene.

Tiltaket i Nyhavna krever en avklaring om det er mulig å få en tillatelse til å etablere en deponeringsløsning inne i Nyhavna. Et stort regionalt deponi vil være det rimeligste alternativet. Det bør etterstrebtes å få en slik avklaring så raskt som mulig. Hvis det ikke er mulig å få tillatelse til et regionalt deponi i Nyhavna bør arbeidet igangsettes med å planlegge mudringen og transporten til et annet lokalt deponi / eksternt deponi.

16 Havnevirksomhetens bidrag

Klif har pålagt Trondheim Havn å gjennomføre undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering av havnevirksomhetens forurensningsbidrag til sjø og sjøbunn (Brev datert 5. juni 2008). Pålagte undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering for havnevirksomhetens bidrag inngår i Trondheim kommunes helhetlige tiltaksplan for Trondheim havn. I dette prosjektet er det gjort en stedsspesifikk vurdering knyttet til havnetrafikkens bidrag. Vurdering av spredning fra forurensede sedimenter er beregnet i Klifs beregningsverktøy for forurenset sediment i delrapport 2, Risikovurdering (NGI, 2011b). I tillegg er det i prosjektet gjennomført en mer stedsspesifikk modellering av oppvirvling i delrapport 5 (SINTEF, 2011). SINTEFs modellering er basert på dagens informasjon om havnetrafikk (antall anløp, seilingsled), prognosert fremtidig trafikksituasjon og data om båter som trafikkerer i havna (båttørrelse, motorkraft, dypgående), samt sedimentstedsspesifikke data og vanddyb.

Havnas virksomhet i Trondheim er i størst grad knyttet til transport og trafikk. Andre bidrag er valgt å se på i sammenheng med den helhetlige vurderingen. For å vurdere havnevirksomhetens forurensningsbidrag er det skipsoppvirvling som vurderes spesielt for havnebidraget. Behov for tiltak er vurdert i forbindelse med den samlede tiltaksvurderingen for de enkelte delområdene i kapittel 3-12.

16.1 Vurdering av skipsoppvirvling

Delområdene som er vurdert i SINTEFs rapport (SINTEF, 2011) er de områdene hvor det er størst havneaktivitet med større båter, samt rutetrafikk. Disse ligger i følgende delområder:

- 2 - Fagervika
- 4 - Ilabassenget
- 6 - Brattøra nord
- 8 - Nidelva
- 9 - Nyhavna

I de øvrige delområdene er det begrenset båttrafikk og områdene trafikkeres kun av mindre båter. Disse områdene er også kommentert i det etterfølgende. Basert på data om trafikk og sedimentdata har SINTEF beregnet verdier for mengde oppvirvlet masse per anløp og totalt per år. Ut fra stedsspesifikke data om skipstrafikk og sedimentdata er den totale propellgenererte spredningen av miljøgifter fra sedimentene beregnet.

I Klifs beregningsverktøy for forurenset sediment er det oppgitt sjablongverdier for oppvirvlet sediment. Sjablongverdiene er basert på antall anløp og type havn. SINTEFs beregningsresultater gir en betydelig større mengde oppvirvlet materiale enn sjablongverdiene i risikoverktøyet (NGI, 2011b). I følge SINTEFs rapport er mengdene oppvirvlet sediment usikre da forutsetningene som ligger til grunn for beregningene jevnt over medfører for høye spredningsverdier. Resultatene er likevel av interesse fordi den relative virkningen av de forskjellige fartøystypene kombinert med anløpshyppighet antas å være realistiske. Beregnet spredning for de ulike delområdene kan dermed vurderes relativt til hverandre. Resultatene fra Sintefs spredningsberegninger viser at det er Hurtigruta (Pir 1) og Kystekspresen (Ytre basseng) som representerer de største forventede kildene til oppvirvling av sedimenter. Dette skyldes størrelsene på båtene og anløpshyppigheten. Cruisetrafikken (Ila) representerer den største potensielle oppvirvlingen pr anløp, men anløpshyppigheten av disse er vesentlig lavere enn rutetrafikken.

