



Rapport / Report

Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng

Delrapport 1B: Risikovurdering

20081794-00-52-R
5. juli 2011
Revisjon 1. datert 24. oktober 2011

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

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

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

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



Prosjekt

Prosjekt: Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng
Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dokumenttittel: Delrapport 1B: Risikovurdering
Dato: 5. juli 2011
Revisjon 1, datert 24. oktober 2011

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

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

For NGI

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

Sammendrag

Trondheim kommune (TK) har i samarbeid med Trondheimsfjorden Interkommunale Havn (TIH) fått støtte fra Klif til å utarbeide en helhetlig tiltaksplan for opprydding i forurenset sjøbunn, inkludert stansing av forurensingskilder på land samt undersøkelser for vurdering av eksisterende kostholdsråd. NGI har sammen med DNV og SINTEF fått i oppdrag av Trondheim kommune å utarbeide tiltaksplanen.

Det er tidligere utført flere undersøkelser av sedimenter, biota (kostholdsundersøkelser) og kartlegging av kilder på land. Tiltaksplanen skal utarbeides basert på tidligere undersøkelser og nye undersøkelser.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato:2011-10-24
Side: 4 / Rev.1

Den helhetlige tiltaksplanen omfatter 5 delrapporter med følgende tema:

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

Denne rapporten, delrapport 1 del B, er utarbeidet av NGI og presenterer resultater fra risikovurdering av forurenset sediment og kildevurderinger knyttet til transport til sedimentene. Resultatene skal benyttes for å vurdere tiltaksbehov for opprydding i sedimentene i Trondheim havn.

Trondheim kommune har delt inn havnebassenget i 11 delområder. Trondheim kommune har definert målsettinger for undersøkelsene og data skal gi et grunnlag for stedsspesifikk risikovurdering for det ulike delområdene, som benyttes til vurdering av tiltaksbehov og aktuelle tiltaksløsninger.

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 trafikkområder¹ 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

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato:2011-10-24
Side: 5 / Rev.1

Operasjonelle mål

Krav i sjø	Krav på land
Miljøgiftinnholdet i sedimenter i Trondheim havnebasseng skal generelt ikke overstige tilstandsklasse III. Hot spots ¹ i havnebassenget må vurderes spesielt med henblikk på fare for spredning. Spredning fra disse til mindre forurenkede områder skal stoppes. Eventuelle restkonsentrasjoner over tilstandsklasse III etter tiltak skal også vurderes spesielt med hensyn på spredning.	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. Krav som er stilt i Bystyrets vedtak fra juni 2009 skal følges.

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 forurenkede 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.

Marine undersøkelser

For undersøkelsene som danner grunnlag for vurdering av miljøtilstand er det tatt opp 253 sedimentprøver i til sammen 169 prøvestasjoner. Høyeste tilstandsklasse påvist for de ulike parametere er vist nedenfor.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato:2011-10-24
Side: 6 / Rev.1

Delområde	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	PCB	PAH	TBT
1. Høvringen	4	4	4	5	2	3	3	4	3	4	5
2. Fagervika	5	5	5	5	2	5	3	5	3	5	3
3. Iilsvika øst	4	4	3	5	2	5	3	4	5	5	4
4. Ilabassenget	2	4	2	4	1	3	2	2	3	3	5
5. Brattøra sør	3	4	2	4	1	3	2	4	3	4	4
6. Brattøra nord	1	4	2	4	2	2	2	2	3	5	5
7. Kanalen	2	4	3	4	2	5	3	3	4	5	4
8. Nidelva	1	4	2	4	2	3	3	2	4	5	5
9. Nyhavna	4	4	3	5	2	5	3	4	4	5	5
10. Ladehammeren	1	2	2	4	1	1	2	2	3	5	4
11. Munkholmen	2	3	2	4	2	3	2	2	4	5	4

Resultater fra toksisitetstester viser at porevannet viser en toksisk respons, mens det i de organiske ekstrakter ble observert toksisitet i 8 av 11 prøver.

Risikovurdering

Resultatene viser at det ikke er noen områder som kan friskmeldes etter trinn 1, og at det er derfor nødvendig å gjennomføre Trinn 2-risikovurdering for samtlige områder.

Trinn 2-vurderingen gir at det for tungmetallene bly, kobber, krom, nikkel og sink er delområdet Nyhavna som har de høyeste verdiene for spredning. For arsen og kvikksølv er det delområdet Kanalen som har de høyeste spredningsverdiene. Kadmium er høyest i delområdet Brattøra nord for sedimenter dypere enn 20 m. For de organiske parametrene PAH og PCB samt TBT skiller Høvringen seg ut. Fluks for enkeltkomponenter er gitt i bilag C. Spredningen av arsen er generelt høy for alle delområder. Det er benyttet målte porevannsdata for arsen. Porevannskonsentrasjoner av arsen er også høye i sedimentprøver hvor det ikke er påvist høye arsenkonsentrasjoner i sedimentet.

Vurdering av human risiko er basert på målte konsentrasjoner i biota og beregnede konsentrasjoner i Klifs beregningsverktøy. Arsen, kvikksølv og PCB skiller seg ut som de parametrene som hyppigst overskrider maksimal tolerabel risiko (MTR/TDI 10 %). I tillegg er det i delområdet Høvringen en del PAH-forbindelser som overskrider MTR/TDI 10 %. Porevannskonsentrasjoner sammen med resultater fra økotoksisitetstester viser uakseptabel økologisk risiko i samtlige delområder. Overskridelsen av arsen antas å være knyttet til høye porevannskonsentrasjoner av arsen. De reelle porevannskonsentrasjonene av arsen antas å være lavere enn målte konsentrasjoner pga. metodikken for utførte porevannsmålinger.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato:2011-10-24
Side: 7 / Rev.1

Stedsspesifikke målinger av diffusjon viser at beregnet diffusjon i Klifs beregningsverktøy er konservativ for PAH.

Modellering av propelloppvirvling fra skipstrafikk viser at båter i rutetrafikk gir det største bidraget mht oppvirvling. I forbindelse med flytting av Hurtigbåtkai lenger ut i Ytre basseng vil det nye manøvreringsområde for Kystekspresen ligge i et område hvor erosjonen tidligere har vært mindre og nye sedimenter vil bli eksponert for erosjon.

Kildevurdering

Målinger i sedimentfeller, kummer og prøvetaking av vann viser at det pågår en tilførsel av forurensede komponenter til sedimentene. Målinger i sedimentfeller viser at tilførselen til sedimentene foregår i Nyhavna. Målinger i sedimentfellene viser også en betydelig tilførsel i Fagervika. Det er imidlertid gjennomført tiltak på land det siste året og effekten av disse tiltakene vises derfor ikke i disse målingene. Ilsvika har også en betydelig kilde på land som enda ikke er ryddet. Denne skal etter planen ryddes i forbindelse med videre byggetrinn i boligutbygging. En industrifylling med høye tungmetallkonsentrasjoner ligger i strandsonen og i direkte tilknytning til sedimentene.

Renseanleggene vil når det er ryddet på land være en gjenværende kilde til tilførsel av ny forurensning til sedimentene. Undersøkelser i sandfangskummer viser at det også er pågående nye tilførsler fra land blant annet fersk PAH som antas å stamme fra oljeprodukter. Dette gjelder særlig delområde 9 Nyhavna.

Innhold



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. Dato: 2011-10-24
Side: 8 / Rev. 1

1	Innledning	10
2	Målsetting med undersøkelser	10
3	Miljømål	11
3.1	Miljømål i Trondheim kommune	11
3.2	Operative miljømål for sedimenttiltak	12
3.3	Operasjonelle miljømål i Trondheim havnebasseng	13
4	Oversikt over undersøkelser/rapporter	14
4.1	Marine undersøkelser	15
5	Strømforhold	19
6	Risikovurdering - Trinn 1	20
6.1	Innledning	20
6.2	Vurdering og konklusjoner fra Trinn 1	21
7	Risikovurdering – Trinn 2	24
7.1	Stedsspesifikke forutsetninger for vurderingene	24
7.2	Risiko for spredning delområde 1-11	26
7.3	Human risiko – delområde 1-11	30
7.4	Økologisk risiko – delområde 1-11	32
8	Risikovurdering - Trinn 3	36
8.1	Spredning ved diffusjon	36
8.2	Stedsspesifikk spredning ved skipstrafikk	40
9	Kildevurdering	41
9.1	Oversikt over historiske aktiviteter i delområdene	42
9.2	Sedimentfeller	44
9.3	Utslipp fra renseanlegg	50
9.4	Sandfangkummer	53
9.5	Tilførsel fra Nidelva	55
9.6	Forurenset grunn	55
9.7	Avfallsfyllinger	57
9.8	Undersjøiske ras/skred	57
9.9	Oppsummering av tilførsler	58
10	Referanser	59

Innhold



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. Dato: 2011-10-24
Side: 9 / Rev. 1

Vedlegg

- A Kartvedlegg**
- B Analyseresultater**
 - B1 Analyseresultater sedimentprøver
 - B2 Samletabell for alle utførte analyser
- C Resultater fra risikovurdering**
 - C1 Risikovurdering delområde 1 Høvringen
 - C2 Risikovurdering delområde 2 Fagervika/Ilsvika nord
 - C3 Risikovurdering delområde 3 Ilsvika øst
 - C4 Risikovurdering delområde 4 Ilabassenget
 - C5 Risikovurdering delområde 5 Brattøra sør
 - C6 Risikovurdering delområde 6 Brattøra nord
 - C7 Risikovurdering delområde 7 Kanalen
 - C8 Risikovurdering delområde 8 Nidelva
 - C9 Risikovurdering delområde 9 Nyhavna
 - C10 Risikovurdering delområde 10 Ladehammeren/ Østmarkneset
 - C11 Risikovurdering delområde 11 Munkholmen
 - C12 Stedsspesifikke data for alle delområder
 - C13 Spredning fra tilstandsklasse 3 sediment

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Trondheim kommune (TK) i samarbeid med Trondheimsfjorden Interkommunale Havn (TIH) har fått støtte fra Klif til å utarbeide en helhetlig tiltaksplan for opprydding i forurenset sjøbunn, inkludert stansing av forurensingskilder på land samt undersøkelser for vurdering av eksisterende kostholdsråd. NGI har sammen med DNV og SINTEF fått i oppdrag av Trondheim kommune å utarbeide tiltaksplanen.

Det er tidligere utført flere undersøkelser av sedimenter, biota (kostholdsundersøkelser) og kartlegging av kilder på land. Tiltaksplanen skal utarbeides basert på tidligere undersøkelser og nye undersøkelser.

Den helhetlige tiltaksplanen omfatter 5 delrapporter med følgende tema:

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

Denne rapporten, delrapport 1 del B, er utarbeidet av NGI og presenterer resultater fra risikovurdering av forurenset sediment og kildevurderinger knyttet til transport til sedimentene. Resultatene skal benyttes for å vurdere tiltaksbehov for opprydding i sedimentene i Trondheim havn.

2 Målsetting med undersøkelser

Trondheim kommune har delt havnebassenget inn i 11 delområder. Trondheim kommune har definert målsettinger for undersøkelsene, og en oversikt over oppgavene er oppsummert i Tabell 1.

Innsamling av data skal gi et grunnlag for stedsspesifikk risikovurdering for de ulike delområdene, som benyttes til vurdering av tiltaksbehov og aktuelle tiltaksløsninger.

Tabell 1: Oversikt over Trondheim kommunes målsettinger for undersøkelser i havnebassengets 11 delområder

Lokalitet	Utbredelse av forurensning (evt. i gitte retninger)	Forurensningsgrad i øvre sedimenter	Mekktighet av forurensede sedimenter	Avklare forurensningsgrad ved utslipp ved Høvringen	Spredning ved naturlig erosjon og diffusjon	Spredning ved skipsstraffikk	Vurder total spredning fra lokallet	Avklare påvirkning fra havnebassenget	Risiko for human helse	Grunnlag forkostholdsrad
Høvringen	•			•	•				•	•
Fagervika- Ilsvika	•				•	•			•	•
Ilsvika sør	•				•	•			•	
Ilbassenget		•			•	•	•		•	•
Brattøra sør		•			•				•	•
Brattøra nord		•	•		•	•			•	•
Kanalen		•			•	•	•		•	
Nidelva		•	•		•	•			•	•
Nyhavna	•		•		•	•	•		•	•
Ladehammern/ Østmarkneset		•			•				•	•
Munkholmen					•			•	•	•
Hommelvik										•

3 Miljømål

3.1 Miljømål i Trondheim kommune

Trondheim kommune har vedtatt overordnede mål og strategier for håndtering av forurensningskilder og sedimentforurensning i havnebassenget i Trondheim. Arkivsaknr. 08/8764.

Bystyret i Trondheim kommune har vedtatt følgende mål for håndtering av forurensede 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, for eksempel 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 trafikkområder¹ 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

Vedtaket sier også at det skal utarbeides en tiltaksplan for forurensede sedimenter som vil angi nødvendige tiltak for å hindre uakseptabel spredning.

3.2 Operative miljømål for sedimenttiltak

Definisjonen i pkt. 7 "Godt økologisk potensial" er knyttet til Vannforskriften. Vannforskriften er forskriften som iverksetter EUs Vannrammedirektiv i Norge. Vedtaket sier også at Trondheim havnebasseng skal betraktes som en "sterkt modifisert vannforekomst". Det er et begrep som brukes i Vannforskriften for vannforekomster som på grunn av fysiske endringer og som følge av menneskelig virksomhet i vesentlig grad har endret karakter. Vannforskriften understreker imidlertid at begrepet "sterkt modifisert vannforekomst" ikke fritar en slik lokalitet fra strenge krav og at de skal ha minst "godt økologisk potensial".

Kravene til "godt økologisk potensial" er beskrevet i vedlegg 5 pkt. 1.2.5 i Vannforskriften. For tillatte konsentrasjoner av forurensede stoffer (kalt kjemiske kvalitetsstandarder i Vannforskriften) vises til pkt. 1.2.6 i samme vedlegg i Vannforskriften. Her fremgår at "Det vil bli fastsatt kvalitetsstandarder for forurensende stoffer for beskyttelse av akvatisk biologisk materiale. Det kan fastsettes standarder for vann, sedimenter eller biologisk materiale".

I Veileder 01:2009 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet, 2009) er det gitt grenseverdier (kvalitetsstandarder) for utvalgte stoffer i vann, sediment og biota. I veilederen sies at kvalitetsstandarder (EQS) for sediment og biota er under utarbeidelse i EU, men det er usikkert når disse foreligger. Inntil videre skal derfor eksisterende veileder benyttes, dvs. *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann TA2229/2007* og *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann TA1467/1997(biota)*.

Dersom grenseverdier ikke er oppgitt for sediment og biota i veileder 01:2009 trenger vannforekomsten foreløpig ikke vurderes med hensyn på denne forbindelsen.

3.3 Operasjonelle miljømål i Trondheim havnebasseng

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 avgrenses. Forslaget til operasjonelle mål er formulert slik:

Krav i sjø	Krav på land
Miljøgiftinnholdet i sedimenter i Trondheim havnebasseng skal generelt ikke overstige tilstandsklasse III. Hot spots ¹ i havnebassenget må vurderes spesielt med henblikk på fare for spredning. Spredning fra disse til mindre forurensede områder skal stoppes. Eventuelle restkonsentrasjoner over tilstandsklasse III etter tiltak skal også vurderes spesielt med hensyn på spredning.	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. Krav som er stilt i Bystyrets vedtak fra juni 2009 skal følges.

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.

4 Oversikt over undersøkelser/rapporter

Oversikt over gjennomførte undersøkelser og rapporter et benyttet som grunnlag for utarbeidelse av helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over gjennomførte miljøundersøkelser og rapporter fra Trondheim havn

Dokument	Utgever, type
Topografi sjøbunnskart, PDF	GeoSubSea AS
Pålegg om å gjennomføre undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering av havnevirkningsbidrag	SFT, brev datert 05.06.08
Spredning av miljøgifter fra tettesteder i Trondheim	NGU, rapport 2006.024
Kartlegging og identifisering av aktive forurensningskilder til havnebassenget i Trondheim	NGU, rapport 2008.009
Kartlegging av forurensning i Nidelva: Innledende kartlegging	NIVA, rapport 5722-2009,
Utsnitt fra aktsomhetskart – forurenset grunn	Trondheim kommune, kartutsnitt
Resipientundersøkelse i Trondheimsfjorden 2001: a) Miljøgifter i fisk, b) Miljøgifter i grisetang og blåskjell	NIVA, rapport nr. 4611-2002 NIVA, rapport nr. 4610-2002
Kostholdsråd i Trondheim	Miljøstatus, kart uten målestokk
Resipientundersøkelse fra Ilsvikaområdet 1991	Oceanor, OCN R_91118
Utdrag fra undersøkelsen Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune a) Datarapport b) Miljøteknisk grunnundersøkelse for mudring/dumping	NGU, rapport 2000.115 (utdrag) GeoCore, rapport 00.04
Pilotprosjektet i Trondheim havn: Tiltaksanalyse	Rapport, 2003-01
Skredkartlegging langs kystsonen i Trondheimsområdet	NGU, rapport 2005.054
Vedr. varsel om pålegg om undersøkelser i havneområdet i Trondheim	NGI, brev datert 16.11.08
Oppsummering av erfaringer fra Pilotprosjektet	NGI, teknisk notat 20081403
Undervannsbilder utenfor Killingdal	Trondheim kommune
Pilotprosjektet i Trondheim havn: Utførte arbeider 2003 og 2004	Rapport 2004-014
Renere havnesediment i Trondheim: Sedimentundersøkelse i Nyhavna 2007	Rapport 2008-0, rev.1
Mudringsbehov og utførte tiltak	TIH, kartskisse
Målsetninger for undersøkelser	Trondheim kommune, notat
Kostholdsrådundersøkelse i Trondheim og Hommelvika	SFT, revidert programbeskrivelse
E6 Trondheim – Stjørdal	SVV, brosjyre
E6 Trondheim – Stjørdal. Masser til sjødeponi fra Dagsone vest a) Informasjonsbrev b) Oversikt over gjennomførte tester	SVV, brev datert 20.02.2009 Multiconsult, notat
Utslippsdata fra Høvringen og Ladehammeren renseanlegg	Trondheim kommune

Datamaterialet fra de ulike undersøkelsene er sammenstilt og inndelt i to hovedgrupper:

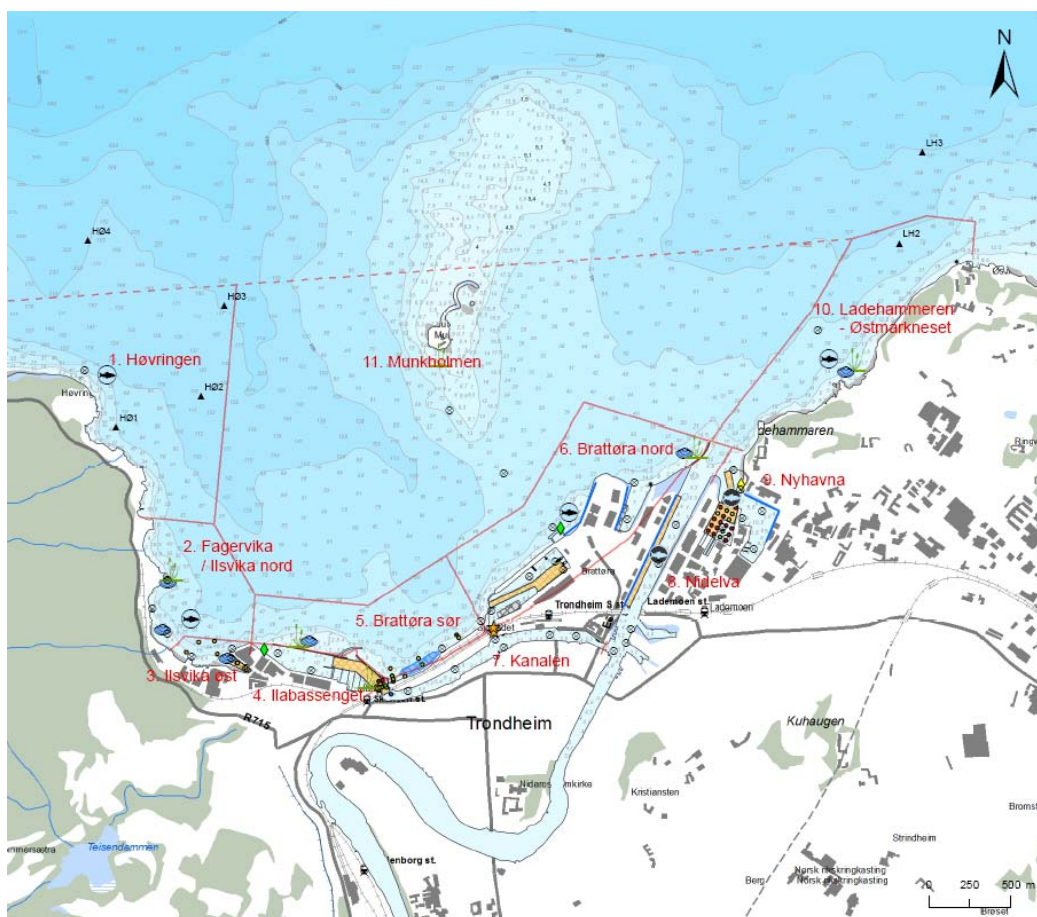
- Marine undersøkelser: Data fra sediment-, biota, og toksisitetst prøver
- Kildeundersøkelser, data fra kummer/sandfang, verft, renseanlegg

Data fra sedimentundersøkelsene er sammenstilt i samletabell i vedlegg B1, mens data fra de ulike undersøkelsene er sammentilt i egen samletabell i vedlegg B2.

4.1 Marine undersøkelser

Marine undersøkelser defineres her som data fra sedimentet, vannmassene og alt som lever i sedimentet og/eller vannmassene. Grunnlagsmaterialet omfatter resultater fra kartlegging i 2000, undersøkelser utført i forbindelse med Pilotprosjektet (2003-2008), samt undersøkelser utført høst 2009 og vår 2010. I tillegg er data fra prosjekter som omfatter sedimenthåndtering i begrensede områder benyttet.

Havnebassenget er delt inn i 11 delområder. Områdeinndelingen er gjennomført av Trondheim kommune, og er basert på områdeinndelinger som ble gjort under gjennomføring av Pilotprosjektet. Delingen er et resultat etter vurdering av type aktivitet som foregår eller har foregått i de ulike områdene i havna, som skips-trafikk eller virksomhet på land, i tillegg til naturlige geografiske avgrensninger. Delområdene er vist på kartet i Figur 1. Arealet for hvert delområde er vist i Tabell 3.