I risikovurderingen (trinn 2) er den samlede spredningen fra sedimentene vurdert. Samlet spredning er beregnet som summen av spredning fra propelloppvirvling ($F_{\text{skipsnormert,middel}}$), bioturbasjon ($F_{\text{org,middel}}$) og diffusjon ($F_{\text{diff,middel}}$) fra sedimentene (NGI, 2011b). Beregningene er basert på sjablongverdiene for skipsoppvirvling i Klifs beregningsverktøy. Beregnet propelloppvirvling i trinn 2 gjelder for hele det aktuelle delområdet og ikke en spesifikk kai som i SINTEFs beregninger. Risikovurderinger for hvert delområde er i sin helhet presentert i vedlegg C i risikovurderingsrapporten (NGI, 2011b). Risikovurderingen viser forholdet mellom de tre spredningsveiene for hver av delområdene og for hver enkelt parameter.

16.2 Vurdering av bidrag

Beregnet spredningen fra skipstrafikk er i Klifs veileder for forurenset sediment gjeldende for arealer grunnere enn 20 m. I områder med større vanddybde enn 20

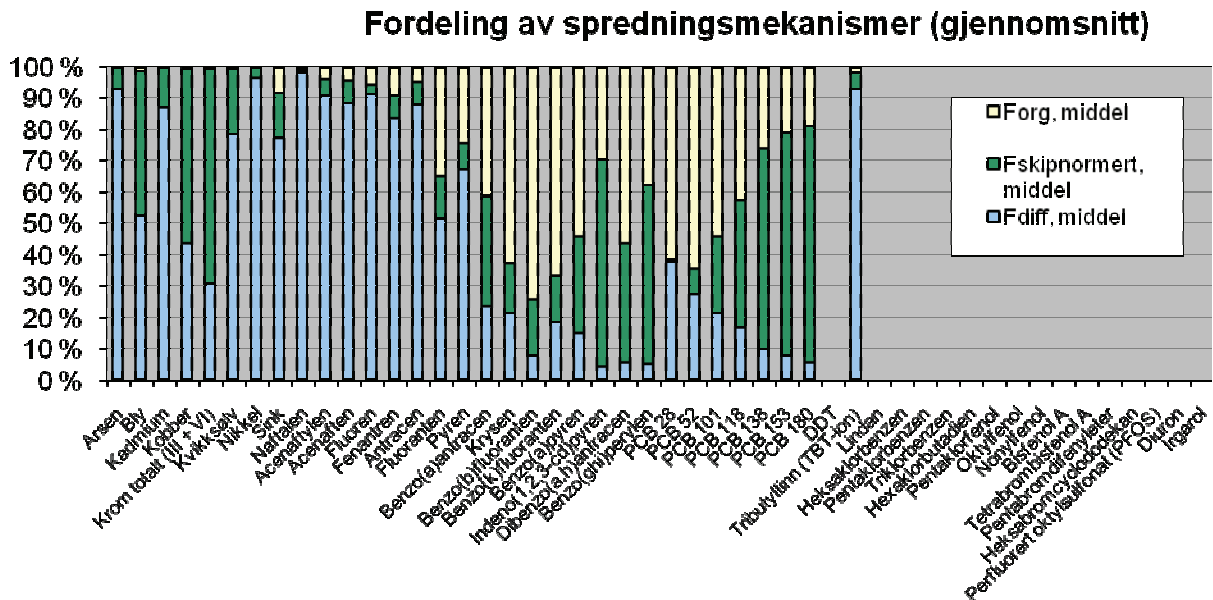
Tiltaksplanen anbefaler tiltak i sjø i dette delområdet ut fra en samlet vurdering, nærmere beskrevet i kapittel 4.

16.2.3 Delområde 3 – Ilsvika øst

På land har det tidligere vært metall- og galvanoteknisk industri (bl.a. Ila Jern og Ila Stålundustri) og en sjøflyhavn under andre verdenskrig. Store deler av industritomtene er ryddet og her ligger i dag boliger og kontorbygg. Lengst øst i delområdet er det kai for større båter samt en kai for fiskebåter. Rundt årsskiftet 2002/2003 ble det gjennomført en miljømudring av 21 000 m³ i Ilsvika i forbindelse med fase 1 av pilotprosjektet i Trondheim havn. Dette ble utført utenfor de aktuelle kaiene i øst.

Risikovurderingen viser at grenseverdi for spredning overskrides for bly, kadmium, kvikksølv og sink i forhold til spredning fra sedimenter i tilstandsklasse 2. Bly, kvikksølv og sink overskrider spredning fra sedimenter med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3.

Skipsoppvirvling har betydning for spredning av bly (46 %) mens for kadmium, kvikksølv og sink er det diffusjon som har størst betydning, Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer er vist i Figur 21.

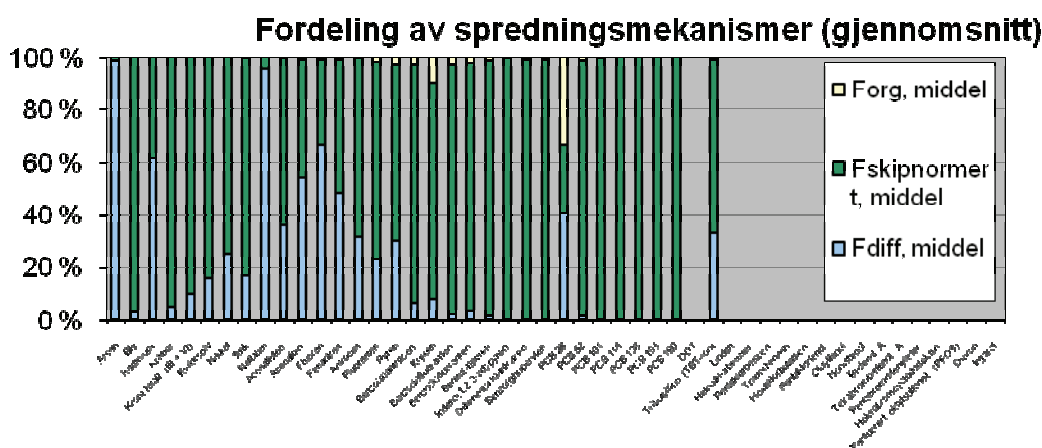


Figur 21: Prosentvis fordeling av ulike spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter

Tiltaksplanen anbefaler tiltak i sjø i dette delområdet ut fra en samlet vurdering, nærmere beskrevet i kapittel 5.

Risikovurderingen viser at grenseverdi for spredning overskrides for arsen, kvikksølv og 4 ulike PAH (fluoranten, benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen) forhold til spredning fra sedimenter i tilstandsklasse 2. Spredning av arsen og 3 stk PAH (benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen) overskrider spredning fra sedimenter med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3.

Beregningene viser at propelloppvirvling utgjør hovedandelen av spredning for PAH-komponentene (75-99%) mens for arsen gir diffusjon det største bidraget. Propelloppvirvling utgjør kun mindre enn 2 % for arsen. Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer er vist i Figur 24.



Figur 24: Prosentvis fordeling av ulike spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter

Det foregår en del spredning fra propelloppvirvling fra småbåttrafikken. Denne trafikken er ikke vurdert å være en del av Trondheim Havn sin virksomhet. Området inngår derfor ikke i SINTEFs beregninger. Disse beregningene er utført på grunnlag av den rutegående trafikken og anslått hyppighet av cruisetrafikken i havna.