Figur 1: Trondheim havn delt inn i delområder 1-11

Tabell 3: Areal for hvert delområde i Trondheim havn

Områdenavn:	Totalt areal (m ²)	Areal grunnere enn 20 m (m ²)	Areal dypere enn 20 m (m ²)
1. Høvringen	1.292.593	90.632	1.201.961
2. Fagervika	392.250	80.815	311.434
3. Ilsvika øst	62.279	48.203	14.076
4. Ilbassenget	95.464	95.464	
5. Brattøra sør	517.567	142.404	375.163
6. Brattøra nord	723.615	258.509	465.106
7. Kanalen	95.230	95.230	0
8. Nidelva	234.593	234.593	0
9. Nyhavna	131.386	131.386	0
10. Ladehammeren	745.275	171.519	573.756
11. Munkholmen	4.980.297	433.501	4.546.795

4.1.1 Sedimentundersøkelser

I de undersøkelsene som danner grunnlag for vurdering av miljøtilstand er det tatt opp 253 prøver i til sammen 169 prøvestasjoner. Resultater fra disse undersøkelsene er benyttet i risikovurderingen. Oversikt over grunnlagsdata er gitt i delrapport 1A (NGI, 2011). Prøvefordelingen for de ulike områdene er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Fordeling av sedimentprøver i de ulike delområdene

Prøvepunkt	Overflate prøver	Dypere prøver	Totalt antall prøver	Antall stasjoner
1 Høvringen	8	1	9	8
2 Fagervika	10	5	15	10
3 Ilsvika øst	8	11	22	13
4 Ilbassenget	7	2	9	6
5 Brattøra sør	12	2	14	12
6 Brattøra nord	24	11	35	24
7 Kanalen	11	11	22	10
8 Nidelva	19	14	34	18
9 Nyhavna	47	13	70	44
10 Ladehammeren	8	1	10	9
11 Munkholmen	11	2	13	11
TOTALT	197	55	253	169

For 2000-data har Trondheim kommune gjennomført re-analyser og slik at konsentrasjoner for enkelte parametere er justert i forhold til data i rapport fra hovedundersøkelsen i 2009 (NGU, 2000). Data fra kummer og sedimentundersøkelser i 2005 er kvalitetssikret og reviderte data er mottatt fra NGU vår 2010.

Klif har i veileder "Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter" (Klif, 2007 B) oppgitt klassifisering for sedimentenes tilstand. Fargekoder for tilstandsklasser er gitt i Tabell 5.

Tabell 5: Fargekoder for klassifisering av tilstand (Klif, 2007 B)

Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Vurdering	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

Analyseresultater for alle sedimentprøver er vist i oversiktstabell i vedlegg B1, hvor prøver er klassifisert iht. Klifs tilstandsklasser. En oppsummering av påviste konsentrasjoner i de ulike delområdene er gitt i Tabell 6.

Tabell 6: Oppsummering av påviste maksimumskonsentrasjoner i sedimenter for hvert delområde, oppgitt i tilstandsklasser

Delområde	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	PCB	PAH	TBT
1. Høvringen	4	4	4	5	2	3	3	4	3	4	5
2. Fagervika	5	5	5	5	2	5	3	5	3	5	3
3. Ilsvika øst	4	4	3	5	2	5	3	4	5	5	4
4. Ilabassenget	2	4	2	4	1	3	2	2	3	3	5
5. Brattøra sør	3	4	2	4	1	3	2	4	3	4	4
6. Brattøra nord	1	4	2	4	2	2	2	2	3	5	5
7. Kanalen	2	4	3	4	2	5	3	3	4	5	4
8. Nidelva	1	4	2	4	2	3	3	2	4	5	5
9. Nyhavna	4	4	3	5	2	5	3	4	4	5	5
10. Ladehammeren	1	2	2	4	1	1	2	2	3	5	4
11. Munkholmen	2	3	2	4	2	3	2	2	4	5	4

En mer detaljert oversikt med median-, gjennomsnitts- og maksimalverdier er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Median, gjennomsnitt og maksimalkonsentrasjoner for hvert delområde

	PCB	PAH	BaP	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
Del-område	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
1. Median	0,011	2,5	0,19	10,45	9,8	40	0,77	48	37	0,16	25	110
Snitt	0,011	5,6	0,32	22	40	49	6,6	87	39	0,20	26	263
Maks	0,022	15,0	0,91	101	260	160	52	390	82	0,71	55	1200
2. Median	0,009	2,1	0,15	3,3	390	655	9,0	1300	55	0,40	32	3700
Snitt	0,012	4,3	0,24	5,6	476	862	21	1629	55	0,58	33	3663
Maks	0,039	22,0	0,96	15,6	1200	2965	185	8360	112	3,63	101	9900
3. Median	0,031	4,5	0,41	19	26	220	1,6	102	43	0,49	45	520
Snitt	0,429	6,7	0,48	23	87	235	3,8	257	46	0,90	43	942
Maks	4,100	28,0	1,19	61	347	625	12,0	1196	72	4,90	110	2800
4. Median	0,019	3,6	0,20	49	11,468	46	0,8	60	31	0,24	25	170
Snitt	0,038	3,6	0,20	99	11	79	0,9	55	34	0,24	26	166
Maks	0,090	5,8	0,30	247	25	290	1,5	120	55	0,67	37	300
5. Median	0,013	4,3	0,31	6	8	48	0,5	35	29	0,16	20	83
Snitt	0,030	6,0	0,45	10,75	15	77	0,7	62	34	0,19	23	168
Maks	0,140	20,0	1,50	30	68	300	1,6	197	59	0,65	38	600
6. Median	0,019	7,0	0,58	19	5	24	0,5	27	35	0,09	24	60
Snitt	0,023	29,2	1,65	52	6	33	0,6	31	45	0,19	25	80
Maks	0,079	450,0	22	467	15	130	1,4	130	140	1,10	44	260
7. Median	0,037	8,9	0,35	66	9	69	1,0	65	45	0,60	33	217
Snitt	0,127	14,1	0,57	54	9	84	1,1	63	48	0,88	35	202
Maks	1,200	89,0	2,80	81	20	246	3,6	110	120	3,44	91	440
8. Median	0,029	3,7	0,22	83	6	36	0,7	39	42	0,13	30	130
Snitt	0,044	6,8	0,54	125	6	42	0,8	46	48	0,17	34	129
Maks	0,200	50,0	4,7	411	16	190	1,8	130	110	0,64	74	290
9. Median	0,025	7,6	0,73	362	6	41	0,6	76	49	0,24	27	232
Snitt	0,157	22,4	1,36	1081	13	77	0,9	199	59	0,32	34	430
Maks	1,500	250,0	13	10000	113	440	5,4	2780	218	2,31	94	3280
10. Median	0,019	5,0	0,56	4,7	5	14	0,5	26	37	0,06	25	65
Snitt	0,033	8,4	0,84	7	5	15	0,5	29	44	0,06	29	75
Maks	0,100	23,0	2,30	24	11	37	1,1	68	67	0,13	44	180
11. Median	0,013	2,9	0,21	2,75	8	29	0,7	39	49	0,10	28	110
Snitt	0,039	6,3	0,63	6	10	34	0,6	39	47	0,15	29	113
Maks	0,280	21,0	3,00	28	25	85	0,9	70	72	0,69	44	180

4.1.2 Økotoksikologiske undersøkelser

Det er gjennomført økotoksikologiske undersøkelser i alle 11 delområder. Det er utført tester på *Skeletonema* i porevann og *Skeletonema* i organisk ekstrakt. I tre av de 11 prøvene fra hhv. delområde Ilsvika øst, Brattøra sør og Nyhavna var materialet av en slik art at det ikke var mulig å utføre testing på porevann. Testing på organisk ekstrakt er gjennomført for alle prøver. Resultater fra testene utført i 2009/2010 viser at porevannet fra alle de 8 analyserte prøvene viser en toksisk respons, mens det i de organiske ekstrakter ble observert toksisitet i 8 av 11 prøver.

4.1.3 Biota-undersøkelser

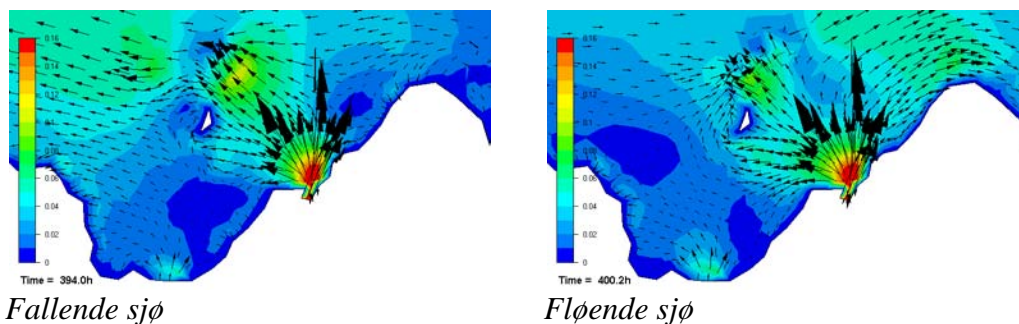
Kostholdsrådet for Trondheim havn ble første gang innført i 2002 og er ikke vurdert siden. Dette rådet fraråder konsum av blåskjell fra området Fagervika og Ilsvika, samt konsum av fiskelever i havnebassenget fra Korsvika via Nyhavna og nedre del av Nidelva til Rosenborgbassenget. Rådet er basert på forurensning av PAH og PCB.

Nye undersøkelser av biota omfatter prøvetaking av fisk i totalt 8 stasjoner. 6 stasjoner er de samme som ble undersøkt i 2001, mens to stasjoner er nyetablerte hhv i Nyhavna og Nidelva. Det er samlet inn blåskjell i 4 stasjoner og tang fra 7 stasjoner i området. Undersøkelser av biota er gjennomført av DNV og resultater fra disse undersøkelsene er gitt i delrapport 2 (DNV, 2010).

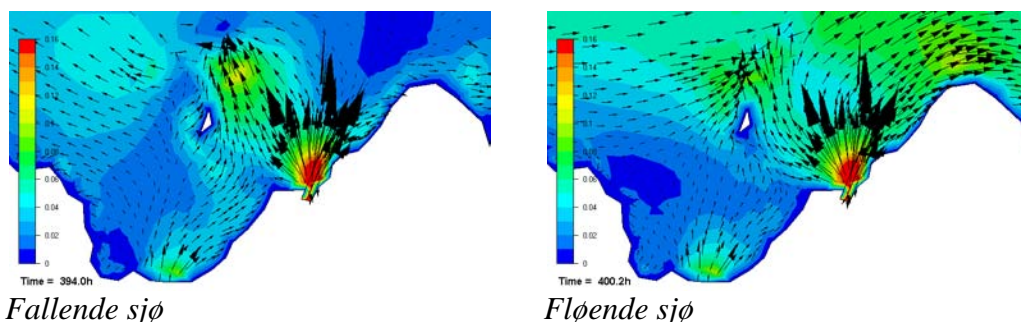
5 Strømforhold

Hovedstrømningsretningen i Trondheimsfjorden går fra Høvringen i vest til Ladehammeren i øst.

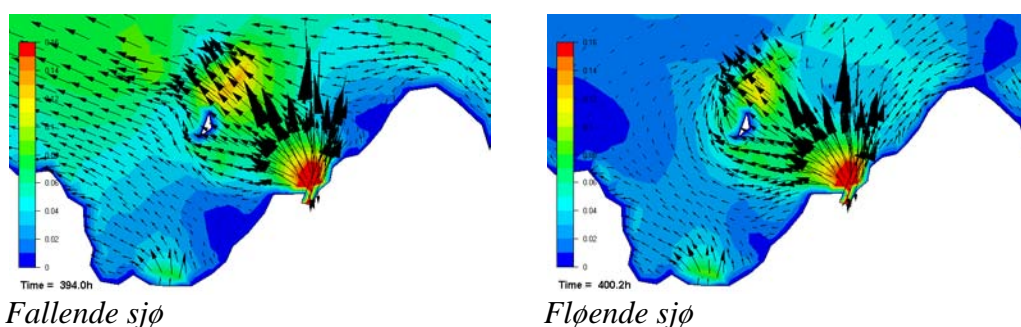
SINTEF har beregnet ulike strømsituasjoner i Trondheim havn ved hjelp av en numerisk modell (SINTEF, 2001). Beregningen viser øyeblikksbilder av overflatestrømmen.



Figur 2: Beregnet overflatestrøm uten vind (SINTEF, 2001)



Figur 3: Beregnet overflatestrøm med laber bris fra sørvest (SINTEF, 2001)



Figur 4: Beregnet overflatestrøm med laber bris fra sørøst (SINTEF, 2001)

Figurene viser at brakkevann fra Nidelva har stor innflytelse på situasjonen i overflatelaget. Generelt vil det langs sjøbunnen gå en strøm av tungt, salt vann i motsatt retning av den brakke elvestrømmen i overflaten.

6 Risikovurdering - Trinn 1

6.1 Innledning

SFTs (nå Klif) veileder for forurenset sediment /1/ er utarbeidet til bruk i forbindelse med vurdering av behov for risikoreduserende tiltak. Systemet skal blant annet kunne anvendes for å vurdere hvilken risiko de forurensete sedimentene utgjør slik de ligger i dag. Risikovurderingen gjøres trinnvis der hvert trinn er mer arbeidskrevende, men også mer tilpasset de lokale forhold og dermed mindre konservativt enn det foregående.

Trinn 1 er en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 omhandler derfor kun risiko for økologiske effekter, og ikke risiko for human helse. Grenseverdier for de aktuelle parameterne er gitt i Faktaboks 3 i veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Klif, 2007). Grenseverdiene tilsvarer grense for klasse II og III i Klifs reviderte system for miljøklassifisering av marine sedimenter (Klif, 2007 B). Resultater av sammenstilling er vist i samletabell Vedlegg B1.

For at et område skal kunne friskmeldes må:

- Gjennomsnittskonsentrasjonen for hver miljøgift over alle prøvene er lavere enn grenseverdi for Trinn 1 (grense klasse II og III), og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av 2 x grenseverdi eller grense mellom klasse III og IV for stoffet.
- Toksisiteten av sedimentet tilfredsstillende grenseverdiene for alle testene.

6.2 Vurdering og konklusjoner fra Trinn 1

Veilederen for risikovurdering av forurenset sediment /1/ angir følgende parametre som skal analyseres for å karakterisere sedimentet:

- Vanninnhold og innhold av silt og leire
- Tungmetaller (8 prioriterte)
- Enkeltforbindelser av PAH-16
- Enkeltkongener av PCB-7
- TOC, TBT
- Toksisitetstester

Delrapport 1A (NGI, 2011) beskriver prøvetaking og analyser som er utført i undersøkelsene i 2009/2010. Resultatene er rapportert i tabeller og er klassifisert i henholdt til Klifs klassifiseringssystem for sedimenter (Klif, 2007 A) i vedlegg B1.

Gjennomsnittskonsentrasjoner av prøver fra de ulike undersøkelsene er sammenstilt og vist for de enkelte delområdene i Tabell i Vedlegg B2. Kart som viser klassifiserte konsentrasjoner for hvert prøvepunkt er vist for forbindelsene Cu, Zn, Pb, PCB, PAH, BaP og TBT (Vedlegg A3-A9).

Grenseverdiene i Trinn 1-risikovurderingen tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og III iht. Klifs klassifiseringssystem. Stedsspesifikke data, samt sjablongverdier som er benyttet i risikovurderingene er gitt i vedlegg C12. Prosentvis overskridelse av grenseverdiene i Trinn 1 for gjennomsnitts- og maksimumskonsentrasjoner for delområde 1-6 og 7-11 er gitt i hhv Tabell 8 og 9.

Tabell 8: Prosentvis overskridelse av grenseverdiene i Trinn 1 (Øvre grense for tilstandsklasse 2) for gjennomsnitts- og maksimumskonsentrasjonen for delområde 1-6

	1. Høvringen		2. Fagervika		3. Ilsvika øst		4. Ilabassenget		5. Brattøra sør		6. Brattøra nord	
	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt
Arsen	400 %		2208 %	856 %	567 %	80 %			31 %			
Bly	93 %		2069 %	716 %	653 %	234 %	249 %	11 %	261 %		57 %	
Kadmium	1906 %	185 %	785 %	279 %	362 %	63 %						
Kobber	665 %	88 %	5782 %	2459 %	498 %	92 %	135 %	21 %	286 %	37 %	155 %	
Krom (tot)					114 %							
Kvikksølv	12 %		25 %		678 %	56 %	6 %		3 %		75 %	
Nikkel	20 %		119 %		82 %							
Sink	233 %		2650 %	1029 %	678 %	233 %			67 %			
PAH- forbindelser												
Naftalen	3 %								3 %		1555 %	
Acenaftylene	145 %		294 %						294 %		1173 %	85 %
Acenaften	6 %				150 %				200 %		500 %	
Fluoren					35 %				100 %		1554 %	12 %
Fenantren	220 %		100 %		480 %	112 %	78 %		440 %	44 %	3300 %	231 %
Antracen	1868 %	410 %	1448 %	145 %	1507 %	682 %	577 %	184 %	1771 %	453 %	20223 %	1605 %
Fluoranten	3312 %	696 %	1429 %	213 %	2782 %	988 %	606 %	339 %	2076 %	574 %	8135 %	1144 %
Pyren	1186 %	263 %	686 %	79 %	990 %	371 %	257 %	123 %	829 %	205 %	3471 %	519 %
Benzo(a) Antracen	2067 %	670 %	1567 %	302 %	3733 %	1407 %	567 %	379 %	2567 %	693 %	8733 %	1229 %
Krysen	471 %	79 %	29 %		757 %	239 %	82 %	35 %	543 %	98 %	1507 %	191 %
Benzo(b) Fluoranten	358 %	73 %	4483 %	429 %	1358 %	429 %	150 %	43 %	608 %	100 %	1400 %	307 %
Benzo(k) Fluoranten	338 %	40 %	324 %	0 %	281 %	111 %	43 %		519 %	90 %	1424 %	267 %
Benzo(a) Pyren	117 %		129 %		183 %	15 %			257 %	7 %	710 %	80 %
Ind.(1,2,3-cd)Pyren	815 %	199 %	1028 %	197 %	2666 %	977 %	432 %	213 %	1538 %	401 %	3943 %	847 %
Di.(a,h) Antracen											12 %	
Benzo(ghi) perylen	3376 %	1150 %	2519 %	676 %	7043 %	2529 %	1090 %	666 %	4138 %	1145 %	8471 %	2098 %
Sum PCB7	47 %		136 %		9 %		399 %	108 %	761 %	30 %	1876 %	101 %
TBT-ion	189 %				123 %		606 %	182 %			1234 %	66 %

Tabell 9: Prosentvis overskridelse av grenseverdiene i Trinn 1 (øvre grense for tilstandsklasse 2) for gjennomsnitts- og maksimumskonsentrasjonen for delområde 7-11.

	7. Kanalen		8. Nidelva		9. Nyhavna		10. Ladehammeren		11. Munkholmen	
	Maks	Middel	Maks	Middel	Maks	Middel	Maks	Middel	Maks	Middel
Arsen					117 %					
Bly	196 %		129 %		241 %				3 %	
Kadmium					53 %					
Kobber	116 %	44 %	155 %	11 %	5351 %	349 %	33 %		37 %	
Krom totalt										
Kvikksølv	332 %	5 %			26 %				10 %	
Nikkel	98 %		61 %		104 %					
Sink					811 %	23 %				
PAH- forbindelser										
Naftalen					107 %					
Acenaftylene	1264 %	160 %	385 %		1355 %	229 %	355 %	67 %	900 %	49 %
Acenaften	88 %		175 %		25 %				88 %	
Fluoren	23 %		88 %		35 %					
Fenantren	660 %	84 %	580 %		280 %		180 %		320 %	5 %
Antracen	7319 %	923 %	1900 %	277 %	3448 %	572 %	1319 %	448 %	1965 %	450 %
Fluoranten	4194 %	1154 %	2606 %	616 %	5194 %	899 %	2018 %	702 %	2076 %	494 %
Pyren	1971 %	413 %	1186 %	282 %	2293 %	391 %	1043 %	329 %	936 %	243 %
Benzo(a)antracen	2567 %	862 %	4900 %	584 %	8233 %	1139 %	5067 %	1108 %	2733 %	738 %
Krysen	579 %	134 %	971 %	62 %	1543 %	156 %	971 %	157 %	543 %	78 %
Benzo(b) Fluoranten	1400 %	337 %	733 %	110 %	1650 %	456 %	1150 %	334 %	1317 %	226 %
Benzo(k) Fluoranten	1614 %	188 %	662 %	75 %	1710 %	262 %	1186 %	317 %	1376 %	239 %
Benzo(a)pyren	567 %	37 %	281 %		781 %	92 %	448 %	99 %	614 %	58 %
Indeno (1,2,3-cd)pyren	1964 %	688 %	1985 %	398 %	3091 %	890 %	1560 %	658 %	1368 %	450 %
Dibenzo(a,h) Antracen					2 %					
Benzo(ghi)perylene	4662 %	1721 %	4662 %	1283 %	7043 %	2262 %	3805 %	1585 %	3186 %	1155 %
Sum PCB7	796 %	248 %	1084 %	151 %	2374 %	165 %	521 %	96 %	1561 %	119 %
Tributyltinn (TBT-ion)	131 %	46 %	1074 %	341 %	108471 %	3197 %				

*Grenseverdi som benyttes i beregningsverktøyet er 35 µg/kg for TBT.

For TBT overskrides grenseverdi fra risikovurdering trinn 1 (35 µg/kg) i flere områder. Grensen mellom klasse II og III er 20 µg/kg som er benyttet ved klassifisering av prøver i oversiktstabeller vedlegg B1.

Resultatene viser at det ikke er noen områder som kan friskmeldes etter trinn 1, og det er derfor nødvendig å gjennomføre Trinn 2-risikovurdering for samtlige områder.

7 Risikovurdering – Trinn 2

En trinn 2-vurdering har som mål å fastslå om risikoen for skade på miljø eller helse forbundet med sedimentene der de ligger er akseptabel, eller om man må vurdere tiltak. Vurderingen gjøres ut fra miljøgiftenes mobilitet og fra stedlige forhold. Trinn 2 omfatter vurdering av:

- Risiko for spredning av miljøgifter
- Risiko for human helse
- Risiko for økosystemet

Risiko for spredning av miljøgifter vurderes ut fra beregnet miljøgifttransport fra sedimentet til vannmassene via diffusjon og bioturbasjon, oppvirvling av partikler som følge av bølger og skipstrafikk. Opptak i organismer og videre spredning gjennom næringskjeden er også inkludert i beregningene.

Risiko for helse vurderes ved å beregne en total livstidsdose (oppgitt som mg pr kg kroppsvekt pr dag gjennom hele livsløpet) basert på transport fra sedimentet til mennesker. Hovedveien er transport gjennom næringskjeden til fisk og skalldyr, men andre sannsynlige kontaktveier som oralt inntak av sediment, inntak av overflatevann, inntak av partikulært materiale, hudkontakt med sediment og hudkontakt med vann er også inkludert. Denne livstidsdosen sammenliknes så med gitte grenseverdier: tolerabelt daglig inntak (TDI) for stoffer der dette er fastsatt av Mattilsynet, eller maksimal tolerabel risiko (MTR) for de øvrige stoffene. Siden mennesker er utsatt for miljøgifter fra flere kilder kan kun 10 % av den totale eksponeringen et menneske kan utsettes for komme fra sedimentrelatert eksponering. Derfor sammenliknes eksponeringsdosen med MTR/TDI 10 %. Grenseverdien for TBT er satt lik 100 % da man antar at all påvirkning fra dette stoffet stammer fra sediment.

Risiko for effekter på økosystemet vurderes ut fra beregnede konsentrasjoner av miljøgifter som organismer i vann og sediment eksponeres for sammenliknet med relevante grenseverdier og effekter.

7.1 Stedsspesifikke forutsetninger for vurderingene

I Klifs beregningsverktøy for risikovurdering av forurenset sediment er det i Trinn 2 lagt til grunn noen forutsetninger for å beregne risiko ved spredning, risiko for human helse og risiko for økosystemet. Forutsetningene er gitt som sjablongverdier i beregningsverktøyet. Sjablongverdiene er konservative for ikke å underestimere risikoen. I tilfeller hvor det eksisterer lokale verdier/målinger som kan erstatte sjablongverdiene er disse benyttet og risikovurderingen er mer relevant for området.