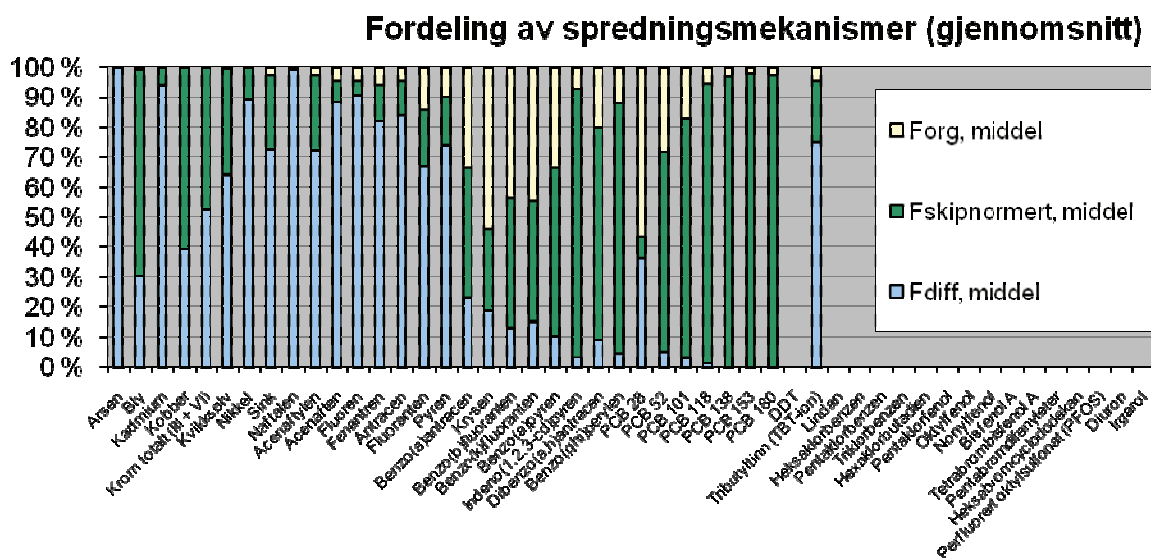
Tiltaksplanen anbefaler tiltak i delområdet, nærmere beskrevet i kapittel 9.

16.2.8 Delområde 8 – Nidelva

Det har gjennom tidene vært flere forurensende virksomheter langs Nidelva. De største kildene på land er ryddet og det pågår rydding og overvåking av tilførselene til elva. Havneaktiviteten i området ligger hovedsaklig på vestsiden av elveløpet ved utløpet av elva i fjorden. Aktiviteten er her knyttet til lasting og lossing av gods. Det er også en del småbåttrafikk litt lengre opp i Nidelva. Østsiden av elveløpet nedenfor Nidelv bru har fyllingskant og benyttes ikke som kai. Det er flere utløp fra overvannsnett til elva. Sandfangsmasser fra kummer som har utløp til elva har konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 1 til klasse 3, bortsett fra for kobber som er påvist i tilstandsklasse 4.

Risikovurderingen viser at grenseverdi for spredning overskrides for arsen og kadmium i forhold til spredning fra sedimenter i tilstandsklasse 2. Spredning av

arsen overskrider spredning fra sedimenter med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3. Det er imidlertid de andre spredningsveiene som gir det største bidraget til spredning, og propelloppvirvling utgjør kun mindre enn hhv 1% og 6% av den totale spredningen i delområdet. Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer er vist i figur 25.



Figur 25: Prosentvis fordeling av ulike spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter

Tiltaksplanen anbefaler ikke tiltak i sjø i dette delområdet.

16.2.9 Delområde 9 – Nyhavna

Tidligere industrivirksomhet i Nyhavna som galvanoteknisk industri, gassverk, verftsindustri i tillegg til omfattende tysk virksomhet under den andre verdenskrig har tilført sedimentene høye konsentrasjoner av metaller, PAH, PCB og TBT. Nyere virksomhet som verftsindustri og metallgjenvinningsanlegg er kilder til nyere tilførsler. I tillegg har en kulvert gjennom Lade-deponiet tidligere hatt utløp i området. Områdene rundt Nyhavna er fylt opp med ulike typer fyllmasse.

Sedimentene i hele delområdet inneholder høye konsentrasjoner av metaller, spesielt kobber. Innholdet av organiske miljøgifter (PAH og TBT) er også betraktelig. De høyeste konsentrasjonene er påvist i den vestlige delen av Nyhavna. Undersøkelser i sandfangkummer i Nyhavna viser konsentrasjoner av PCB og sink tilsvarende tilstandsklasse 3, samt PAH, bly og kobber med konsentrasjoner i tilstandsklasse 4. Sedimentfellene i området utenfor verftet inneholder konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 for PAH og PCB, tilstandsklasse 4 for kobber og klasse 5 for TBT.

Risikovurderingen viser at grenseverdi for spredning overskrides for arsen, kobber og sink i tillegg til 8 ulike PAH-komponenter i forhold til spredning fra sedimenter i tilstandsklasse 2. Spredning av arsen og kobber i tillegg til 6 PAH-

sjøbunnen har grovere masser enn det som er tatt med i SINTEFs skipsoppvirvlingsberegninger. I Nyhavna gir fortsatt virksomheter på land ny tilførsler fra forurenset grunn, og skipsoppvirvling bidrar til spredning av forurensning.

Risikovurderingen viser at spredning av forurenset sediment som følge av propelloppvirvling gir et betydelig bidrag til den totale spredningen av forurensning for delområdene Fagervika, Brattøra nord og Nyhavna. Propelloppvirvling fra småbåter er en spredningsfaktor i Kanalen, men båttrafikken i dette området er ikke vurdert å først og fremst være en del av Trondheim Havn sin virksomhet. Skipstrafikken bidrar i Ilbassenget til spredning av PAH, men konsentrasjonene er moderate og spredningen vurderes derfor å være av mindre betydning. For delområdet Nidelva er det de andre spredningsveiene som gir størst bidrag.

Tabell 3: Oppsummering av havnevirksomhetens bidrag med hensyn på propelloppvirvling.

Delområde	
2-Fagervika	
Forurensning skyldes hovedsakelig tungmetallforurenset masse fra Killingdal grubers oppredningsverk. Skipsoppvirvlingen vurderes å ha betydning for spredning av tungmetaller.	
Tiltaksplanen anbefaler tiltak i sjø i dette området ut fra en samlet vurdering.	
Stoffer som overskrider grenseverdi for spredning	Prosentvis andel av spredning fra propelloppvirvling av total spredning¹⁾
Tilstandsklasse II: As, Pb, Cd, Cu, Zn	Pb (95 %), Cu (95 %), Zn (84 %)
Tilstandsklasse III: As, Pb, Cu, Zn	As og Cd spres hovedsakelig via diffusjon
4-Ilbassenget	
Tiltaksplanen anbefaler ikke tiltak i sjø i dette området.	
Stoffer som overskrider grenseverdi for spredning	Prosentvis andel av spredning fra propelloppvirvling av total spredning¹⁾
Tilstandsklasse II: As, Zn, benso(ghi)perylen	Benso(ghi)perylen (93 %). As, Zn spres hovedsakelig via diffusjon
Tilstandsklasse III: As	

¹⁾Kun stoffer som overskrider grenseverdi for spredning (Tilstandsklasse II) er oppgitt.

Tabell 3, forts.:

Delområde	
6-Brattøra nord	
<p>Det er mye rutegående havnetrafikk i området, og trafikkmønsteret endres ved etablering av ny hurtigbåtkai. Området er utfyllt, og det er påvist forurensning i fyllmassene. Det utføres en rekke tiltak på land. Snø dumpes utenfor Pirsenteret. Propelloppvirvling utgjør hovedandelen av PAH-komponentene som overskrider grenseverdi for spredning, mens spredning av metallene hovedsakelig skjer via diffusjon.</p> <p>Tiltaksplanen anbefaler tiltak i sjø i dette området ut fra en samlet vurdering.</p>	
<p>Stoffer som overskrider grenseverdi for spredning</p> <p>Tilstandsklasse II: As, Cd, indeno(1,2,3-cd)pyren, benso(ghi)perylene</p> <p>Tilstandsklasse III:As</p>	<p>Prosentvis andel av spredning fra propelloppvirvling av total spredning¹⁾</p> <p>Indeno(1,2,3-cd)pyren (97%), benso(ghi)perylene (95 %),</p> <p>As og Cd spres hovedsakelig som følge av diffusjon.</p>
8-Nidelva	
<p>Tiltaksplanen anbefaler ikke tiltak i sjø i dette området.</p>	
<p>Stoffer som overskrider grenseverdi for spredning</p> <p>Tilstandsklasse II: As, Cd</p> <p>Tilstandsklasse III: As</p>	<p>Prosentvis andel av spredning fra propelloppvirvling av total spredning¹⁾</p> <p>Propelloppvirvling vurderes ikke å ha vesentlig betydning for spredning av As og Cd.</p>
9-Nyhavna	
<p>Sedimentene i hele delområdet inneholder høye konsentrasjoner av metaller, særlig kobber, samt organiske miljøgifter som PAH og TBT fra ulike industrivirksomheter. Propelloppvirvling utgjør hovedandelen av den totale spredningen for kobber og sink, samt utgjør mer enn 50 % av den totale spredningen av 3 av PAH-komponentene som overskrider grenseverdi for spredning.</p> <p>Tiltaksplanen anbefaler tiltak i sjø i dette området ut fra en samlet vurdering.</p>	
<p>Stoffer som overskrider grenseverdi for spredning</p> <p>Tilstandsklasse II: As, Cu, Zn + 8 PAH-komponenter</p> <p>Tilstandsklasse III: As, Cu + 6 PAH-komponenter</p>	<p>Prosentvis andel av spredning fra propelloppvirvling av total spredning¹⁾</p> <p>Cu (99 %), Zn (93 %), Benzo(b)fluoranten (50%), Indeno (1,2,3-cd)pyren (70 %), Benso (ghi)-perylene (59%)</p>

¹⁾Kun stoffer som overskrider grenseverdi for spredning (Tilstandsklasse II) er oppgitt.

17 Referanser

DNV, 2010. Kostnader ved gjennomføring av tiltak i sedimenter. Notat utarbeidet av DNV til Klif's reviderte sedimenthåndteringsveileder (upublisert).

EU, 2003. Technical Guidance Document (TGD) for Risk assessment of new notified and existing chemicals under directive 93/67/EEC and Regulation (EC) No 1488/94. European Commission Joint Research Center, European Chemicals Bureau, EUR 20418 EN/2, 328 pp.

Laugesen, J. and Møskeland T, 2011. Local sediment management, always the best solution?, 7th International SedNet conference, Venice, Italy, p.28.

Milli, Guro K., 2010. Mulige aktive forurensningskilder i havneområdet i Trondheim. NTNU Masteroppgave 2010.

Multiconsult, 2006a. Oppfølging av tildekkingsprosjekt i Hannevika. Evalueringsmøte 30. mai 2006. Oppdragsgiver FM i Vest-Agder. Rapport. 311142/1, datert 11. september 2006.

Multiconsult, 2006b. Kongsgårdbukta, Kristiansand. Strandkantdeponi. Slutt-rapport. Kristiansand Eiendom. Rapport. 310348-9/2, datert 29. mars 2006.

NGI, 2011a. Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 1A: Datarapport. Rapport nr. 20081794-00-39-R.

NGI, 2011b. Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 1B: Risikovurdering. Rapport nr. 20081794-00-52-R.

NGI, 2011c. Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 3: Deponialternativer. Rapport nr. 20081794-00-49-R.

NGU, 2009. Kartlegging og identifisering av aktive forurensningskilder i Nidelva nedre løp og i Nyhavna i Trondheim. Rapport nr. 2009.012.

Pilotprosjektet i Trondheim havn, 2003. Tiltaksanalyse for opprydding i forurensete sedimenter i Trondheim havn og omgivelser. Rapport nr. 2003-012, datert 31.01.2003.

Pilotprosjektet i Trondheim havn, 2003. Kost-nytte-analyse, fase 1. Rapport nr. 2003-016, datert 31.10.03.

Renere havnesedimenter i Trondheim havn. Sedimentundersøkelser i Trondheim havn 2007. Rapport nr. 2008-01, datert 31.01.2008.

SFT, 2006. Veiledende testprogram for masser til bruk for tildekking av forurensete sedimenter (Tildeckingsveileder). Rapport nr. TA-2143/2005.

SFT, 2007. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Rapport nr. TA-2230.

SINTEF, 2011. Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 5: Spredning av forurensning knyttet til skipstrafikk. Prosj. nr. 80154300.