I risikovurderingen for Trondheim havn er det for de 11 delområdene lagt inn verdier for antall skipsanløp. Antall anløp er oppgitt av Trondheim Havn basert på trafikk situasjonen i 2010 for større båter. Når det gjelder mindre båter, fritidsbåter

og fiskebåter, er erfaringstall fra Trondheim Havn benyttet. Mengde oppvirvlet sediment i Trinn 2-vurderingen er hentet fra risikoveilederen basert på sedimenttype og type havn (stor, liten eller industrihavn). Sedimenttype er basert på kornfordelinger. I spredningsvurderingene er det forutsatt at hele arealet som er grunnere enn 20 m blir påvirket av propelloppvirvling. Dette er en konservativ vurdering da hovedandelen av oppvirvling erfaringsmessig foregår ved oppbremsing, start av motorer og manøvrering av båter.

Eksponeringsveier og -tider er vurdert til å være avhengig av arealbruk. I de øvrige beregningene er sjablongverdier benyttet. Arealbruken er bestemt av Trondheim kommune. Eksponeringsveier for vurdering av risiko for human helse er gitt i Tabell 10, mens oversikt over arealbruken i de ulike delområdene er gitt i Tabell 11. Det er valgt å beholde sjablongverdiene for eksponeringstider da det ikke er bakgrunn for å endre disse. Stedsspesifikke data for alle delområder er gitt i Vedlegg C12.

Tabell 10: Eksponeringsveier for vurdering av risiko for human helse ved ulike typer arealbruk relatert til sjø

Arealbruk	Oralt inntak				Hudkontakt	
	Sediment	Overflatevann	Partikulært materiale	Fisk og skalldyr	Sediment	Overflatevann
Verneområde			X	X		
Badeplass	X	X	X	X	X	X
Rekreasjon		X	X	X	X	X
Fiskeoppdrett		X	X	X		X
Småbåthavn		X	X	X	X	X
Havn				X		
Industri				X		

Tabell 11: Oversikt over arealbruk for de ulike delområdene

Delområde	Arealbruk
1. Høvringen	Rekreasjon
2. Fagervika	Rekreasjon
3. Ilsvika øst	Badeplass
4. Ilbassenget	Småbåthavn
5. Brattøra sør	Rekreasjon
6. Brattøra nord	Havn
7. Kanalen	Småbåthavn
8. Nidelva	Rekreasjon
9. Nyhavna	Havn/industri
10. Ladehammeren	Badeplass
11. Munkholmen	Badeplass

Data fra DNVs biota-undersøkelser (DNV, 2010) hvor innholdet av tungmetaller og organiske stoffer i fisk, fiskelever og skjell (blåskjell) analysert er benyttet i risikovurderingen. Tall for inntak av fisk og skalldyr er sjablongverdier benyttet i beregningene da det ikke foreligger lokale data for inntak av fisk. Statens næringsmiddeltilsyn har utført en undersøkelse som vurderer hvor stor andel av det totale inntaket av sjømat som utgjøres av lever og skjell (SNT, 2002). Av det totale inntaket på 0,138 kg fiskefilet pr. dag for voksne er tilsvarende inntak av lever 0,0124 kg. Det er ikke oppgitt en tilsvarende fordeling for barn, men det er derfor antatt at den prosentvise fordelingen er den samme for barn og voksne. I risikovurderingen er dermed konsentrasjoner målt i fisk og blåskjell brukt direkte i beregningene, mens konsentrasjoner i fiskelever er justert ned da inntaket er lavere.

Det er utført stedsspesifikke målinger for diffusjon ved diffusjonskammere samt at det er utført porevannsanalyser. I trinn 2-vurderingen er porevannskonsentrasjoner benyttet for å få stedsspesifikke mål på utlekkingen av tungmetaller, PAH, PCB og TBT fra sedimentene. Diffusjonsmålinger ved bruk av diffusjonskammere gir kun stedsspesifikke vurderinger for organiske forbindelser og er diskutert i kapittel 8.1.

De stedsspesifikke risikovurderingene for hvert delområdet er gitt i Vedlegg C1-C11. Tabeller med inngangsdata for spredningsvurderinger er gitt i Vedlegg C12, mens inngangsdata for helsevurderinger er gitt i Vedlegg C13.

7.2 Risiko for spredning delområde 1-11

For hvert delområde er den totale spredningen beregnet som summen av spredning fra diffusjon, skipstrafikk og spredning ved organismer. Den totale spredningen er i hvert delområde sammenstilles med spredningen fra et sediment tilsvarende tilstandsklasse 2 i Klifs beregningsverktøy for å vurdere om spredningen er akseptabel. Hvilke parametere som overskrider grenseverdi for spredning er gitt for hvert delområde i Tabell 15. Prosentandel overskridelse for hver parameter er gitt for hvert delområde i vedlegg C1-C12, og samlet i vedlegg C13. For PCB er det i beregningsverktøyet kun oppgitt grenseverdi for spredning for sum PCB7, og mens stoffdataene som benyttes i beregninger av spredning kun finnes for enkeltkongenene av PCB. Akseptabel spredning er derfor ikke beregnet, og PCB er derfor vurdert ut fra total mengde som spres.

I Tabell 12 er den totale spredningen (fluks) gitt i mg pr. m² pr år vist for hvert delområde. De høyeste verdiene for hvert enkelt stoff er skravert. For tungmetallene bly, kobber, krom, nikkel og sink er det delområdet Nyhavna som har de høyeste verdiene for spredning. For arsen og kvikksølv er det delområdet Kanalen som har de høyeste spredningsverdiene. Kadmium er høyest i delområdet Brattøra nord for sedimenter dypere enn 20 m. For de organiske parametrene PAH og PCB, samt TBT skiller Høvringen seg ut. Fluks for enkeltkomponenter er gitt i bilag C.

Tabell 12: Beregnet spredning (fluks) i $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ for de ulike delområdene

	1.Høvringen Grunnere enn 20 m	1.Høvringen dypere enn 20 m ¹⁾	2.Fagervika Grunnere enn 20 m	2.Fagervika dypere enn 20 m	3.Ilsvika øst	4.Ilabassenget	5.Brattøra sør grunn enn 20 m	5.Brattøra sør Dypere enn 20 m	6.Brattøra nord grunnere enn 20 m	6.Brattøra nord dypnn enn 20 m	7.Kanalen	8.Nidelva	9.Nyhavna	10.Ladehammen grunere enn 20 m	10.Ladehammen dypere enn 20 m	11.Munkholmen
Arsen	153	83	275	320	28.6	233.3	61.98	93.30	87.34	66.66	311	236.9	162.4	86.66	56.66	59.33
Bly	1.62	3.7	14.4	0.71	10.19	31.76	1.61	3.85	3.96	30.87	25.4	2.31	38.23	0.71	0.71	0.71
Kadmium	0.54	0.6	0.74	0.53	0.61	0.84	0.53	0.53	0.59	7.95	0.86	0.56	0.94	0.53	2.44	1.67
Kobber	2.19	35	27	1.33	2.97	21.97	1.32	1.32	4.61	25.40	27.2	3.35	140.8	1.32	28.04	19.80
Krom	2.75	2.2	3.22	2.19	7.06	14.65	2.19	2.19	6.82	2.19	23.0	4.18	39.07	2.19	2.19	2.19
Kvikksølv	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08	0.10	0.00	0.02	0.03	0.01	0.28	0.01	0.17	0.004	0.005	0.010
Nikkel	14.02	26	5.53	4.87	27.62	14.26	13.15	11.70	7.51	26.81	19.3	13.08	35.41	4.87	19.99	18.27
Sink	33.05	38	97	5.58	146	203.6	45.19	70.07	13.32	98.95	76	21.05	290.7	14.42	44.59	5.46
PAH	1059	26.51	3.07	0.62	1.84	2.48	1.50	0.94	2.60	1.23	4.85	1.15	29.25	0.32	0.63	0.56
B(a)p	16.72	0.31	0.03	0.005	0.03	0.08	0.02	0.03	0.07	0.06	0.209	0.02	1.01	0.003	0.024	0.006
PCB	0.0009	0.018	0.0018	0.0002	0.001	0.012	0.0001	0.0002	0.0040	0.0005	0.021	0.0018	0.0286	0.0001	0.0004	0.0001
TBT	0.09	2.226	0.0019	0.004	0.006	0.035	0.002	0.004	0.009	0.011	0.028	0.027	0.745	0.004	0.004	0.032

1) Beregning uten porevann, ikke porevannsdato for delområdet Høvringen, dypere enn 20 m.

I tillegg til fluksberegninger er også den totale spredningen fra de ulike delområdene beregnet og vist i Tabell 13 og Tabell 14. Mengden er basert på at man benytter beregnet fluks fra sedimentene gitt i Tabell 12 multiplisert med det totale arealet for området. Grå skravering viser de områder med høyere spredning enn andre delområder.

Spredningen av arsen er generelt høy for alle delområder. Det er benyttet målte porevannsdato for arsen. Porevannskonsentrasjoner av arsen er også høye i sedimentprøver hvor det ikke er påvist høye arsenkonsentrasjoner i sedimentet. Dette er en overraskende observasjon og kan muligens skyldes oksidasjon av sedimentprøvene ved bestemmelse av porevannskonsentrasjonen. Også analytisk usikkerhet kan ha hatt innvirkning på resultatet for arsen.

Tabell 13: Årlig spredning fra delområde 1-5 oppgitt i kg/år

	1.Høvringen grunnere enn 20 m	1.Høvringen dypere enn 20 m ¹⁾	2.Fagervika grunnere enn 20 m	2.Fagervika dypere enn 20 m	3.Ilsvika øst	4.Ila-bassenget	5.Brattøra sør grunnere enn 20 m	5.Brattøra sør dypere enn 20 m
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Arsen	13.93	99.76	22.23	99.7	1.78	22.27	8.83	35.00
Bly	0.15	4.42	1.16	0.22	0.63	3.03	0.23	1.45
Kadmium	0.05	0.7	0.06	0.17	0.04	0.08	0.08	0.20
Kobber	0.20	42	2.18	0.41	0.19	2.10	0.19	0.49
Krom	0.25	2.61	0.26	0.68	0.44	1.40	0.31	0.82
Kvikksølv	0.001	0.02	0.002	0.01	0.005	0.009	0.001	0.007
Nikkel	1.27	31.24	0.45	1.52	1.72	1.36	1.87	4.39
Sink	3.00	45.83	7.80	1.74	9.14	19.43	6.44	26.29
PAH	96	31.86	0.25	0.19	0.11	0.24	0.21	0.35
B(a)p	1.52	0.37	0.002	0.001	0.002	0.008	0.002	0.013
PCB	8.E-05	0.0219	0.0001	5E-05	0.0001	1.E-03	1.E-05	8.E-05
TBT	0.01	2.68	0.0002	0.001	0.0004	0.0034	0.0003	0.0014

1) Beregning uten porevann, ikke porevannsdata for delområdet Høvringen, dypere enn 20 m.

Tabell 14: Årlig spredning fra delområde 6-11 oppgitt i kg/år

	6.Brattøra nord grunnere enn 20 m	6.Brattøra nord dypere enn 20 m	7.Kanalen	8.Nidelva	9.Nyhavna	10.Ladehammeren grunnere enn 20 m	10.Ladehammeren dypere enn 20 m	11.Munkholmen
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Arsen	22.58	31.00	29.6	55.59	21.34	14.86	32.51	295.47
Bly	1.02	14.36	2.42	0.54	5.02	0.12	0.41	3.54
Kadmium	0.15	3.70	0.08	0.13	0.12	0.09	1.40	8.31
Kobber	1.19	11.81	2.59	0.79	18.50	0.23	16.09	98.62
Krom totalt	1.76	1.02	2.19	0.98	5.13	0.38	1.26	10.92
Kvikksølv	0.008	0.005	0.03	0.003	0.023	0.001	0.003	0.050
Nikkel	1.94	12.47	1.83	3.07	4.65	0.84	11.47	91.01
Sink	3.44	46.02	7.23	4.94	38.19	2.47	25.58	27.20
PAH	0.67	0.57	0.46	0.27	3.84	0.05	0.36	2.77
B(a)p	0.019	0.027	0.02	0.006	0.132	0.0005	0.0137	0.0281
PCB	1.E-03	2.E-04	0.002	4.E-04	4E-03	3.E-05	2.E-04	4.E-04
TBT	0.0023	0.0053	0.003	0.0063	0.0978	0.0006	0.0021	0.1599

7.2.1 Spredningsvurdering for tilstandsklasse 3 i sedimenter

Forslag til operasjonelle mål for Trondheim havnebasseng er i tiltaksplanen foreslått til tilstandsklasse 3 i sedimenter (DNV, 2011). Standard spredningsvurdering som er gitt i Vedlegg C benytter en grenseverdi for spredning basert på at sedimentkonsentrasjonen er lik grenseverdi for trinn 1 risikovurdering som tilsvarende tilstandsklasse 2 i sedimenter.

Med forslag til operasjonelt mål om tilstandsklasse 3 er det derfor gjennomført en spredningsvurdering i beregningsverktøyet basert på at grenseverdien for spredning er lik spredning fra et tilstandsklasse 3-sediment. Resultater for spredningsberegningene er gitt i Vedlegg C13. Resultatene er oppsummert i Tabell 15. Prosentfordelinger for de ulike parametere som overskrider de ulike grenseverdiene er gitt i Vedlegg C13. I Tabell 15 er kun total overskridelse basert på middelkonsentrasjoner i sedimenter oppgitt. Parametere som endrer status ved bruk av tilstandsklasse 3 er vist i kursiv.

Tabell 15: Spredning fra tilstandsklasse 3 sediment sammenstilt med standard spredningsvurdering (tilsvarende tilstandsklasse 2 i sediment).

Delområde		Parametere som overskrider spredning fra klasse 2 sediment (trinn 1 risikovurdering)	Parameteres som overskrider spredning fra klasse 3 sediment
1. Høvringen	< 20 m	As, <i>Cd</i> PAH (13 stk)	As PAH (11 stk)
	> 20 m	As, <i>Cd</i> , <i>Zn</i> PAH (9 stk)	As PAH (5 stk)
2. Fagervika	< 20 m	As, <i>Pb</i> , <i>Cd</i> , Cu, <i>Zn</i>	As, <i>Pb</i> , Cu, <i>Zn</i>
	> 20 m	As, <i>Cd</i>	As
3. Ilsvika øst		<i>Pb</i> , <i>Cd</i> , <i>Hg</i> , <i>Zn</i>	<i>Pb</i> , <i>Hg</i> , <i>Zn</i>
4. Ilbassenget		As, <i>Zn</i> PAH (1 stk)	As
5 Brattøra sør	< 20 m	As, <i>Cd</i> , <i>Zn</i>	<i>Zn</i>
	> 20 m	As, <i>Pb</i> , <i>Cd</i> , <i>Zn</i>	As, <i>Zn</i>
6. Brattøra nord	< 20 m	As, <i>Cd</i> PAH (2 stk)	As
	> 20 m	As, <i>Pb</i> , <i>Cd</i> , Cu, <i>Zn</i>	<i>Pb</i> , <i>Cd</i> , Cu, <i>Zn</i>
7. Kanalen		As, <i>Hg</i> , PAH (4 stk)	As, PAH (3 stk)
8. Nidelva		As, <i>Cd</i>	As
9. Nyhavna		As, Cu, <i>Zn</i> PAH (9 stk)	As, Cu PAH (6 stk)
10. Ladehammeren	< 20 m	As, <i>Cd</i>	As
	> 20 m	As, <i>Cd</i> , <i>Cr</i> , <i>Zn</i>	<i>Cd</i> , Cu
11. Munkholmen		As, <i>Cd</i> , Cu	<i>Cd</i> , Cu

7.3 Human risiko – delområde 1-11

Human risiko er vurdert i forhold til maksimal tolerabel risiko (MTR) og livslang tolerabel inntak av miljøgiftene (TDI). Grenseverdien for human risiko MTR/TDI 10 % er gitt som grenseverdi når 10 % av eksponeringen er sedimentrelatert.

For vurdering av human risiko er det for de ulike delområdene brukt data hentet fra det aktuelle delområdet. I tillegg er det vurdert at enkelte fiskedata kan gjelde for flere områder som grenser inn til hverandre. Følgende data er brukt for de ulike delområdene, vist i Tabell 16. I Tabell 17 og Tabell 18 er prosentvis overskridelse for de ulike delområdene presentert.

Tabell 16: Biota-stasjoner i trinn 2 beregninger per område

Delområde	Fiskestasjon	Blåskjellstasjon
1.Høvringen	Høvringen	Ingen data
2.Fagervika	Ila	Fagervika
3.Ilsvika øst	Ila	Ila molo
4.Ilabassenget	Ila	Ila molo
5.Brattøra sør	Ila	Ila molo
6.Brattøra nord	Turistskipkaia	Ladeh. molo
7.Kanalen	Ingen data	Ingen data
8.Nidelva	Nidelva	Ladeh. molo
9.Nyhavna	Ingen data	Ingen data
10.Ladehammeren	Korsvika	Korsvika
11.Munkholmen	Ingen data	Ingen data

For områdene Kanalen, Nyhavna og Munkholmen er ikke de aktuelle biota-data tilgjengelig. Beregninger knyttet til inntak baserer seg dermed på beregnede vevskonsentrasjoner i beregningsverktøyet til risikoveilederen.

Arsen, kvikksølv og PCB skiller seg ut som de parametere som hyppigst overskrider maksimal tolerabel risiko (MTR/TDI 10 %). I tillegg er det i delområdet Høvringen en del PAH-forbindelser som overskrider MTR/TDI 10 %.

Overskridelsen av arsen antas å være knyttet til høye porevannskonsentrasjoner av arsen. De reelle porevannskonsentrasjonene av arsen antas å være lavere enn målte konsentrasjoner pga. metodikken for utførte porevannsmålinger. Det er kun parametere som overskrider MTR /TDI 10 % som er vist i tabellene.

Tabell 17: Prosentvis overskridelse av maksimal tolerabel risiko når 10 % av eksponeringen er sedimentrelatert (MTR/TDI 10 %), delområde 1-5

Område	1. Høvringen		2. Fagervika		3. Ilsvika øst	4. Ila-bassenget		5. Brattøra sør	
	< 20 m	>20 m	< 20 m	>20 m	< 20 m	< 20 m	< 20 m	>20 m	
Arsen	236,8 %	237,1 %	2022,4 %	1642,4 %	1471,5 %	1394,5 %	1392,5 %	1393,0 %	
Bly			148,1 %		30,6 %				
Kadmium			355,9 %	336,5 %	306,3 %	299,1 %	299,1 %	299,1 %	
Kvikksølv	407,3 %	407,3 %	573,4 %	570,5 %	572,3 %	564,0 %	564,0 %	564,0 %	
Fenantren	6845,0 %								
Antracen	1140,5 %								
Fluoranten	14821,9 %								
Benzo(a) antracen	35913,3 %	263,7 %							
Krysen	28159,3 %	242,5 %							
Benzo(k) fluoranten	14716 %	262,9 %							
Benzo(a) pyren	2362346 %	51552,7 %							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1004,6 %								
Benzo(ghi) perylen	1102,1 %								
Sum PCB7	1396,4 %	1396,4 %	682,6 %	682,0 %	689,2 %	688,9 %	688,9 %	688,8 %	

Tabell 18: Prosentvis overskridelse av maksimal tolerabel risiko når 10 % av eksponeringen er sedimentrelatert (MTR/TDI 10 %), delområde 6-11

Område	6. Brattøra nord	7. Kanalen	8. Nidelva	9. Nyhavna	10. Ladehammeren		11. Munkholmen
	>> 20 m				<20 m	>20 m	
Arsen	2627,8 %	41,6 %	1353,7 %		1751,2 %	1746,1 %	
Kadmium	685,0 %		293,8 %		207,7 %	206,8 %	
Krom totalt	23,6 %						
Kvikksølv	213,0 %		597,3 %		338,8 %	338,3 %	
Benzo(a) antracen				56,4 %			
Benzo(k) fluoranten				36,2 %			
Benzo(a)pyren		344,0 %		21432,6 %			361,6 %
Sum PCB7			2328,4 %	62,8 %	1535,7 %	1534,6 %	-

Resultatene fra risikovurderingen viser at det er for høye konsentrasjoner av enkelte tungmetaller, PAH og PCB i forhold til 10 % MTR/TDI.

MTR-verdi for PCB er meget lav. Det betyr at selv med en mindre konservativ vurdering hvor man sammenligner konsentrasjoner med 100 % MTR, vil målte konsentrasjoner av PCB være for høye i biota i de fleste områdene.

Human risiko beregnet for samtlige delområder er hovedsakelig knyttet til inntak av fisk og skaldyr. Prøvene fra biota-undersøkelsene utført av DNV (DNV, 2010)

er i delrapport 2 klassifisert i henhold til veileder for ”Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann” (Klif (tidl. SFT), 1997). Undersøkelsene i 2010 viser at konsentrasjoner av metaller, TBT, PCB og PAH i blåskjell tilsvarer tilstandsklasse 1 (ubetydelig - lite forurenset). I torskelever tilsvarer konsentrasjoner av PCB tilstandsklasse 1 til tilstandsklasse 3 (moderat forurenset). Det er ingen direkte sammenheng mellom tilstandsklassifiseringen og beregning av risiko for human helse i Klifs beregningsverktøy.

7.3.1 Endret arealbruk i delområde 9 Nyhavna

For delområdet Nyhavna er det gjennomført en tilleggsrisikovurdering basert på at området endres fra havn / industri til rekreasjonsarealer. Beregningene er vist i Vedlegg C9 - Risikovurdering for område 9 Nyhavna.

Ved å endre arealbruken til rekreasjon vil inntak av overflatevann og partikulært materiale, samt hudkontakt med sediment og overflatevann, gi en økt human eksponering i området. Beregningene viser imidlertid at inntak av fisk og skalldyr fortsatt er den dominerende eksponeringsveien for helserisikoen i området, slik at den beregnede risikoen ikke endres merkbart. Ved å omgjøre området til rekreasjon vil volumet inntak av fisk i området muligens kunne øke pga. større tilgjengelighet til området.

7.4 Økologisk risiko – delområde 1-11

Økologisk risiko er vurdert ved å sammenligne beregnede og målte porevannskonsentrasjoner med Predicted No Effect Concentration in water ($PNEC_w$), verdier for de ulike stoffene, sammen med resultater fra økotokstestene. Den prosentvise overskridelsen av $PNEC$ for de ulike delområdene er oppsummert i Tabell 19 for delområde 1-5 og Tabell 20 for delområde 6-11. Kun parametere som viser overskridelse av $PNEC_w$ vises i tabellene. Der det foreligger målte porevannskonsentrasjoner er dette oppgitt. I Vedlegg C er både målte og beregnede data for porevann vist.

Porevannskonsentrasjonen av arsen overskrider $PNEC_w$ i alle delområder bortsett fra område 3 Ilsvika. Av andre tungmetaller skiller sink og nikkelt seg ut med overskridelse i 8 av 11 delområder. Porevannskonsentrasjoner av PAH er høye i delområde 1 og 9. TBT i porevann overskrider $PNEC_w$ -verdi i alle delområder. Den prosentvise overskridelsen av TBT er høy da det er den effektbaserte grenseverdien (tilsvarende tilstandsklasse 2 i vann) som benyttes i beregningsverktøyet, mens det for sedimenter er en forvaltningsmessig verdi som benyttes.

Resultatene fra økotokstestene viser overskridelse av *toxic unit* (TU)-verdi i porevann i alle prøver bortsett fra for område 3 og 9, hvor det ikke var mulig å få ut porevann pga. sedimentets tetthet. TU-verdi for organisk ekstrakt viste overskridelse i 8 av 11 delområder. For delområde 1, 5 og 11 var TU-verdi for organisk ekstrakt tilfredsstillende. Resultater er vist i Tabell 21. Overskridelse av TU-verdi er skravert.

Tabell 19: Prosentvis overskridelse av $PNEC_w$ for tungmetaller, PAH og TBT, delområde 1-5

Stoff	1. Høvringen	2. Fagervika <20 m	2. Fagervika >20 m	3. Ilsvika	4. Ila-bassenget	5. Brattøra sør <20 m	5. Brattøra sør >20 m
Arsen	379.2 %	733.3 %	900.0 %		608.3 %	93.8 %	191.7 %
Nikkel	27.3 %			150.0 %		22.7 %	9.1 %
Sink	86.2 %			658.6 %	796.6 %	196.6 %	348.3 %
Antracen	140.0 %						
Fluoranten	297.3 %						
Pyren	2271.9 %	44.9 %		79.5 %	25.6 %		7.0 %
Benzo(a)antracen	674.5 %						
Krysen	517.9 %						
Benzo(b)fluoranten	81.2 %						
Benzo(k)fluoranten	44.2 %						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	226.1 %						
Benzo(ghi)perylene	1030.1 %						
TBT	9423.8 %	138.1 %	376.2 %	661.9 %	138.1 %	138.1 %	376.2 %

Tabell 20: Prosentvis overskridelse av $PNEC_w$ for tungmetaller, PAH og TBT, delområde 6-11

Stoff	6. Brattøra nord <20 m	6. Brattøra nord >20 m	7. Kanalen	8. Nidelva	9. Nyhavna	10. Ladehammeren < 20 m	10. Ladehammeren >20 m	11. Munkholmen
Arsen	170.8 %	108.3 %	858.3 %	639.6 %	379.2 %	170.8 %	77.1 %	85.4 %
Bly		95.5 %						
Kadmium		525.0 %					91.7 %	31.3 %
Kobber		650.0 %					728.1 %	485.9 %
Nikkel		150.0 %		9.1 %	36.4 %		86.4 %	70.5 %
Sink		520.7 %		1.7 %	36.2 %		179.3 %	-
Antracen					84.6 %			
Fluoranten					981.0 %			
Pyren	17.8 %	175.7 %	113.0 %	69.8 %	3785.1 %			
Benzo(a)antracen					1275.2 %			
Krysen					162.3 %			
Benzo(b)fluoranten					241.3 %			
Benzo(k)fluoranten					309.9 %			
Benzo(a)pyren					83.7 %			
Indeno(1,2,3-cd)pyren					1246.5 %			
Benzo(ghi)perylene					2025.8 %			
TBT	138.1 %	1328.6 %	1114.3 %	2614.3 %	5400.0 %	376.2 %	376.2 %	4185.7 %

Tabell 21: Resultater fra økotoksisitetstester med *Skeletonema* i porevann ekstrakt

Område	Stasjonsnummer	Skeletonema i porevann		Skeletonema i ekstrakt	
		EC50 (%)	TU verdi	EC50 (mg/L)	TU verdi (L/g)
1. Høvringen	T102	92.4	1.1	2293	0.44
2. Fagervika	T114	58	1.7	240	4.2
3. Ilsvika	T115	¹⁾		766	1.3
4. Ilbassenget	T119	17	5.9	734	1.4
5. Brattøra sør	T127	¹⁾		3229	0.31
6. Brattøra nord	T141	60.6	1.7	897	1.1
7. Kanalen	T146	51.6	1.9	741	1.3
8. Nidelva	T149	29.9	3.3	773	1.3
9. Nyhavna	T157	¹⁾		224	4.5
10. Ladehammeren	T163	26.4	3.8	1238	0.81
11. Munkholmen	T174	56.6	1.8	5292	0.19

¹⁾ Pga sedimentets tetthet var det ikke mulig å få ut porevann fra sedimentprøven

Porevannskonsentrasjoner, sammen med resultater fra økotoksisitetstester, viser uakseptabel økologisk risiko i samtlige delområder.

Konsentrasjoner av enkelte tungmetaller i porevann viser til dels høye verdier i forhold til beregnet porevannskonsentrasjon. Dette gjelder særlig for arsen. Metodikk for bestemmelse av porevannskonsentrasjoner kan ha medført at det skjer en oksidasjon av tungmetaller som kan gi høyere porevannskonsentrasjoner enn in situ-verdi. Metodikk er beskrevet i analyserapporter i datarapporten (NGI, 2011). PAH og PCB om er analysert med POM (NGI, 2011) og viser ikke samme tendens.

I tabellen under er porevannskonsentrasjoner for tungmetaller og TBT sammenstilt med sedimentkonsentrasjoner i det aktuelle sedimentet. Porevannskonsentrasjoner kan ikke klassifiseres som for sedimenter, men det er markert om konsentrasjoner er høyere enn PNEC-verdier (rød uthevet tekst). I beregningsverktøyet er halv deteksjonsgrense brukt for å vurdere prosentoverskridelse av grense for økologisk risiko. I Tabell 22 og Tabell 23 er deteksjonsgrensen i analyserapportene oppgitt. Sammenstillingen av sedimentdata og porevannsdata viser at arsen har høye porevannskonsentrasjoner selv om det ikke er høye konsentrasjoner i sedimentet.

Tabell 22: Porevannskonsentrasjoner sammenstilt med sedimentkonsentrasjoner fra samme stasjon, delområde 1-6

	1. Høvringen		2. Fagervika				3. Ilsvika øst		4. Ilabassenget		5. Brattøra sør				6. Brattøra nord			
	104		112		114		115		119		127		128		139		141	
	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment
	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg
As	23	4	48	810	40	530	4	18	34	5	9.3	9.5	14	20	13	4.8	10	7.5
Pb	<0,20	8.1	<0,20	620	<0,20	690	0.77	230	<0,20	290	0.23	29	0.54	300	<0,20	30	4.3	70
Cd	<0,20	0.19	<0,20	9	<0,20	9.5	<0,20	1.3	<0,20	0.68	<0,20	0.49	<0,20	1.2	<0,20	0.68	1.5	0.55
Cu	<0,5	12	<0,5	1800	<0,5	1500	<0,5	100	<0,5	24	<0,5	45	<0,5	71	<0,5	38	4.8	43
Cr	<1	7.9	<1	57	<1	62	<1	43	<1	21	<1	31	<1	41	<1	100	<1	50
Hg	-	0.011	-	0.45	-	0.59	-	0.48	-	0.017	-	0.12	-	0.20	-	0.23	-	0.15
Ni	2.8	6.1	<2	33	<2	32	5.5	74	<2	17	2.70	21	2.4	27	<2	32	5.5	31
Zn	5.4	33	<2	4000	2.9	4500	22	660	26	110	8.6	98	13	600	<2	87	18	110
	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg
TBT ¹⁾	0.02	101	<0,002	3.9	<0,001	3.3	0.0016	16.5	<0,001	49.1	<0,001	<0,9	<0,002	3.3	<0,001	13.1	0.003	50

1)PNEC-verdien for TBT er lavere enn deteksjonsgrensen for TBT i vann

- Ikke målt.

Tabell 23: Porevannskonsentrasjoner sammenstilt med sedimentkonsentrasjoner fra samme stasjon, delområde 7-11

	7. Kanalen				8. Nidelva				9. Nyhavna				10. Ladehammeren				11. Munkholmen			
	145		146		149		153		157		189		162		163		169		174	
	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment	Pore- vann	Sedi- ment
	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg	µg/l	mg/kg
As	61	13	31	14	24	4.1	47	7.4	29	3.5	17	6.2	13	2.4	8.5	4.9	9.6	2.3	8.2	11
Pb	<0,20	60	<0,20	63	<0,20	58	<0,20	19	<0,20	12	<0,20	16	<0,20	3.4	<0,20	14	<0,20	3.1	<0,20	16
Cd	<0,20	1.2	<0,20	1.2	<0,20	0.52	<0,20	0.63	<0,20	0.43	<0,20	0.79	<0,20	0.3	0.46	0.39	<0,20	0.25	0.53	0.81
Cu	<0,5	91	<0,5	96	<0,5	30	<0,5	45	<0,5	26	<0,5	36	<0,5	4.6	5.3	26	2.3	4.3	5.2	38
Cr	<1	83	<1	87	<1	39	<1	49	<1	31	<1	58	<1	25	<1	37	<1	25	<1	69
Hg	-	0.63	-	0.98	-	0.057	-	0.10	-	0.110	-	0.001	-	0.010	-	0.10	-	0.019	-	0.040
Ni	<2	49	<2	57	<2	25	3.8	31	3	19	3	40	<2	17	4.1	24	3	16	4.5	44
Zn	2.40	220	2.40	240	2.80	110	3.1	100	2.8	91	5.1	83	2.60	32	8.1	63	<2	37	<2	95
	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg	µg/l	µg/kg
TBT ¹⁾	0.0019	62	0.003	79	0.004	60	0.008	411	0.004	27	0.02	2	<0,002	2	<0,002	3	<0,002	<1	0.02	2

1)PNEC-verdien for TBT er lavere enn deteksjonsgrensen for TBT i vann

- Ikke målt.

8 Risikovurdering - Trinn 3

Det er gjennomført trinn 3-undersøkelser i Trondheim havn med mål om å få en mer omfattende og lokal forankret risikovurdering enn trinn 2-vurderingen. Trinn 3-vurderingen omfatter diffusjonsmålinger med SPMD-membraner i diffusjonskammer. I tillegg er det gjort en mer stedsspesifikk vurdering av oppvirvling fra skipstrafikk. SINTEF har gjennomført beregninger og modellering av oppvirvling fra aktuelle båter som trafikkerer havna. Resultatene er gitt i egen rapport, delrapport 5 (SINTEF, 2010).

8.1 Spredning ved diffusjon

8.1.1 Målte diffusjonsflukser og målt diffusjon

I områder hvor det er påvist sedimenter forurenset av organiske komponenter (PAH og PCB), er det blitt målt transport av miljøgifter (fluks) fra sediment til vann med diffusjonskammere som har vært plassert ute på sjøbunnen. Diffusjonskammere med SPMD-membraner ble plassert ut i delområdene 2, 4, 7, 6 og 9. Diffusjonskammeret i delområde 2 ble av praktiske hensyn plassert i grensen mellom delområde 2 og 3. Resultatet fra målingene er gitt i Tabell 24 og Tabell 25.

Tabell 24: Målt diffusjonstransport (fluks) av PAH fra sedimentene

	2.Fagervika	4.Ila-bassenget	7.Kanalene	9.Nyhavna	9.Nyhavna	Brattøra nord	Snitt område 9
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)
Naftalen	1.1E-02	1.7E-02	1.4E-02	1.0E-02	1.9E-02	4.5E-03	1.5E-02
Acenaphtylene	4.3E-03	1.7E-03	2.6E-03	4.5E-03	3.0E-02	8.9E-04	1.7E-02
Acenaphtene	1.0E-02	3.2E-03	3.0E-02	2.1E-02	5.1E-02	5.7E-03	3.6E-02
Flourene	2.3E-02	5.7E-03	3.2E-02	1.3E-02	4.3E-02	3.8E-03	2.8E-02
Phenantrene	1.1E-01	1.7E-02	5.7E-02	2.1E-02	6.8E-02	1.0E-02	4.5E-02
Antracene	7.0E-03	3.0E-03	9.8E-03	8.9E-03	4.3E-02	5.1E-04	2.6E-02
Flouranthene	9.4E-02	1.6E-02	3.6E-02	1.7E-01	2.8E-01	5.3E-03	2.2E-01
Pyrene	5.5E-02	1.7E-02	2.3E-02	1.1E-01	1.9E-01	5.5E-03	1.5E-01
Benzo(a)antracene	1.1E-02	3.6E-03	5.3E-03	2.6E-02	3.6E-02	1.2E-03	3.1E-02
Chrysene	1.9E-02	7.7E-03	9.4E-03	5.7E-02	6.4E-02	1.8E-03	6.1E-02
Benzo(b)fluorantene	5.5E-03	3.0E-03	1.6E-03	1.9E-02	1.7E-02	9.4E-04	1.8E-02
Benzo(k)fluorantene	2.3E-03	1.3E-03	7.0E-04	8.3E-03	8.3E-03	4.3E-04	8.3E-03
Benzo(a)pyrene	4.0E-03	2.3E-03	1.4E-03	2.0E-02	1.9E-02	7.0E-04	1.9E-02
Benzo(g,h,i)perylene	1.9E-03	1.2E-03	8.1E-04	8.1E-03	6.4E-03	5.5E-04	7.2E-03
Dibenzo(a,h)antracene	5.1E-04	3.6E-04	1.6E-04	1.9E-03	1.8E-03	1.6E-04	1.8E-03
Indeno(1,2,3c,d)pyrene	1.9E-03	1.4E-03	6.2E-04	7.4E-03	6.0E-03	6.0E-04	6.7E-03
PAH (sum 16)	3.6E-01	1.0E-01	2.3E-01	5.1E-01	8.8E-01	4.2E-02	6.9E-01

Tabell 25: Målt diffusjonstransport(fluks) av PCB fra sedimentene

Delområde	2.Fagervika	4.Ila-bassenget	6.Brattøra nord	7.Kanalen	9.Nyhavna	9.Nyhavna	Snitt område 9
	M1	M2	M6	M3	M4	M5	
	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)	mg/(m ² *år)
PCB28+31	2.6E-04	8.5E-04	7.2E-04	3.4E-04	1.8E-04	5.7E-04	3.8E-04
PCB 52	4.0E-04	6.0E-05	1.1E-04	1.7E-04	2.6E-04	1.1E-04	1.8E-04
PCB101	5.1E-04	1.6E-04	1.5E-04	1.5E-04	3.8E-04	4.0E-04	3.9E-04
PCB118	3.0E-04	1.0E-04	8.5E-05	9.6E-05	2.1E-04	2.1E-04	2.1E-04
PCB153+168	7.0E-04	2.3E-04	3.0E-04	2.3E-04	7.7E-04	6.8E-04	7.2E-04
PCB138	3.6E-04	1.4E-04	1.4E-04	9.6E-05	4.7E-04	3.4E-04	4.0E-04
PCB180	1.3E-04	4.9E-05	6.9E-05	4.9E-05	1.1E-04	6.0E-05	8.7E-05
Sum PCB	2.6E-03	1.5E-03	1.4E-03	1.1E-03	2.3E-03	2.1E-03	2.2E-03

Basert på målt fluks for PAH og PCB er den årlige spredningsmengden beregnet ved å multiplisere fluksen for hver parameter med det aktuelle arealet i hvert delområde. Den årlige spredningsmengden, oppgitt i antall gram, som følge av diffusjon, er gitt i Tabell 26 og Tabell 27.

Verdier for delområde 2 Fagervika er også benyttet for Ilsvika øst (delområde 3), siden målinger ligger tett opp til dette delområdet. I Nyhavna er den høyeste av de to målte fluksene brukt i beregningene. De områdene som viser høyest spredning ved diffusjon er Fagervika og Nyhavna (delområde 2 og 9). I område 2 er imidlertid ikke hele arealet like PAH-forurenset som området hvor målekammerne var plassert, og målingen representerer derfor kun deler av arealet. For å være konservativ er hele delarealet tatt med i beregningen. Ved siden av Fagervika, er det Nyhavna som viser de høyeste verdier for spredning av PAH, mens den høyeste verdien for spredning av PCB er funnet i Brattøra nord (delområde 6).

Tabell 26: Målt diffusjon av PAH(16) fra sedimentene for de ulike delområdene g/år

Delområde	2.Fagervika (g/år)	3.Ilsvika øst (g/år)	4.Ila- bassenget (g/år)	6.Brattøra nord (g/år)	7.Kanalen (g/år)	9.Nyhavna (g/år)
Naftalen	4.3	0.7	1.6	3.2	1.4	2.5
Acenaphtylene	1.7	0.3	0.2	0.6	0.2	3.9
Acenaphtene	3.9	0.6	0.3	4.2	2.8	6.7
Flourene	9.2	1.5	0.5	2.8	3.0	5.6
Phenantrene	41.7	6.6	1.6	7.4	5.5	8.9
Antracene	2.8	0.4	0.3	0.4	0.9	5.6
Flouranthene	36.7	5.8	1.5	3.9	3.4	36.4
Pyrene	21.7	3.4	1.6	4.0	2.2	24.9
Benzo(a)antracene	4.4	0.7	0.3	0.9	0.5	4.8
Chrysene	7.3	1.2	0.7	1.3	0.9	8.4
Benzo(b)fluorantene	2.2	0.3	0.3	0.7	0.2	2.3
Benzo(k)fluorantene	0.9	0.1	0.1	0.3	0.1	1.1
Benzo(a)pyrene	1.6	0.3	0.2	0.5	0.1	2.4
Benzo(g,h,i)perylene	0.7	0.1	0.1	0.4	0.1	0.8
Dibenzo(a,h)antracene	0.2	0.03	0.0	0.1	0.0	0.2
Indeno(1,2,3c,d)pyrene	0.7	0.1	0.1	0.4	0.1	0.8
PAH	140.2	22.3	9.6	30.3	21.4	115.3

Tabell 27: Målt diffusjon av PCB fra sedimentene for de ulike delområdene

Delområde	2.Fagervika g/år	3.Ilsvika øst g/år	4.Ila- bassenget g/år	6.Brattøra nord g/år	7.Kanalen g/år	9.Nyhavna g/år
PCB28+31	0.10	0.02	0.08	0.52	0.03	0.08
PCB 52	0.16	0.03	0.01	0.08	0.02	0.01
PCB101	0.20	0.03	0.02	0.11	0.01	0.05
PCB118	0.12	0.02	0.01	0.06	0.01	0.03
PCB153+168	0.28	0.04	0.02	0.22	0.02	0.09
PCB138	0.14	0.02	0.01	0.10	0.01	0.04
PCB180	0.05	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01
Sum PCB	1.00	0.16	0.14	1.02	0.10	0.28

8.1.2 Vurdering av målt diffusjon.

Beregnet diffusjon basert på porevannskonsentrasjoner i risikovurderingens trinn 2 er angitt i prosentandel av målte porevannskonsentrasjoner i diffusjonskammer i Tabell 28. Grå tall viser lavere konsentrasjon.

Generelt er den beregnede diffusjonen høyere enn målt diffusjon i alle delområdene hvor det er utført målinger med kammer. Det er stor variasjon for de ulike forbindelsene, spesielt transport av PAH.

Diffusjonsmålinger av PAH fra forurensede sedimenter viser at spredning som følge av diffusjon, overvurderes sterkt i beregningene sammenlignet med målte verdier. For PCB viser ikke tilsvarende variasjon. Dette kan skyldes at de øverste par cm av sedimentet er renere enn underliggende sediment. Diffusjon måles direkte fra det aller øverste laget i sedimentet, mens porevannskonsentrasjoner er målt i sedimentprøver fra de øvre 10 cm av sedimentlaget. Porevannsanalyser representerer dermed også underliggende og muligens mer forurenset sediment enn diffusjonsmålingene. Dermed er beregningene i risikoverktøyet å betrakte som konservative.

Tabell 28: Sammenstilling av det relative forholdet mellom beregnet og målt diffusjon i delområdene 2, 3, 4, 7, 6 og 9 for PAH og PCB.

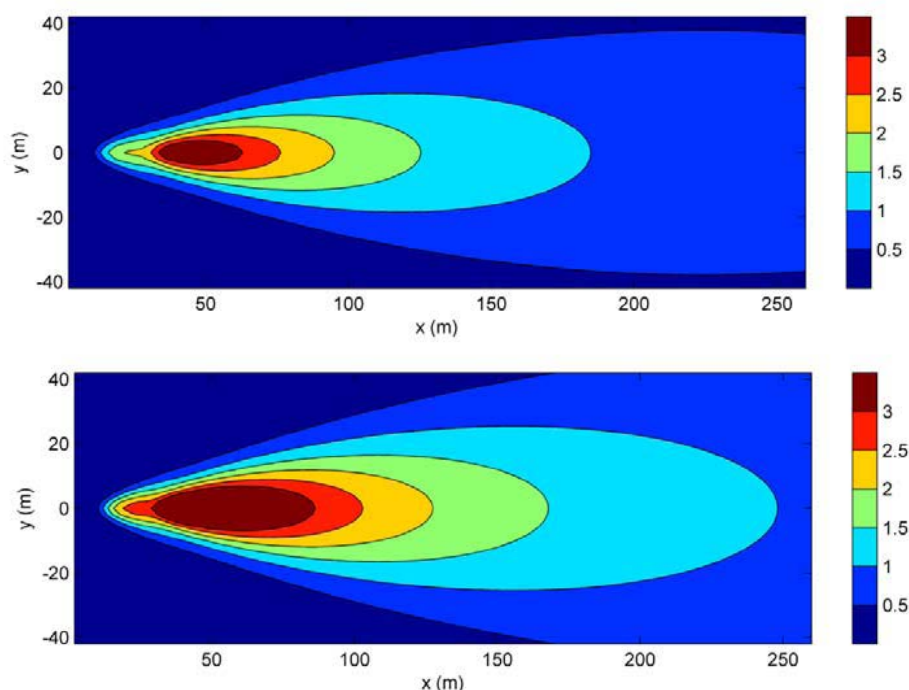
	2. Fagervika	3. Ilsvika øst	4. Ilabassenget	6. Brattøra nord	7. Kanalen	9. Nyhavna	9. Nyhavna	Snitt omr. 9
Naftalen	3629 %	4400 %	2431 %	6652 %	2890 %	21450 %	11202 %	14717 %
Acenaftalen	325 %	144 %	450 %	857 %	661 %	6382 %	957 %	1665 %
Acenaften	510 %	260 %	834 %	401 %	134 %	670 %	271 %	386 %
Fluoren	508 %	286 %	859 %	1764 %	236 %	4180 %	1275 %	1954 %
Fenantren	289 %	218 %	1075 %	1483 %	538 %	10487 %	3277 %	4994 %
Antracen	1258 %	745 %	1244 %	9310 %	528 %	11390 %	2392 %	3954 %
Fluoranten	86 %	133 %	543 %	2064 %	627 %	3446 %	2147 %	2646 %
Pyren	183 %	342 %	787 %	3745 %	958 %	3846 %	2161 %	2767 %
Benzo(a)antracen	56 %	92 %	191 %	720 %	257 %	2717 %	1918 %	2248 %
Krysen	57 %	113 %	223 %	779 %	223 %	1343 %	1209 %	1273 %
Benzo(b)fluoranten	113 %	180 %	271 %	861 %	472 %	2094 %	2327 %	2205 %
Benzo(k)fluoranten	234 %	407 %	602 %	2136 %	1036 %	5224 %	5224 %	5224 %
Benzo(a)pyren	71 %	103 %	150 %	741 %	258 %	1780 %	1943 %	1858 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	21 %	33 %	35 %	93 %	55 %	1328 %	1660 %	1476 %
Dibenzo(a,h)antracen	48 %	83 %	101 %	262 %	191 %	1714 %	1796 %	1754 %
Benzo(ghi)perylene	33 %	48 %	58 %	172 %	79 %	1932 %	2447 %	2159 %
PCB 28	22 %	127 %	7 %	7 %	41 %	53 %	16 %	25 %
PCB 52	2 %	21 %	19 %	10 %	19 %	15 %	37 %	22 %
PCB 101	1 %	4 %	3 %	2 %	2 %	4 %	4 %	4 %
PCB 118	1 %	3 %	2 %	1 %	1 %	3 %	3 %	3 %
PCB 138	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
PCB 153	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	2 %	1 %
PCB 180	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	2 %	4 %	3 %

8.2 Stedsspesifikk spredning ved skipstrafikk

SINTEF har gjennomført beregning av oppvirvling av sediment som følge av propellerosjon i Trondheim havneområde. Beregningene viser potensialet for oppvirvlet sediment som følge av de ulike båtene som trafikkerer de aktuelle områdene. Sintef har gjort beregninger i 7 ulike områder. Områdene er valgt ut i samarbeid med Trondheim Havn. Stedsspesifikk informasjon om trafikksituasjon, anløp, fartøylengde, samt informasjon om dypgang og motorkraft er brukt i beregningene. De ulike steder og delområder det er gjort beregninger er vist i Tabell 29. Beregningsmodellen som benyttes angir mengde oppvirvlet masse, gitt egenskaper til fartøy og sedimenter. Figur 5 viser framstilling av beregnet hastighet ved sjøbunnen.

Tabell 29: Oversikt over steder og fartøy for beregninger for propelloppvirvling

Delområde	Sted	Fartøy
2. Fagervika	Folldalskaia	Norsund
4. Ilabassenget	Ila	M/S Europa
6. Brattøra nord	Pir 1	M/S Midnattsol
6. Brattøra nord	Ytre basseng	Kystekspresen
8. Nidelva	Pir 2	With Junior
9. Nyhavna	Nyhavna	T/B Buster
9. Nyhavna	Nyhavna	Nordvåg



Figur 5: Beregnet hastighet (m/s) ved bunnen for M/S Midnattsol ved Pir 1 ved hhv 20 og 50 % motorpådrag.

Resultater fra beregningene viser at det er meget store variasjoner mellom mengder oppvirvlet sediment for de ulike lokalitetene, vist i Tabell 30.

Tabell 30: Beregnet mengde finfraksjon fra SINTEFs beregninger for oppvirvlet sediment pr. anløp (SINTEF, 2010)

Delområde	Sted	Oppvirvlet per anløp (tonn)	Beregnet for finfraksjon pr anløp (tonn)	Oppvirvlet masse per år (tonn)
2. Fagervika	Folldalskaia	2.4	1.1	40
4. Ilabassenget ¹	Ila	3712/4,5	186/0,2	$37 \cdot 10^3 / 1,2 \cdot 10^3$
6.Brattøra nord	Pir 1	1655	712	$1159 \cdot 10^3$
6.Brattøra nord	Ytre basseng	122	67	$182 \cdot 10^3$
8. Nidelva	Pir 2	15	6	$4,6 \cdot 10^3$
9. Nyhavna	Nyhavna	60	14	$12 \cdot 10^3$
9. Nyhavna	Nyhavna	60	34	$12 \cdot 10^3$

¹Beregnet med to ulike båttyper

Beregnet finfraksjon pr. anløp i tabellen kan sammenlignes direkte med veilederens "sjablongverdi" på 4 tonn pr. anløp oppvirvlet finfraksjon (Stor havn / finfraksjon).

SINTEFs beregnede oppvirvling av masse viser at det er Hurtigruta (Pir 1) og Kystekspresen (Ytre basseng) som har størst mengde oppvirvlet sediment på grunn av størrelsen på båtene og hyppighet av anløp. Cruisetrafikken (Ila) representerer den største potensielle oppvirvlingen pr. anløp (total mengde oppvirvlet materiale), men anløpshyppigheten av disse er vesentlig lavere enn for rute-trafikken. Dette viser at båter i rutetraffikk gir det største bidraget mht. oppvirvling. Tallene for Hurtigruta er svært høye og det antas at det ikke er så mye masse tilgjengelig i dette området i dag, da det meste av massene allerede er erodert bort. De reelle tallene vil derfor sannsynligvis være mye lavere. For Kystekspresen vil antageligvis også mye materiale være erodert bort i dagens kai-område.

I forbindelse med flytting av Hurtigbåtkai lenger ut i Ytre basseng vil det nye manøvreringsområde for Kystekspresen ligge i et område hvor erosjonen tidligere har vært mindre og nye sedimenter vil bli eksponert for erosjon. Det vil sannsynligvis være Kystekspresen i Ytre basseng (delområde 6) som forventes å ville bidra til vesentlige masseforflytninger når den nye kaia tas i bruk.

9 Kildevurdering

Tidligere og nye sedimentundersøkelser viser at tilførsel fra land til sedimenter har endret seg over tid. For å vurdere tilførsler til sedimentene i dag er det benyttet tidligere målinger i sandfangskummer på land, data fra Trondheim kommunes renseanlegg, tidligere målinger i Nidelva samt nye data fra sedimentfellemålinger utført i dette prosjektet.

9.1 Oversikt over historiske aktiviteter i delområdene

I tiltaksanalysen for opprydding av forurensede sedimenter utarbeidet i forbindelse med Pilotprosjektet (<http://www.tih.no/pilotprosjektet.aspx>) er aktiviteter på land og i sjø knyttet til mulige kilder til forurensning av sedimentene beskrevet. I det følgende er det gitt en oppsummering av aktiviteter i de ulike delområdene.

9.1.1 Høvringen

Det kommunale renseanlegget Høvringen er lokalisert i dette området. Utløpsvann fra renseanlegget slippes ut på ca 47 m dyp. Renseanlegget ble tatt i bruk i 1978. Langs land ligger flere tankanlegg for bensin, diesel og fyringsolje. Undersøkelser på land viser konsentrasjoner av olje og tungmetaller. Tungmetaller antas å komme fra avgangsmasser fra Killingdal gruber som ble brukt i veikonstruksjoner i området.

9.1.2 Fagervika

Området rundt oppredningsverket for Killingdal gruber er lokalisert på land. I tillegg har det vært jernbanevirksomhet på området som har vært kilde til PAH-forurensning. Malm (svovelkis og kobbermalm) fra Killingdal gruber ble fraktet med jernbanen til oppredningsverket lokalisert ved fjorden. Anlegget omfattes også av en utskipingskai for omlasting av oppredet materiale til båt. Store mengder avgang fra verket ble dumpet i fjorden og sannsynligvis også benyttet som fyllmasser og i veikonstruksjoner i områdene rundt verket. Utenfor kaianlegget gikk det et stort ras i 1950. Strandlinjen raste ut i en lengde på 150 m og medførte at store mengder avgangsmasser ble spredt til dypereliggende områder. Det er tidligere påvist høye konsentrasjoner i gjenliggende masser på land og i overvann som infiltrerer gjennom området. En omfattende opprydding på land ble satt i gang i 2010 og ferdigstilles i 2011. Denne har som mål å stoppe spredningen fra de kjente kildene på land.

9.1.3 Ilsvika øst

Siden starten av 1900-tallet har det vært virksomhet innenfor metall- og galvanoteknisk industri, deriblant Ila Jern og Ila stålindustri. På lokaliteten til Ila stålindustri var det i tillegg en sjøflyhavn under 2. verdenskrig, samt en del verksteder. I tillegg ligger det et varmekraftverk på lokaliteten som tidligere ble fyrt med kull og/eller olje. Områdene for tidligere Ila Jern og Ila stålindustri benyttes i dag til boligformål, samt kontorbygg. Store deler av de tidligere industritomtene er ryddet, men en tidligere industrifylling utenfor Ila stålindustri ligger igjen. Det er planer om utbygging av nærings- og boligbygg i dette området også.

9.1.4 *Ilabassenget*

I dette området foregår det havnevirksomhet i forbindelse med kaianlegget og det er lokalisert en småbåthavn i delområdet (Skansen). Utløpet til Ilabekken gikk tidligere ut i dette området, men denne er nå lagt om og utløpet går ut i delområde 3. Det er opplyst at det har vært tippet snø fra kaikanten ut i bassenget.

9.1.5 *Brattøra sør*

Området er rekreasjonsområdet lokalisert utenfor Ilabassenget og videre østover langs jernbanen. I 2010 åpnet det ny omkjøringsvei langs land og i den forbindelse ble det lagt ut geotekstil og steinfylling i strandsonen nord for jernbanen og ny vei.

9.1.6 *Brattøra nord*

Området er preget av mye båttrafikk. I ytre basseng er hurtigbåtkaier lokalisert, mens Turistskipkaia (Cruisebåter) og Hurtigrutekaia er lokalisert i de ytterste deler av Brattøra. Brattøra er et utfylt område hvor det i de siste årene har vært omfattende utbyggingsvirksomhet. Det er påvist fyllmasser på land som er forurenset. Det vil gjennom flere omfattende utbyggingsprosjekter gjøres opprydding på en del av disse lokalitetene.

9.1.7 *Kanalen*

I kanalen foregår det småbåttrafikk. Tidligere ble kloakk sluppet direkte ut flere steder. Avløpet går nå til renseanlegg, mens overvann fra byområdene slippes ut i Kanalen. Trondheims Jernbanestasjon er lokalisert på land nord i delområdet.

9.1.8 *Nidelva*

Det har tidligere vært flere forurensende virksomheter langs Nidelva. Skipsverftene Trondheim Mekaniske Værksted (TMV) og Ørens mekaniske verksted var lokalisert langs elva i et område hvor det nå er etablert boliger og nærings-eiendommer. Det har i tillegg vært gassverk lokalisert på Kalvskinnet, samt NSBs virksomhet på Marienborg. I Transittgata er det i tillegg lokalisert en fylling med ukjent innhold som kan ha avrenning til Nidelva. Ved utløpet er det etablert et strandkantdeponi i forbindelse med Pilotprosjektet i Trondheim (<http://www.tih.no/pilotprosjektet.aspx>).

9.1.9 *Nyhavna*

Innerst i Nyhavna er ubåtanleggene Dora I og II lokalisert. Disse ble anlagt av tyskerne under 2. verdenskrig. Områdene rundt Dora-anleggene er fylt opp med ulike typer fyllmasse. Det antas også at området er fylt opp ved innspyling av sedimenter. Dora 2 har vært benyttet til verftsdrift, blant annet av Trondheim verft AS. Det foregår en del havnevirksomhet i området. Det er i tillegg lokalisert et sorteringsanlegg for blant annet metallavfall på deler av kaiområdene på Nyhavna.

Bassenget er registrert som krigsetterlatenskap på grunn av et ras fra Ladebekken-området, som tok med seg tyske lagre og verksteder. Jarlheimsletta gassverk med drift fram til 1957 var lokalisert 250 m fra havnebassenget. Et tjæreforurenet område på tomte er innkapslet på området. Det var i tillegg galvanoteknisk industri på området. Ved Rosenborg krom- og nikkel har det foregått produksjon av metallvarer og elektrolytisk forsinking, fornikling og fortinning. Overvann fra områdene rundt Nyhavna slippes blant annet ut i Nyhavna-bassenget (NGU, 2008). I forbindelse med Pilotprosjektet i Trondheim havn ble deler av Nyhavna mudret, området utenfor Trondheim verft, og sedimentene ble lagt i strandkant-deponiet ved utløpet til Nidelva. Utløpet fra Ladekulverten som går gjennom en gammel avfallsfylling på Lade, var tidligere lokalisert i indre deler av Nyhavna. Utløpet er flyttet østover langs Ladehammeren til Nidelvas utløp.

9.1.10 Ladehammeren

I området ligger Ladehammeren renseanlegg. Anleggets utslippunkt ligger på 42 m dyp, 300 m fra land, via to utslippsledninger. I sjøen utenfor Østmarkneset er det registrert krigsetterlatenskaper, da det kan være dumpet krigsmateriell på fjordbunnen under 2. verdenskrig.

9.1.11 Munkholmen

I området foregår det skipstrafikk. Vanndybder er over 20 m bortsett fra rundt Munkholmen lengst nord i delområdet. På grunn av bunntopografien vil sedimenter fra indre del av havnebassenget spres ut i dette delområdet.

9.2 Sedimentfeller

Undersøkelsene utført høst/vinter 2009/2010 omfattet prøvetaking ved hjelp av sedimentfeller. Det ble plassert ut sedimentfeller i de fleste delområdene. Hensikten med sedimentfellene er å kvantifisere sedimentasjonen av metaller og organiske forbindelser som skyldes ny tilførsel fra land til sjøbunnen. Mengden materiale som sedimenteres (sedimentasjonsrate) i et område varierer med årstidene. Det forventes å være høyest sedimentasjon i perioder med oppblomstring av alger i overflatevannet, og som har veksttopper om våren og om høsten. Det forventes også at sedimentasjonen øker etter perioder med stor materialtransport fra overflatevann og ellevann til fjorden, for eksempel etter snøsmelting og flom. Figur 6 viser et bilde tatt under en stor nedbørsperiode i juni 2010. Grått elve- og overløpsvann sees i havna innenfor Munkholmen.



Figur 6: Bilde av Nidelva og Trondheimsfjorden under stor nedbørsperiode

Tabell 31 viser sedimentasjonsraten i hver av sedimentfellene, og representerer den naturlige sedimentasjonen i området rundt hver av fellene i måleperioden. Sedimentfelle F7 (delområde 8 Nidelva) og F12 (delområde 12 Munkholmen) forsvant i løpet av måleperioden. Det ble ikke satt ned nye feller i disse områdene, slik at måldata for delområdene Nidelva og Munkholmen mangler.

Sedimentfellene sto ute fra 2. november 2009 til 11. januar 2010 (70 dager). For måleperioden november og desember 2009 var nedbøren 50 – 100 % av normal nedbør. Med verdier opp mot 100 % antas normal sedimentasjon. Den laveste prosenten var i november 2009. (met.no/Klima/Klimastatistikk/Varet_i_Norge/).

Tabell 31: Beregnet sedimentasjonsrate fra sedimentfeller

Delområde	Sedimentfelle nr	Total tørrstoff (%)	Tørrvekt sediment (g)	Fluks (g/m ² /d)	Fluks (g/m ² /år)	Avleiret sediment (mm/år)
1. Høvringen	F1 Høvringen	14	6.7	5.9	2138.8	1.75
2. Fagervika	F2 Fagervika	29	2.8	2.4	893.8	0.73
3. Ilsvika	F3 Ilsvika	29	2.8	2.4	893.8	0.73
4. Ilbassenget	F4 Ila	30	6.9	6.0	2202.6	1.8
5.Brattøra sør	F5 Skansen	25	2.6	2.3	830.0	0.68
7. Kanalen	F6 Kanalen	36	9.8	8.6	3128	2.56
9. Nyhavna	F8 Tr Verft	63	170	149	54268	44
9.Nyhavna	F9 Nyhavna	50	35	31	11173	9.13
10.Ladehammeren	F11Ladehammeren	25	2.9	2.5	925.7	0.76

Resultatene viser at den naturlige sedimentasjonshastigheten er i størrelsesorden 0,68 - 2,56 mm/år i alle delområdene, bortsett fra Nyhavna, hvor sedimentasjonen er høyere; hhv 9,13 i østre basseng og 44 lengst vest utenfor Trondheim verft. F8 antas å gi en for høy sedimentasjonsrate for hele sedimentarealet utenfor verftet, da fellen lå nærme kaikanten. Dette kan ha medført til at den har blitt overfylt med snø fra måking av kaiene. I Nidelva ble sedimentfellen skadet og det ble derfor ingen måleresultater fra dette området. Tidligere målinger og opplysninger fra

Trondheim Havn tilsier at det foregår er tilførsel av sedimenter i dette delområdet og at sedimenter også fraktes ut. Mengden sediment pr. år er oppgitt å være i størrelsesorden 20.000 m³ masse per år.

I Tabell 32 og Tabell 33 er resultater fra kjemiske analyser av materialet i fellene gitt. Det er ikke miljøkvalitetskriterier for sedimenterende materiale slik at Klifs tilstandsklasser for sedimenter er benyttet for å vurdere det kjemiske nivået i dette materialet. Materialet i sedimentfellene er mer finkornig enn sedimentet på sjøbunnen. Dette gjør at konsentrasjoner i sedimenterende materiale ofte vil være høyere enn sedimentkonsentrasjoner.

Tabell 32: Konsentrasjoner av metaller i sedimentfellene

Delområde	Parameter	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)
	Enhet	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
1. Høvringen	F1 Høvringen	8.4	39	2.2	130	61	0.702	43	280
2. Fagervika	F2 Fagervika	320	490	11	970	69	0.279	35	1 500
3. Ilsvika	F3 Ilsvika	120	280	5.7	370	73	0.344	44	820
4. Ilbassenget	F4 Ila	19	75	1.9	99	75	0.208	49	270
5. Brattøra sør	F5 Skansen	20	84	2.4	87	79	0.19	53	300
7. Kanalen	F6 Kanalen	6.8	43	1.5	92	78	0.15	52	160
9. Nyhavna	F8 Tr Verft	6.1	36	1.1	150	41	0.14	25	260
9. Nyhavna	F9 Nyhavna	12	100	1.8	140	75	0.6	39	360
10. Ladehammeren	F11 Ladehammeren	20	42	2.1	67	71	0.0963	48	190

Tabell 33: Konsentrasjoner av organiske forbindelser i sedimentfellene

Delområde	Parameter	Tributyltinn (TBT)	PAH (Sum 16)	Benzo[a]pyren	PCB (Sum 7)
	Enhet	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
1. Høvringen	F1 Høvringen	32	1.5	0.11	0.015
2. Fagervika	F2 Fagervika	140	2.2	0.18	0.0085
3. Ilsvika	F3 Ilsvika	53	8.9	0.83	0.046
4. Ilbassenget	F4 Ila	560	4.2	0.32	0.022
5. Brattøra sør	F5 Skansen	37	4.4	0.24	0.011
7. Kanalen	F6 Kanalen	62	12	0.65	0.019
9. Nyhavna	F8 Tr Verft	8900	5.5	0.46	0.048
9. Nyhavna	F9 Nyhavna	1200	13	1.3	0.16
10. Ladehammeren	F11 Ladehammeren	2200	3.4	0.25	0.011

I Tabell 34 og Tabell 35 er gjennomsnittskonsentrasjoner av metaller i bunnsedimentene presentert sammen med konsentrasjoner i sedimentfellene (sedimenterende materiale).

Tabell 34: Gjennomsnittskonsentrasjoner av metaller i bunnsedimenter fra delområde 1-4 sammenstilt med gjennomsnittlige metallkonsentrasjoner i sedimentfellene

Delområde	1. Høvringen		2. Fagervika		3. Ilsvika		4. Ilabassenget	
Parameter	Bunn-sediment	F1 Høvringen	Bunn-sediment	F2 Fagervika	Bunn-sediment	F3 Ilsvika	Bunn-sediment	F4 Ilabassenget
As (mg/kg)	40	8.4	476	320	87	120	11	19
Pb (mg/kg)	49	39	862	490	235	280	79	75
Cd (mg/kg)	6.6	2.2	21	11	3.8	5.7	0.9	1.9
Cu (mg/kg)	87	130	1629	970	257	370	55	99
Cr (mg/kg)	39	61	55	69	46	73	34	75
Hg (mg/kg)	0.20	0.702	0.58	0.279	0.90	0.344	0.24	0.208
Ni (mg/kg)	26	43	33	35	43	44	26	49
Zn (mg/kg)	263	280	3663	1 500	942	820	166	270

Tabell 35: Gjennomsnittskonsentrasjoner av metaller i bunnsedimenter fra delområde 5, 7, 9 og 10 sammenstilt med gjennomsnittlige metallkonsentrasjoner i sedimentfellene

Delområde	5. Brattøra sør		7. Kanalen		9. Nyhavna			10. Ladehammeren	
Parameter	Bunn-sediment	F5 Skansen	Bunn-sediment	F6 Kanalen	Bunn-sediment	F8 Tr Verft	F9 Nyhavna	Bunn-sediment	F11 Ladeh.
As (mg/kg)	15	20	9	6.8	13	6.1	12	5	20
Pb (mg/kg)	77	84	84	43	77	36	100	15	42
Cd (mg/kg)	0.7	2.4	1.1	1.5	0.9	1.1	1.8	0.5	2.1
Cu (mg/kg)	62	87	63	92	199	150	140	29	67
Cr (mg/kg)	34	79	48	78	59	41	75	44	71
Hg (mg/kg)	0.19	0.19	0.88	0.15	0.32	0.14	0.6	0.06	0.0963
Ni (mg/kg)	23	53	35	52	34	25	39	29	48
Zn (mg/kg)	168	300	202	160	430	260	360	75	190

Ved Høvringen er konsentrasjoner generelt på samme nivå i feller og sedimenter. Konsentrasjoner av Cd er høyere i sedimenter enn i sedimentfelle samt at det er påvist høyere konsentrasjon av Hg i fellene. I Fagervika er tungmetallkonsentrasjoner høye for flere metaller både i feller og sedimenter. Det er en tendens til lavere konsentrasjoner i sedimentfellene enn gjennomsnittet av konsentrasjoner i bunnsedimentet. I Ilsvika og i Ilabassenget ligger konsentrasjoner i feller og bunn-

sediment hovedsakelig i samme nivå. Det er noe høyere i feller enn i sediment. I Kanalen er konsentrasjon av kvikksølv i sedimenterende materiale betydelig lavere enn snittkonsentrasjonen i sedimentene. I Nyhavna er det høyere konsentrasjoner av tungmetaller i den østligste delen av havna. På Ladehammeren er nikkel og kobber hhv. to og tre klasser høyere enn snittkonsentrasjoner i bunnsediment. I Tabell 36 og Tabell 37 er gjennomsnittskonsentrasjoner av organiske forbindelser og TBT i bunnsedimentene presentert sammen med konsentrasjoner i sedimentfellene (sedimenterende materiale).

Tabell 36: Gjennomsnittskonsentrasjoner organiske forbindelser og TBT i bunnsedimenter fra delområde 1-4 sammenstilt med gjennomsnittlige konsentrasjoner av organiske forbindelser i sedimentfellene

Delområde	1. Høvringen		2. Fagervika		3. Ilsvika		4. Ilabassenget	
	Bunn-sediment	F1 Høvringen	Bunn-sediment	F2 Fagervika	Bunn-sediment	F3 Ilsvika	Bunn-sediment	F4 Ila
TBT (µg/kg)	22	32	5.6	140	23	53	99	560
PAH (mg/kg)	5.6	1.5	4.3	2.2	6.7	8.9	3.6	4.2
BaP (mg/kg)	0.32	0.11	0.24	0.18	0.48	0.83	0.20	0.32
PCB (mg/kg)	0.011	0.015	0.012	0.0085	0.429	0.046	0.038	0.022

Tabell 37: Gjennomsnittskonsentrasjoner organiske forbindelser i bunnsedimenter fra delområde 5, 7, 9 og 10 sammenstilt med gjennomsnittlige konsentrasjoner av organiske forbindelser i sedimentfellene

Delområde	5. Brattøra sør		7. Kanalen		9. Nyhavna			10. Ladehammeren	
	Bunn-sediment	F5 Skansen	Bunn-sediment	F6 Kanalen	Bunn-sediment	F8 Tr Verft	F9 Nyhavna	Bunn-sediment	F11 Ladeh.
TBT (µg/kg)	10.75	37	54	62	1081	8 900	1 200	7	2 200
PAH (mg/kg)	6.0	4.4	14.1	12	22.4	5.5	13	8.4	3.4
BaP (mg/kg)	0.45	0.24	0.57	0.65	1.36	0.46	1.3	0.84	0.25
PCB (mg/kg)	0.030	0.011	0.127	0.019	0.157	0.048	0.16	0.033	0.011

TBT-konsentrasjoner i sedimentfellene er høyere enn bunnsedimentkonsentrasjoner i alle delområder. I Fagervika og Ladehammeren er konsentrasjonen 2 klasser høyere. Resultatet på Ladehammeren er vurdert å være en ekstremmåling og antas å ikke representere den generelle tilførselen i dette delområdet. I Nyhavna foregår det fremdeles en tilførsel av TBT til sedimentene. Dette gjelder særlig i området utenfor det tidligere verftet. PAH- og BaP-konsentrasjoner i sedimentfellene er lavere eller i samme nivå som i sedimentene. Dette gjelder hovedsakelig også for PCB, bortsett fra i Ilsvika, hvor det sedimenterende materiale har betydelig lavere konsentrasjon enn bunnsedimentene.

For å vurdere spredningen til sedimentene fra land (fluks) er målt konsentrasjon i sedimentfellene beregnet ved å multiplisere konsentrasjon med mengden sedimenterende materiale for et år. Fluksen for de ulike komponentene er vist i Tabell 38. Total tilførsel for hele sedimentarealet er gitt i Tabell 39.

Fra Tabell 31 ser man at sedimentasjonsraten/fluks er høyest i Nyhavna. Nyhavna er også det området med høyeste konsentrasjoner av organiske forbindelser. Dette gir høy tilførsel til sedimentene for disse parametrene, Tabell 38.

De høyeste tungmetallkonsentrasjonene er påvist i Fagervika. Sedimentasjonsraten i dette området er imidlertid av de laveste, som dermed gir at det tar lengre tid før man ser en endring i sedimentene i dette området enn i områder med høyere sedimentasjonsrate.

Tabell 38: Beregnet spredning fra land (fluks) for stoffene i delområdene 1-5,7,9 og 10.

Delområde		1. Høvringen	2. Fagervika	3. Ilsvika	4. Ila- bassenget	5.Brattøra sør	7. Kanalen	9. Nyhavna		10. Ladeham.
Stoff		F1 Høvringen	F2 Fagervika	F3 Ilsvika	F4 Ila	F5 Skansen	F6 Kanalen	F8 Tr Verft	F9 Nyhavna	F11 Ladeham.
As	g/(m ² *år)	0.02	0.29	0.11	0.04	0.02	0.02	0.33	0.13	0.02
Pb	g/(m ² *år)	0.08	0.44	0.25	0.17	0.07	0.13	1.95	1.12	0.04
Cd	g/(m ² *år)	0.005	0.01	0.005	0.004	0.002	0.005	0.060	0.020	0.002
Cu	g/(m ² *år)	0.28	0.87	0.33	0.22	0.07	0.29	8.14	1.56	0.06
Cr	g/(m ² *år)	0.13	0.06	0.07	0.17	0.07	0.24	2.22	0.84	0.07
Hg	g/(m ² *år)	0.002	0.0002	0.0003	0.0005	0.0002	0.0005	0.008	0.007	0.000
Ni	g/(m ² *år)	0.09	0.031	0.039	0.108	0.044	0.163	1.357	0.436	0.044
Zn	g/(m ² *år)	0.60	1.34	0.73	0.59	0.25	0.50	14.11	4.02	0.18
TBT	g/(m ² *år)	0.00007	0.00013	0.00005	0.00123	0.00003	0.00019	0.48299	0.01341	0.00204
PAH	g/(m ² *år)	0.003	0.002	0.008	0.009	0.004	0.038	0.298	0.145	0.003
BaP	g/(m ² *år)	0.0002	0.0002	0.0007	0.0007	0.0002	0.0020	0.0250	0.0145	0.0002
PCB	g/(m ² *år)	0.00003	0.00001	0.00004	0.00005	0.00001	0.00006	0.00260	0.00179	0.00001

Tabell 39: Beregnet tilførsel for hele sedimentarealet, kg/år

Delområde		1. Høvringen	2. Fagervika	3. Ilsvika	4. Ila-bassenget	5. Brattøra sør	7. Kanalen	9. Nyhavna		10. Ladeham.
Stoff		F1 Høvringen	F2 Fagervika	F3 Ilsvika	F4 Ila	F5 Skansen	F6 Kanalen	F8 Tr Verft	F9 Nyhavna	F11 Ladeham.
Area	m ²	1.292.593	392.250	62.279	95.464	517.567	95.230	65.693	65.693	745.275
As	kg/år	23.2	112.2	6.7	4.0	8.6	2.0	21.7	8.8	13.8
Pb	kg/år	107.8	171.8	15.6	15.8	36.1	12.8	128.3	73.4	29.0
Cd	kg/år	6.1	3.9	0.3	0.4	1.0	0.4	3.9	1.3	1.4
Cu	kg/år	359.4	340.1	20.6	20.8	37.4	27.4	534.8	102.8	46.2
Cr	kg/år	168.6	24.2	4.1	15.8	33.9	23.2	146.2	55.0	49.0
Hg	kg/år	1.941	0.098	0.019	0.044	0.082	0.045	0.499	0.440	0.066
Ni	kg/år	118.9	12.3	2.4	10.3	22.8	15.5	89.1	28.6	33.1
Zn	kg/år	774.1	525.9	45.6	56.8	128.9	47.7	926.9	264.2	131.1
TBT	kg/år	0.09	0.05	0.00	0.12	0.02	0.02	31.7	0.9	1.5
PAH	kg/år	4.15	0.771	0.495	0.883	1.890	3.575	19.608	9.542	2.346
BaP	kg/år	0.304	0.063	0.046	0.067	0.103	0.194	1.640	0.954	0.172
PCB	kg/år	0.041	0.0030	0.0026	0.0046	0.0047	0.0057	0.171	0.117	0.0076

9.3 Utslipp fra renseanlegg

Trondheim kommune har to renseanlegg for avløpsvann. Det ene er lokalisert ved Høvringen (HØRA), delområde 1, og det andre ved Ladehammeren (LARA), delområde 10. HØRA mottar avløpsvann fra 2/3 av Trondheim (170 000 pers ekv.), mens LARA mottar 1/3 (60 000 pers ekv.). På grunn av mye industri tilsvarende belastningen 120 000 pers ekv.

De ulike rensedistriktene er vist på Figur 7. Utslippspunkt for LARA ligger på 42 meters dyp, mens punkter for HØRA ligger på 48 til 65 meters dyp.



Figur 7: Oversikt over rensedistrikter og avløpssoner i Trondheim kommune (TK, 2008)

Ved rensesanleggene utføres det prøvetaking fra både innløp og utløp.

Ved Høvringen rensanlegg er det påvist en økning av kadmium, krom, kobber, nikkel og sink i tilførsels- og utslippsvann i perioden 2005 til 2009 (TK, 2008). For kvikksølv og bly er det en nedadgående tendens. Konsentrasjoner av arsen er utbetydelig og har i måleperioden ligget under kvantifiseringsgrensen. For PAH viser målinger fra 2005 og 2009 høyest verdi. PCB ligger under kvantifiseringsgrensen. Snittverdier fra måleperioden.

Ved Ladehammeren rensanlegg er det påvist en økning av særlig krom i tilførselsvannet. I tillegg er det observert en økning i nikkelkonsentrasjoner (TK, 2011).

Snittverdier fra måleperioden 2005 til 2009 er gitt i Tabell 40, samt i samletabell i Vedlegg B2.

Tabell 40: Snittverdier av innhold av ulike parametere i utløpsvann fra Høvringen og Ladehammeren renseanlegg klassifisert iht. klasser for vann (Klif, 2007 B)

Parameter		Høvringen (HØRA)	Ladehammeren (LARA)
As	µg/l	1	2
Pb	µg/l	2	0.9
Cd	µg/l	0.1	0.01
Cu	µg/l	25	11
Cr	µg/l	5	5
Hg	µg/l	0.08	0.106
Ni	µg/l	3.7	8
Zn	µg/l	54	36
PCB	ng/l	i.d	i.d
PAH ¹	µg/l	0.33	0.25

i.d. ikke detektert

¹ Kun klassifisering for enkeltparametere

Trondheim kommune har estimert et årlig utslipp av metaller fra renseanleggene på ca 2,5 tonn basert på målinger i utslipp. Utslippsestimat er fordelt etter parametere gitt i Tabell 41.

Tabell 41: Estimert for årlig utslipp av metaller fra renseanleggene til Trondheimsfjorden (Milli, 2010)

	HØRA kg/år	LARA kg/år
As	11,97	6,62
Pb	27,27	10,16
Cd	2,4	0,56
Cu	402,51	99,01
Cr	138,50	49,58
Hg	0,63	1,8
Ni	64,50	85,15
Zn	1214,46	423,31

I en oppsummering fra kommunens kartlegging av miljøgifter i slam i 2005 har kommunen et satsningsområde for å redusere tilførsel av kadmium til HØRA og krom til LARA. Til sammenligning er det i delområde 1 Høvringen påvist konsentrasjoner av kadmium opp mot tilstandsklasse 4 i sedimentene. Det er påvist kadmium i tilstandsklasse 3 i en meget dyp prøve. Det er usikkert om materialet i dette prøvepunktet er påvirket fra HØRA eller rasmasser fra område 2 Fagervika. Det er ikke påvist krom høyere enn tilstandsklasse 1 i sedimentene utenfor Ladehammeren renseanlegg.

PAH er påvist i utløpsvannet fra både HØRA og LARA. Ved HØRA er det i en stasjon påvist tilstandsklasse 3 i dypere sedimenter. Ved LARA er det imidlertid påvist tilstandsklasse 5. Kommunen har ikke gjort tilsvarende utslippsberegninger for PAH.

9.4 Sandfangkummer

Det er utført flere kartlegginger av spredning av miljøgifter fra tette flater i Trondheim (NGU, 2005, NGU, 2007, NGU, 2008). Undersøkelser er blant annet utført ved prøvetaking i sandfang som samler opp vann og sedimenter som transporteres med vannet. Sandfangene er utformet på en slik måte at hovedandelen av partikler sedimenterer og vannet føres videre ut i havnebassenget. Ved store nedbørsperioder vil imidlertid en del av sedimentene transporteres direkte ut i havnebassenget.

Undersøkelser utført i 2005, 2007 og 2008 viser at det er flere aktive forurensningskilder til havnebassenget. Påviste kilder er knyttet til tungmetallene kadmium, kobber, kvikksølv, sink og bly, samt de organiske parametrene PAH og PCB. Undersøkelsene i 2005 pekte ut områdene Nyhavna, Ila-området og områder langs Kanalen som de mest forurensede områdene. I Nyhavna ble det funnet (PCB, PAH, BaP, TBT, Hg og Cu. I Ila-området ble det påvist høye konsentrasjoner av Cd, Zn, TBT, PAH og BaP, mens det langs Kanalen ble påvist Hg, PAH og BaP. For en del av lokalitetene ble rivings- og byggvirksomhet pekt ut som mulig forurensningskilde, særlig knyttet til rester fra malingsprodukter.

Kilden til kvikksølv kan stamme fra gammel akkumulert kvikksølvforurensning i byjord som stammer fra krematoriene og forbrenningsanleggene (NGU, 2005). Nikkel og krom forekommer i naturlig forhøyede nivåer i Trondheim. I tillegg kan nikkel stamme fra veislitasje (NGU, 2005). Blykonsentrasjoner samsvarer med sinkkonsentrasjoner i sentrale bydeler i Trondheim. Hovedkilden til bly og sink antas derfor å være partikler fra veislitasje (NGU, 2005).

Det er utført TBT-analyser kun i et fåtall av kummene. I de undersøkte kummene er det påvist høye konsentrasjoner av TBT (tilstandsklasse 4 og 5) (NGU, 2005).

De høyeste konsentrasjoner av PCB er hovedsakelig funnet i Nyhavna. Noe er også funnet i Ila-området. Konsentrasjonene i Ila er lavere enn i Nyhavna. Det ble i 2005 også påvist en aktiv PCB-kilde i Kanalen.

I 2005 ble det påvist moderat til sterkt PAH-forurensede sandfangmasser. Fordeelingen viste både tilførsel av fersk og gammel forurensing. Fersk PAH antas å komme fra oljeprodukter. Sandfangmasser med tilstandsklasse 3 og 4 ble i 2005 påvist over store deler av byen, i tillegg til enkelte punkter med tilstandsklasse 5. Det samme bildet gjelder for BaP.

Ytterligere undersøkelser i Nyhavna-området i 2007 og 2008 viser at det pågår en spredning til havnebassenget via overvannsnett. Dette gjelder særlig parameterne Hg, Cd, Pb, Zn, PCB, PAH og TBT (også målt Sn). De aktive kildene som peker seg ut i de tidligere undersøkelsene i Nyhavna er området ved gjenvinnings- og sorteringsanlegget på Kullkranpiren og området for båtpuss ved kullkrankeia (Dora 1). I tillegg mistenkes det at det foregår direkte dumping av olje i kummene siden det er påvist fersk PAH i en del av disse.

I Vedlegg B2 og i Tabell 42 er gjennomsnittskonsentrasjoner fra undersøkelser utført i 2005 – 2008 klassifisert i henhold til tilstandsklasser for sedimenter. For å vurdere hvilke kummer som tilhører de ulike delområdene er det tatt utgangspunkt i kartmateriale med kummer og utløpsledninger fra Trondheim kommune. Områdene hvor det er lokalisert undersøkelser er delområdene 3, 4, 6, 7, 8 og 9.

Tabell 42: Gjennomsnittsverdier for konsentrasjoner i sandfangsmasser i Trondheim klassifisert etter Klifs tilstandsklasser for sedimenter (Klif, 2009A)

Stoff	Område navn	3. Ilsvika øst	4. Ila-bassenget	6. Brattøra nord	7. Kanalen	8. Nidelva	9. Nyhavna
PCB		0.012	0.008	0.003	0.005	0.016	0.103
PAH	mg/kg TS	3.3	4.8	1.4	11.1	5.2	13.2
					4.5		
BaP	mg/kg TS	0.22	0.23	0.07	0.21	0.34	0.41
As	mg/kg TS	2	3	2	5	3	4
Pb	mg/kg TS	32	35	14	33	32	170
							54
Cu	mg/kg TS	36	83	55	68	95	195
Hg	mg/kg TS	0.024	0.014	0.011	0.773	0.060	0.207
					0.050		
Zn	mg/kg TS	273	430	165	233	330	446

Parametrene som skiller seg ut i sandfangundersøkelsene er PAH, kobber, sink, kvikksølv, bly og PCB. Generelt er det PAH og kobber som gir høyere tilstandsklasser (klasse 3 og 4) i de fleste områdene.

I delområde 3, 4 og 8 gir snittverdier tilstandsklasse 3 for PAH. I Kanalen er snittverdien tilstandsklasse 3 med uteligger i tilstandsklasse 4. I Nyhavna gir snittverdiene tilstandsklasse 4.

9.5 Tilførsel fra Nidelva

Nidelva transporterer store mengder materiale til Trondheimsfjorden hvert år. Den årlige tilførselen er ca 20.000 m³ masser. Trondheim utførte i perioden 2001 til 2004 tungmetallanalyser av elvevann i 6 prøvepunkter. I prøveperioden ble det påvist ubetydelige konsentrasjoner av kobber, kadmium, bly, sink og krom. I perioden ble det tatt prøver etter nedbørsperioder hvor kvikksølv ble klassifisert til markert forurensset (NGU, 2008).

I 2008 utførte NGU prøvetaking av flomsedimenter og på sandbanker i Nidelva (NGU, 2008). Prøvene ble klassifisert etter Klifs klassifiseringssystem for ferskvann. Metallkonsentrasjonene i flomsedimenter var lave og ble klassifisert som lite til ubetydelig forurensset. PAH-konsentrasjonen var for 38 av 40 prøver lave. Noe av påvist PAH ble relatert til kull pga. alder på materialet. I flomsedimentprøvene var alle konsentrasjoner av PCB og organisk tinn lavere enn deteksjonsgrensen. Sandbanksedimenter hadde meget lave konsentrasjoner av alle de undersøkte stoffene. For de fleste metallene og organiske stoffene ble konsentrasjoner klassifisert som ubetydelig til lite forurensset. Rapporten konkluderer med at Nidelva ikke er en viktig kilde til partikkelbundet forurensning til havnebassenget.

NIVA utførte i 2007 og 2008 undersøkelser med SPMD-membraner i flere stasjoner i Nidelva (NIVA, 2009). Disse viser at det generelt er lave konsentrasjoner av PAH, PCB og Sn-org i Nidelva. Det konkluderes dermed med at det er lite sannsynlig at Nidelva er en kilde som bidrar vesentlig til forurensning av disse komponentene i havnebassenget. De høyeste konsentrasjonene av PAH og Sn-organiske stoffer, samt de eneste prøvene hvor det ble detektert PCB, var alle i SPMD-membraner som var satt ut i saltvann. Rapporten konkluderer dermed med at konsentrasjonene er lavere i elvevann enn det som ble målt i havneområdet.

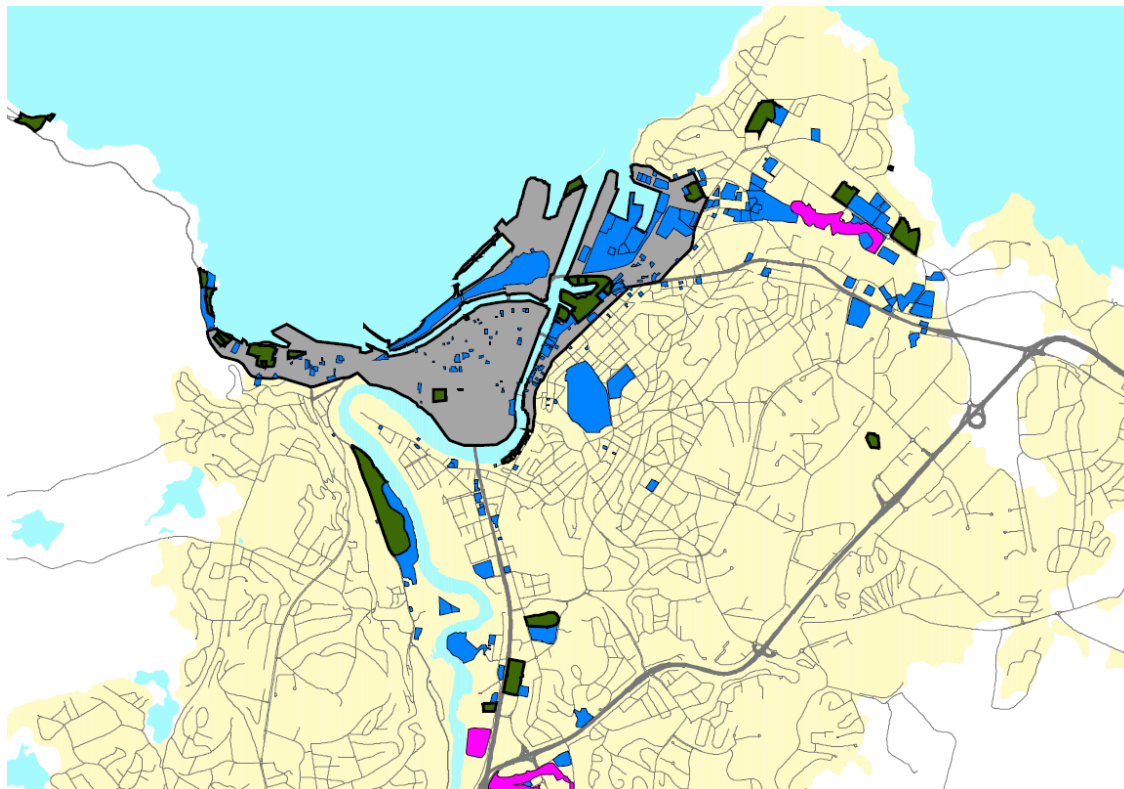
9.6 Forurensset grunn

Trondheim kommune har utarbeidet et aktsomhetskart for forurensset grunn. Kartet angir hvor det ut fra historiske opplysninger og/eller ved miljøtekniske grunnundersøkelser er påvist forurensset grunn. Det har i de siste årene vært omfattende opprydding på land, særlig i forbindelse med byggeprosjekter, men også rene oppryddingsprosjekt.

Killingdal gruber har vært en aktiv tilførsel av ulike tungmetaller i Fagervika fram til 2010, hvor det etter et pålegg fra Klif ble gjennomført en opprydding på området. Det er tidligere estimert et årlig utslipp på 1 tonn tungmetaller fra denne lokaliteten og har derfor fram til nå bidratt til en stor tilførsel av tungmetaller til fjorden. Oppryddingen på land er nå gjennomført og utslippene til havnesedimentene fra denne lokaliteten er stoppet.

Gjennom flere byggeprosjekter ryddes det opp i forurensset grunn i Iilsvika. Området har blitt tilført tungmetaller, PAH og PCB fra land over en lang periode. Det ligger igjen en del forurensning, blant annet en industrifylling med tung-

metaller og PAH i sjøkanten. Denne planlegges fjernet i den videre utbyggingen av området i 2011.



Figur 8: Aktsomhetskart for forurenset grunn i Trondheim. Rosa farge angir gamle deponier, mens øvrige farger angir lokaliteter som ved historiske opplysninger og/eller ved prøvetaking er oppgitt å være forurenset (www.trondheim.kommune.no).

I området mellom Bakke bru og jernbanebrua (Nidelv bru) var Trondheim Mekaniske verksted tidligere lokalisert. Området ble ryddet i forbindelse med etablering av kontor-, nærings og boligarealer i området.

Området Brattøra, som er lokalisert fra Kanalen og ut mot Ytre basseng (Brattøra nord), samt Nidelva i øst, består av fyllmasser av ulik karakter. Det er i forbindelse med ulike utbyggingsprosjekter de siste årene påvist jordkonsentrasjoner tilsvarende byjordmasser og høyere enkelte steder. Det vil være en diffus utlekking fra disse massene til havnebassenget, men mengdene vil variere i stor grad avhengig av fyllmassenes beskaffenhet. Det pågår stor byggeaktivitet i havneområdet som gjør at det vil ryddes på en del av lokalitetene.

Landarealene rundt Nyhavna består av utfylte masser (mudringsmasser, anleggsmasser, BA-avfall og masser fra gassverk) (NGU, 2009). Undersøkelser viser at masser på land har et potensiale for utlekking til havnebassenget. I en undersøkelse av Trondheim verft er det påvist til dels høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i jordprøver. Det er i tillegg påvist TBT i jord-

masser på land. NGUs undersøkelser på land i 2009 viser høye konsentrasjoner av metaller, PAH og PCB i overflatemasser i området mellom DORA 1 og DORA 2 i Nyhavna (NGU, 2009).

9.7 Avfallsfyllinger

Fredlydalen og Ladebekken er de største avfallsfyllingene i Trondheim sentrum som drenerer til havna. Utløpet til Fredlybekken som går gjennom fyllingen i tidligere Fredlydalen går ut i Nidelva, mens Ladebekken som går i kulvert gjennom Ladefyllingen, gikk tidligere ut i indre deler av Nyhavna. Utløpet til Ladebekken er nå endret og lagt til området hvor Nyhavna går ut i Nidelva. Evt. påvirkning fra Fredlybekken vurderes å bli fanget opp under prøvetakingen som er gjort av Nidelva og kommentert i kap. 9.5. Deponiene er skravert med rosa på kommunens aktsomhetskart Figur 8.

For Ladebekken ble det i forbindelse med NGUs undersøkelser påvist høye konsentrasjoner av TBT, PCB, PAH og kobber i sandfangsmasser fra Ladebekkenområdet. I jordprøver tatt i Ladebekkens gjenfylte elveløp i nedre del mot Nyhavna ble det kun påvist noe forhøyede konsentrasjoner av bly, kobber, sink, tinn og PAH, mens det nærmest havna ble påvist rene jordmasser.

9.8 Undersjøiske ras/skred

Det har gått flere undersjøiske ras i Trondheimsfjorden som har medvirket til spredning av forurensede sedimenter til dypere områder i Trondheimsfjorden. Dette fordi sjøbunnen består av lite geotekniske stabile sedimenter som sammen med helningen på sjøbunnen gjør det rasutsatt. Undersjøiske ras i nyere tid er vist på Figur 9. Det gamle elveutløpet til Nidelva vises også vest for Munkholmen.



Figur 9: Undersjøiske ras i Trondheim havn (<http://www.ngu.no/no/Aktuelt/2009/Ny-forstaelse-av-sjobunnsstabilitet-i-Trondheim-havn/>)

9.9 Oppsummering av tilførsler

Målinger i sedimentfeller, kummer og prøvetaking av vann viser at det pågår en tilførsel av forurensete komponenter til sedimentene. Med utgangspunkt i målinger i sedimentfeller foregår den største tilførselen til sedimentene i Nyhavna.

Målinger i sedimentfellene viser også en betydelig tilførsel i Fagervika. Det er imidlertid gjennomført tiltak på land det siste året og effekten av disse tiltakene vises derfor ikke i disse målingene. Ilsvika har også en betydelig kilde på land som enda ikke er ryddet. Denne skal etter planen ryddes i 2011 i forbindelse med videre byggetrinn i boligutbygging. En industrifylling med høye tungmetallkonsentrasjoner ligger i strandsonen og i direkte tilknytning til sedimentene. Dette området blir også ryddet i forbindelse med prosjektet.

Renseanleggene vil når det er ryddet på land være en gjenværende kilde til tilførsel av ny forurensning til sedimentene.

Undersøkelser i sandfangskummer viser at det også er pågående nye tilførsler fra land, blant annet fersk PAH som antas å stamme fra oljeprodukter. Dette gjelder særlig delområde 9 Nyhavna.

10 Referanser

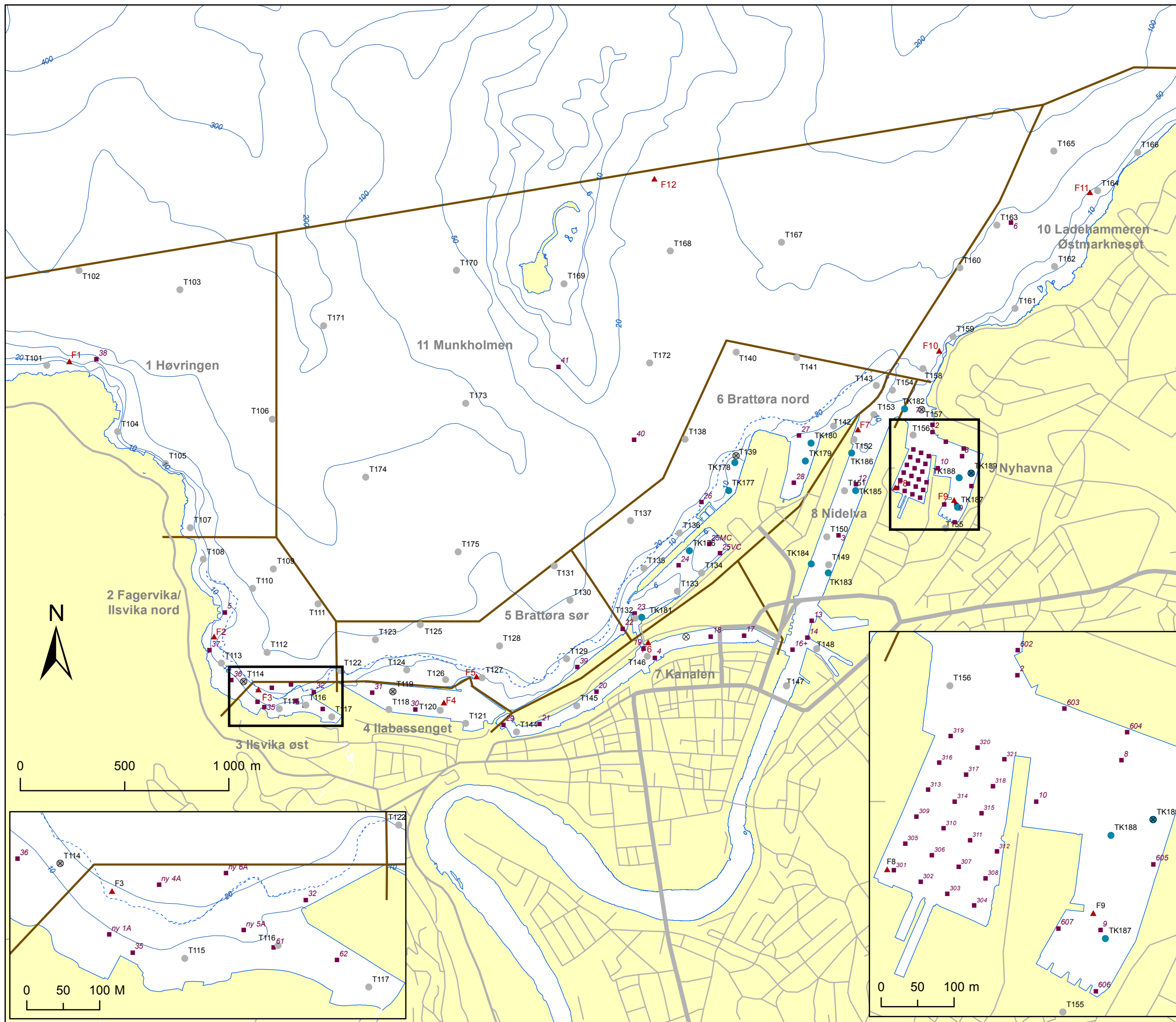
1. Klif, 2007 A
Risikovurdering av forurenset sediment. TA 2230/2007.
2. Klif, 2007 B
Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007
3. NGI, 2011
20081794 Delrapport 1A ” Datarapport”. Rev 01.
4. NGU, 2000
Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Datarapport, NGU Rapport 2000.115
5. SINTEF, 2001
Strømsituasjoner i Trondheim havn. 2001-09-13.
6. DNV, 2010
Miljøgifter i biota i Trondheim havneområde. Rapport nr 2010-1461 Rev.01
7. SINTEF, 2010
Oppvirvling av sediment fra skipstrafikk i Trondheim havn. Rapport nr.
8. Klif (tidl. SFT), 1997
Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kysfarvann. SFT-veileder 97:03.
9. TK, 2008
Strategisk plan for kildekontroll av miljøgifter i Høvringen rensedistrikt. Trondheim kommune 22.12.2009.
10. <http://www.tih.no/pilotprosjektet.aspx>
11. NGU, 2005
Spredning av miljøgifter fra tette plater i Trondheim. NGU-rapport 2009.024
12. NGU, 2007
Kartlegging og identifisering av aktive forurensningskilder til havnebassenget i Trondheim. NGU-rapport 2008.009.
13. NGU, 2008
Kartlegging og identifisering av forurensningskilder i Nidelva nedre løp og i Nyhavna i Trondheim. NGU-rapport 2009.012.

14. met.no/Klima/Klimastatistikk/Varet_i_Norge/
15. NIVA, 2009
Kartlegging av forurensning i Nidelva; Innledende kartlegging. NIVA Rapport L.nr 5711-2009.
16. Milli, 2010
Hovedoppgave "Mulige aktive forurensningskilder i havneområdet i Trondheim". NTNU/Guro Kristine Milli, Mai 2010
17. SNT, 2002
SNT-rapport 6-2002: Fisk- og viltundersøkelsen: Konsum av matvarer som kan ha betydning for inntaket av kvikksølv, kadmium og PCB/dioksin i norsk kosthold. Statens næringsmiddeltilsyn, august 2002.
18. DNV, 2011
Helhetlig tiltaksplan. Opprydding i forurenset sjøbunn i Trondheim havnebasseng. Delrapport 4: Tiltaksplan
19. TK, 2011
Trondheim kommune, Bydrift Vann og Avløp. Pers med. Cecilie Larsen.

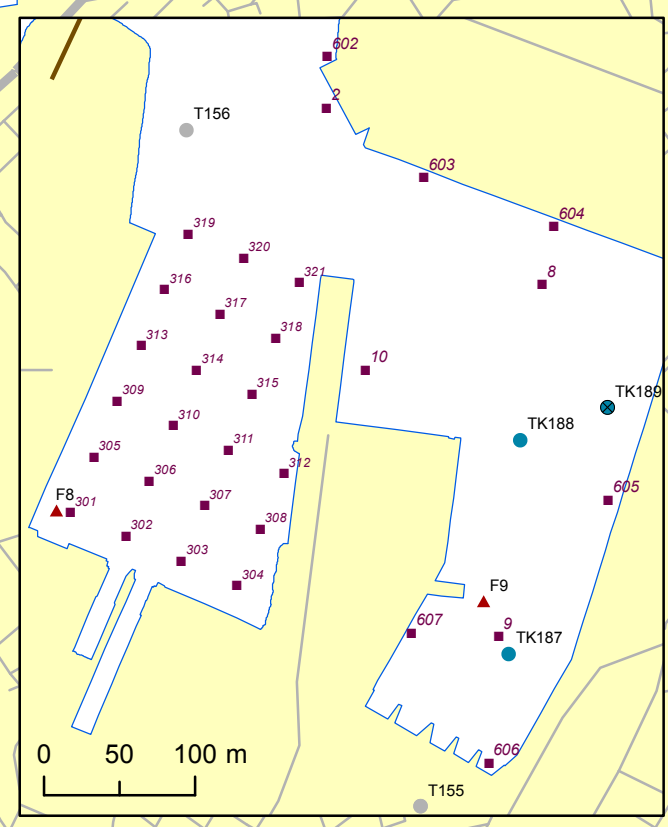
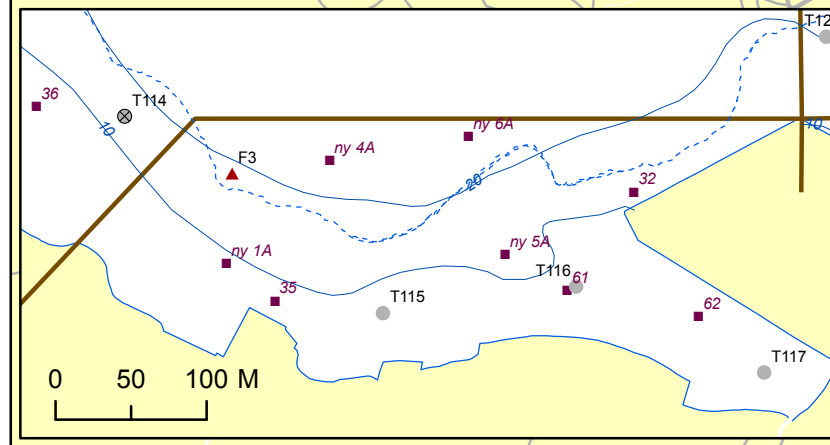


Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato:2011-10-24
Side: A1 / Rev.1
Vedlegg: A


Vedlegg A Kartvedlegg

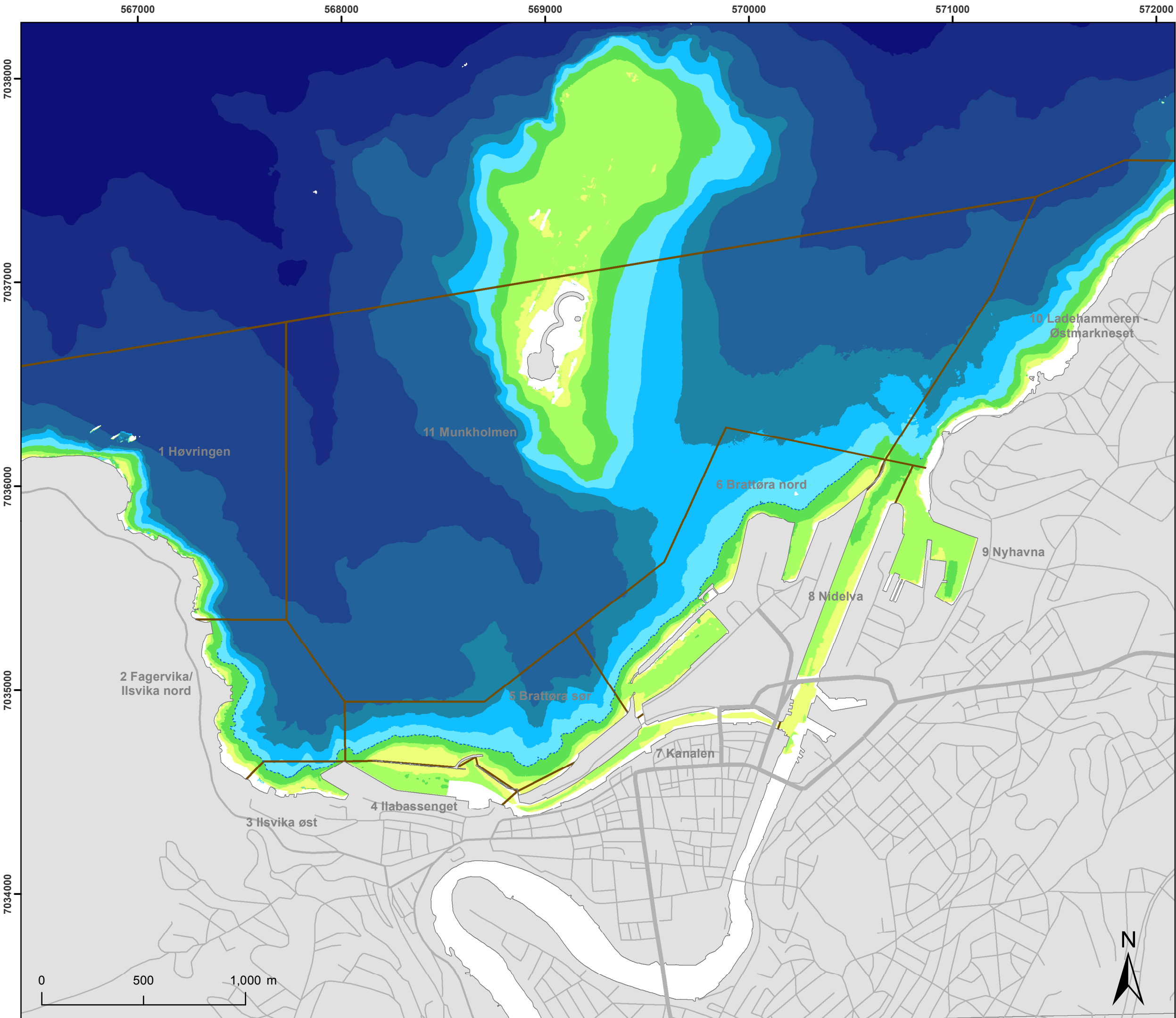


- Tegnforklaring**
- ▲ Sedimentfelle
 - Grabbprøve
 - Kjerneprøve
 - ⊗ Diffusjonsprøvetaker
 - Tidligere prøver

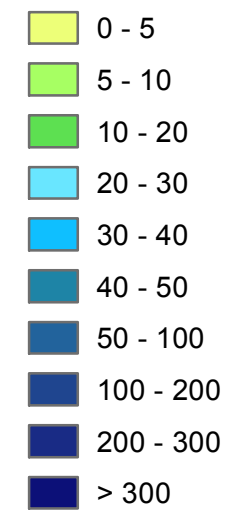


Målestokk 1:17 500 Datum: EUREF89. Kartprosjeksjon: UTM sone 32.


Trondheim havn		
Oversiktskart sedimentprøver	Dokumentnr. 20081794	Kart nr. A-1
Overflateprøver og kjerneprøver	Utført EgS	Dato 2010-06-23
	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	

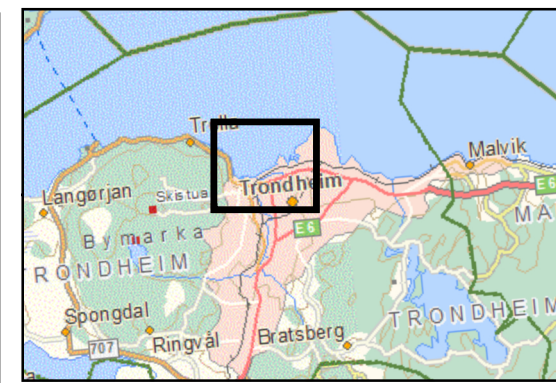
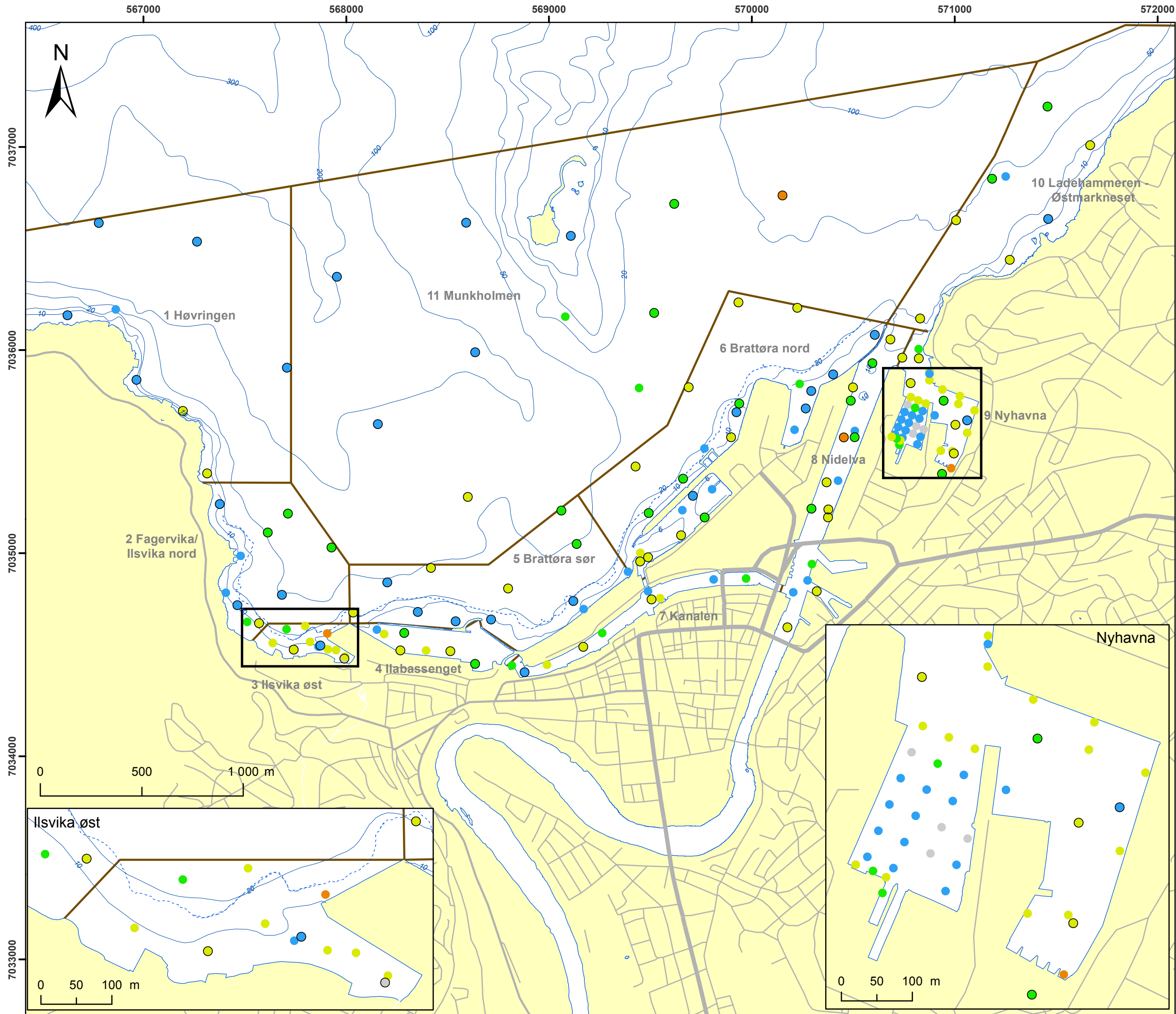


Dybde (meter)

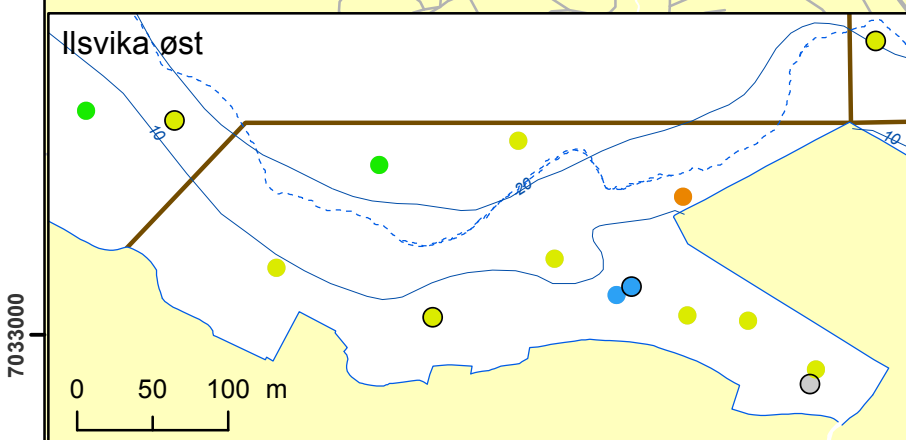


Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
 Målestokk hovedkart 1:17.500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

Trondheim havn		
Dybdekart	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A-2
Kartgrunnlag Trondheim kommune	Utført EgS	Dato 2011-06-23
	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	

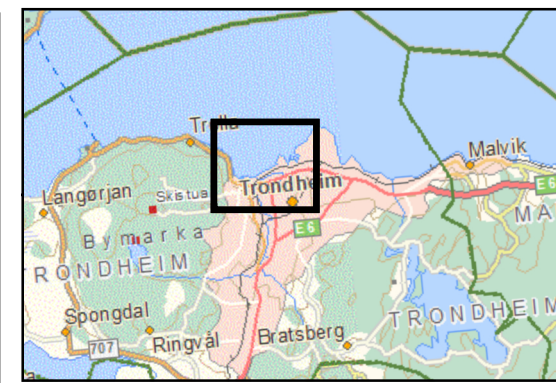
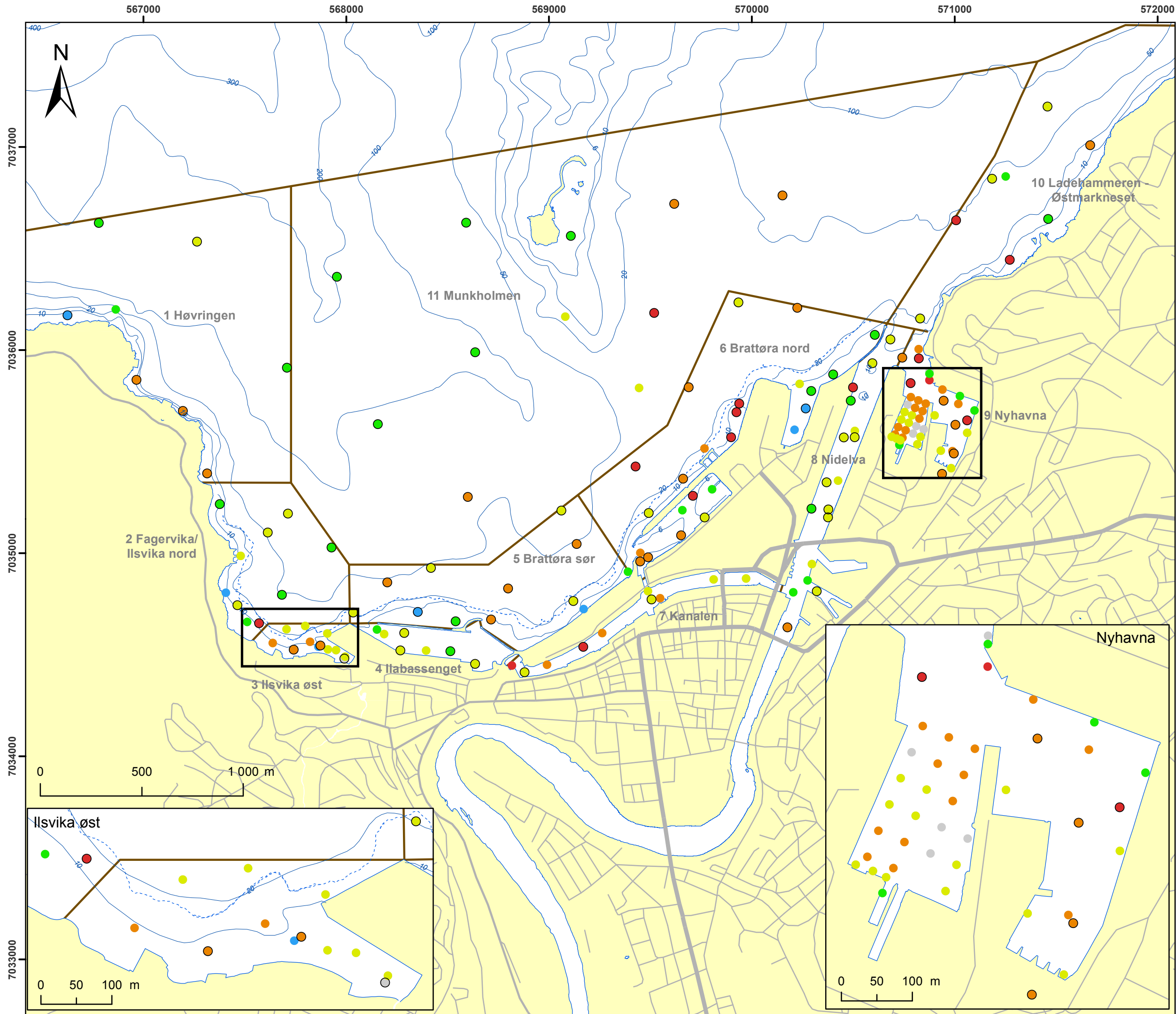


- SumPCB7**
- <0,005
 - 0,005-0,017
 - 0,017-0,190
 - 0,190-1,900
 - >1,900
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010



Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

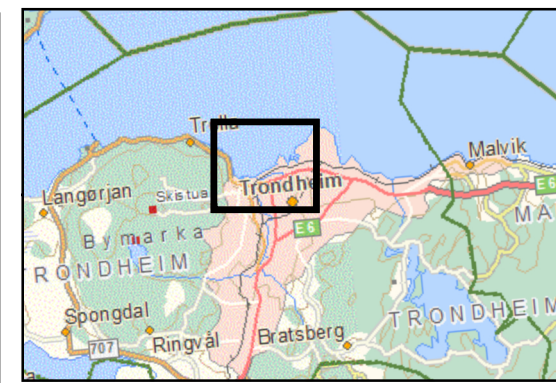
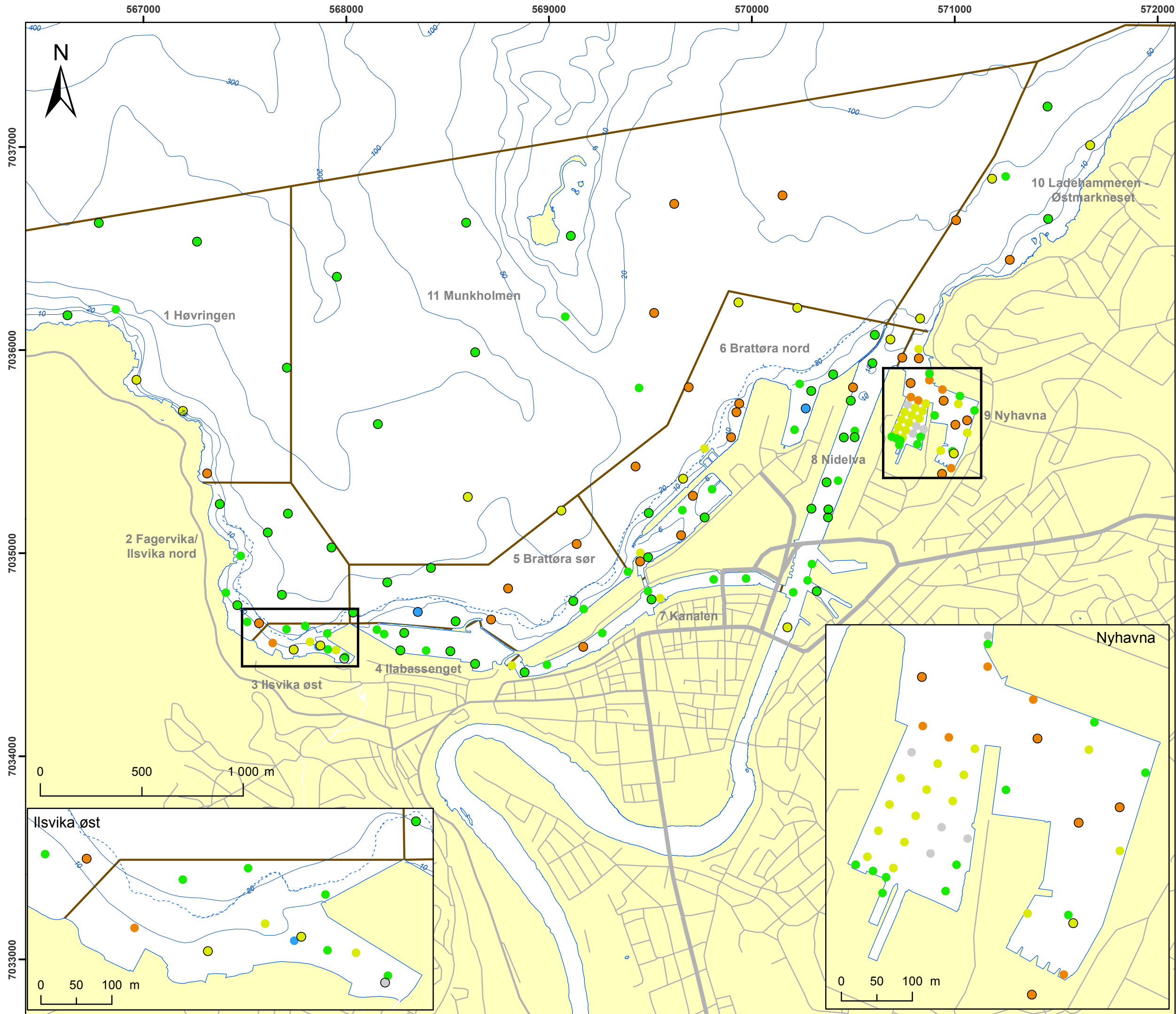
Trondheim havn		
Konsentrasjon av SumPCB i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A3
	Utført EgS	Dato 2011-04-27
Overflateprøver og kjerneprøver	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	



- SumPAH**
- <0,300
 - 0,300-2,000
 - 2,000-6,000
 - 6,000-20,000
 - >20,000
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010


Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

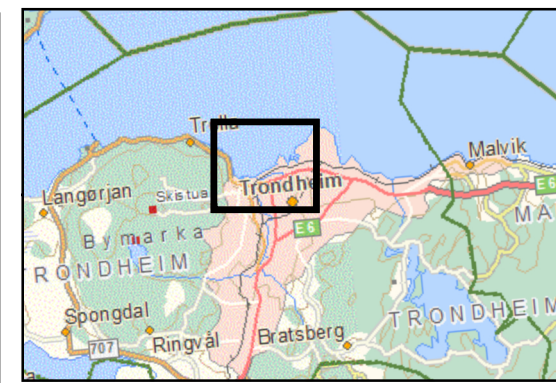
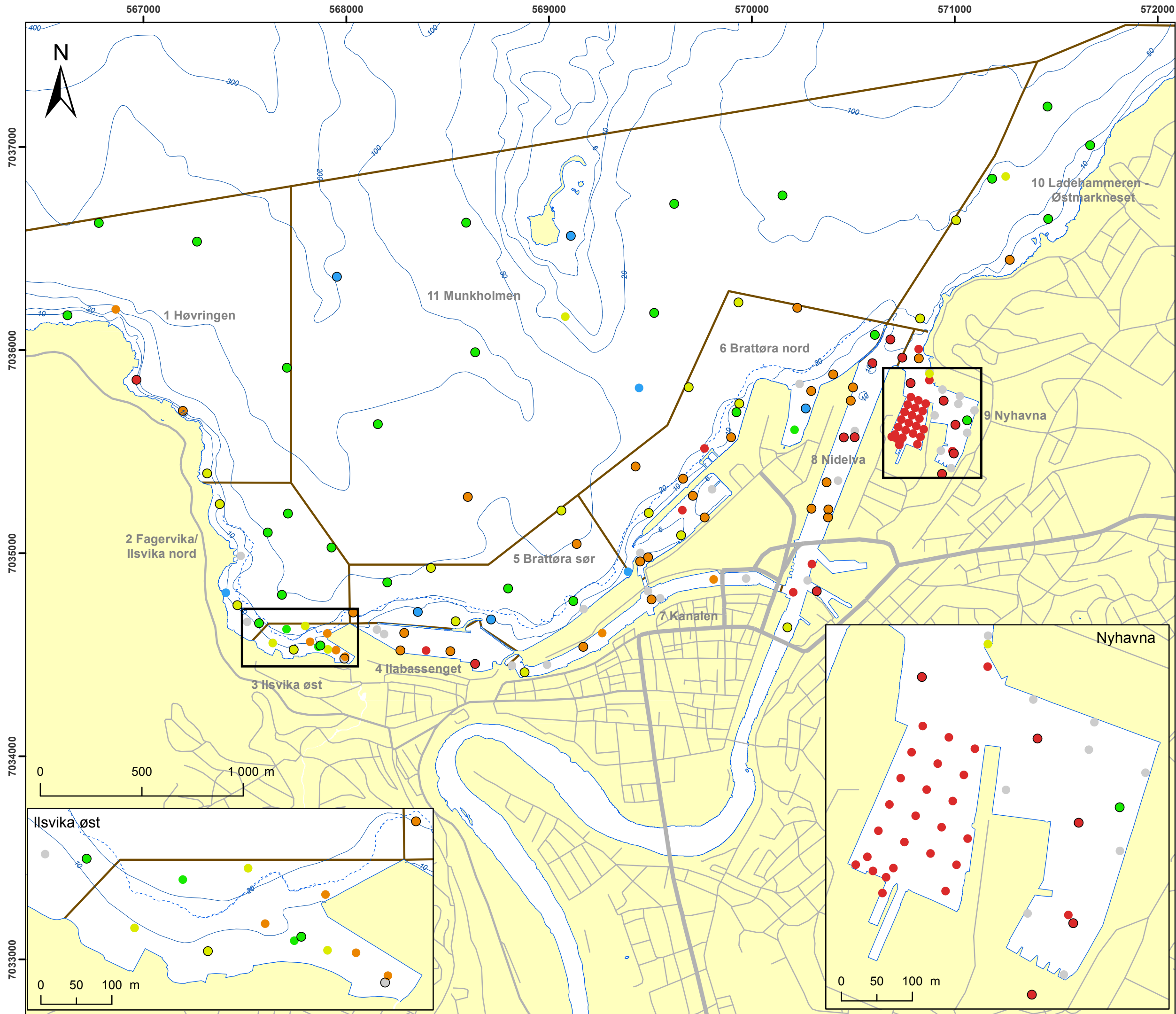
Trondheim havn		
Konsentrasjon av SumPAH i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A4
	Utført EgS	Dato 2011-04-27
Overflateprøver og kjerneprøver	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	



- BAP**
- <0,006
 - 0,006-0,420
 - 0,420-0,830
 - 0,830-4,200
 - >4,200
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010


Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

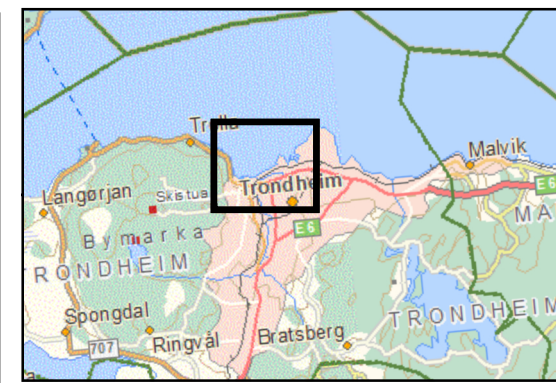
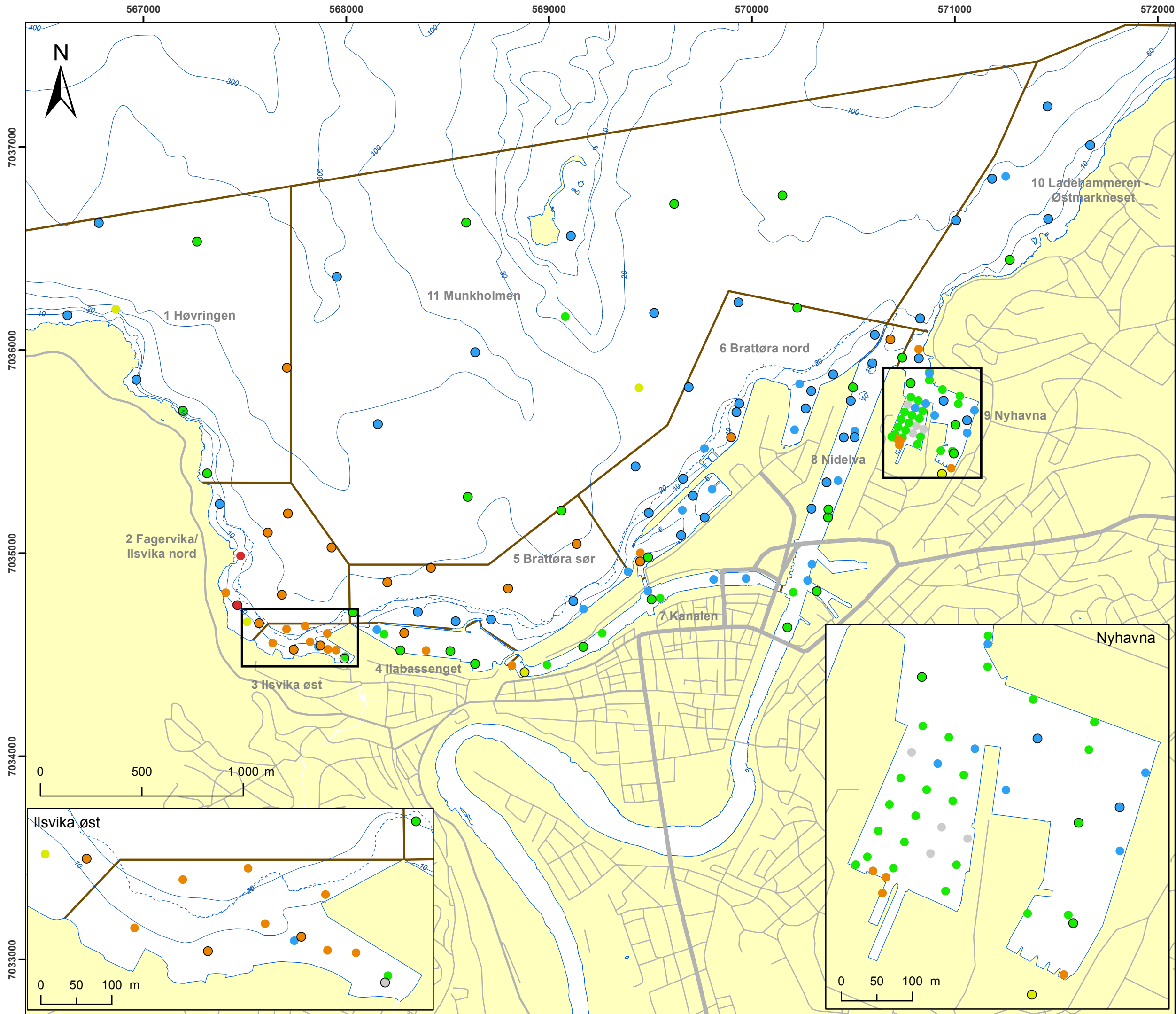
Trondheim havn		
Konsentrasjon av BAP i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A5
	Utført EgS	Dato 2011-04-27
Overflateprøver og kjerneprøver	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	



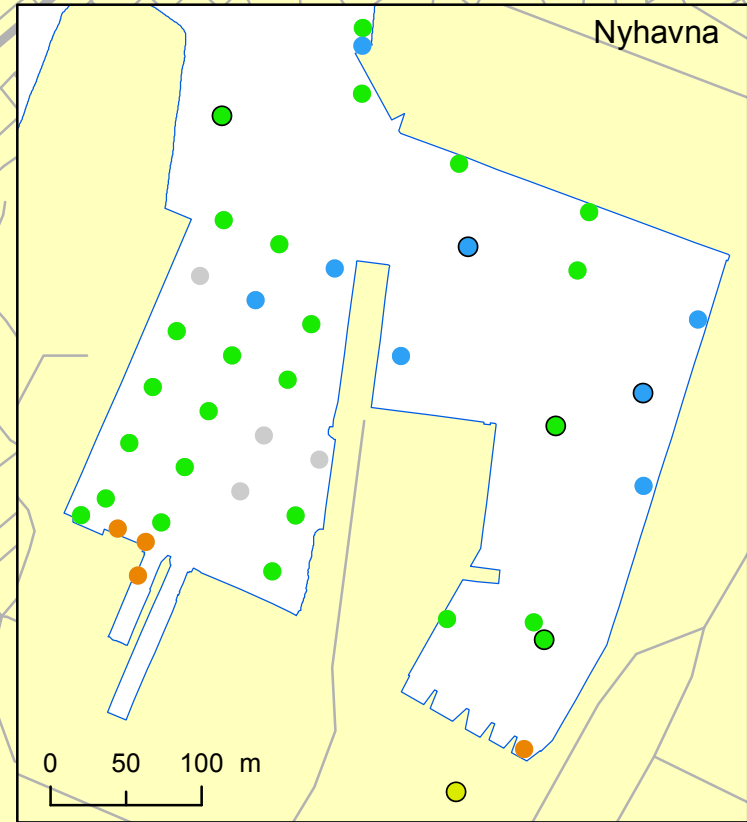
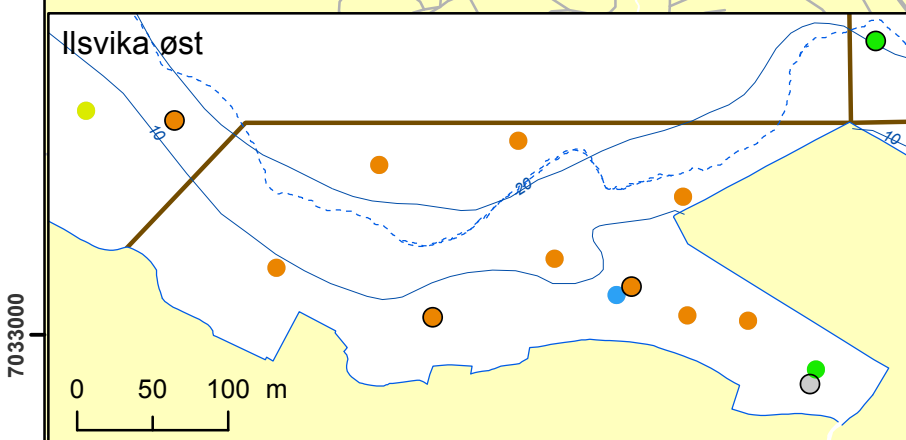
- TBT**
- <1
 - 1-5
 - 5-20
 - 20-100
 - >100
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010

Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.


Trondheim havn		
Konsentrasjon av TBT i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr.	Kartvedlegg
	20081794	A6
Overflateprøver og kjerneprøver	Utført	Dato
	EgS	2011-04-27
	Kontrollert	
Godkjent	RGr	

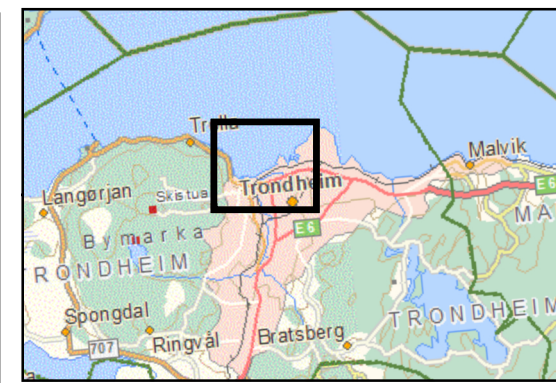
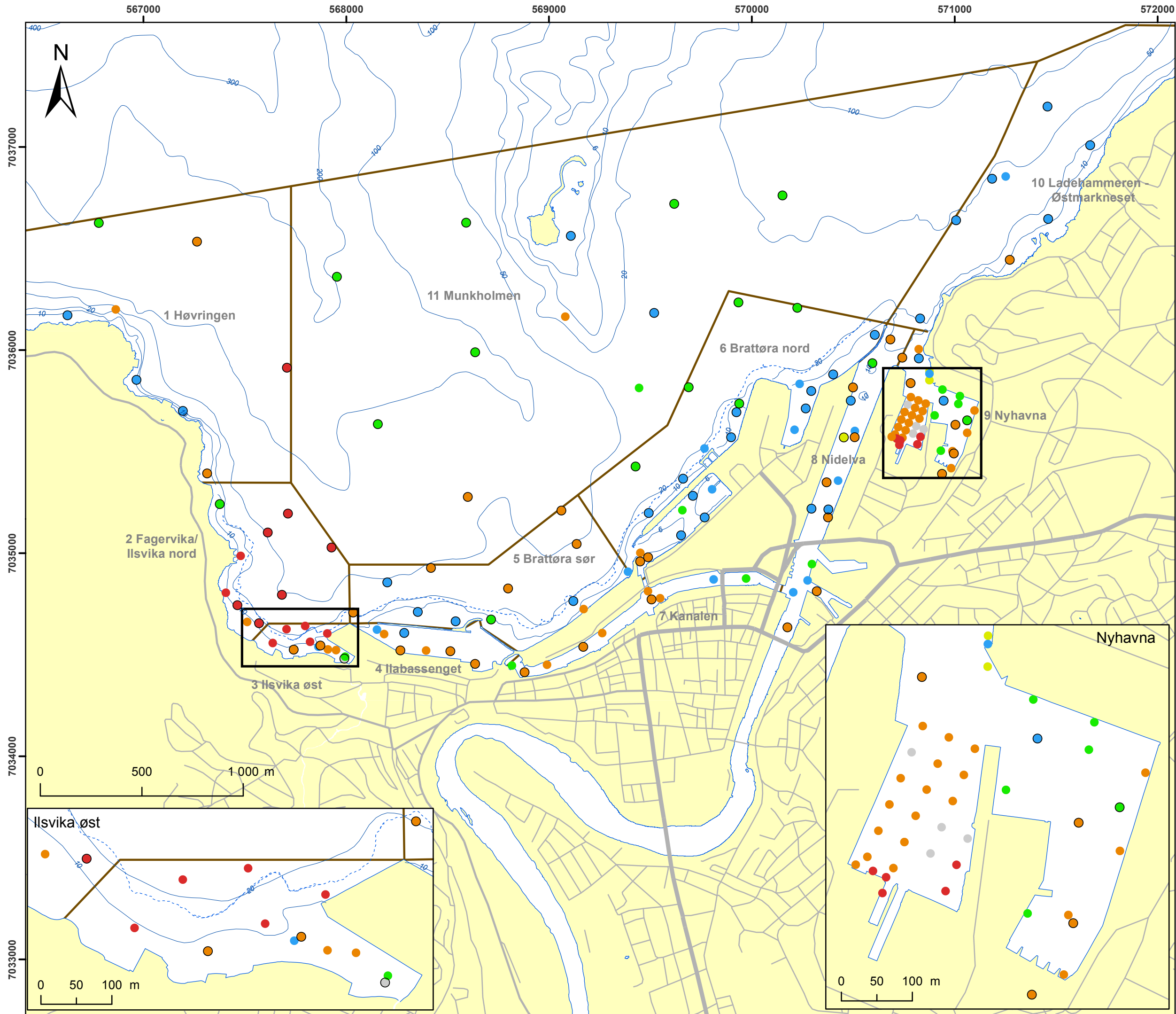


- Pb**
- <30
 - 30-83
 - 83-100
 - 100-720
 - >720
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010

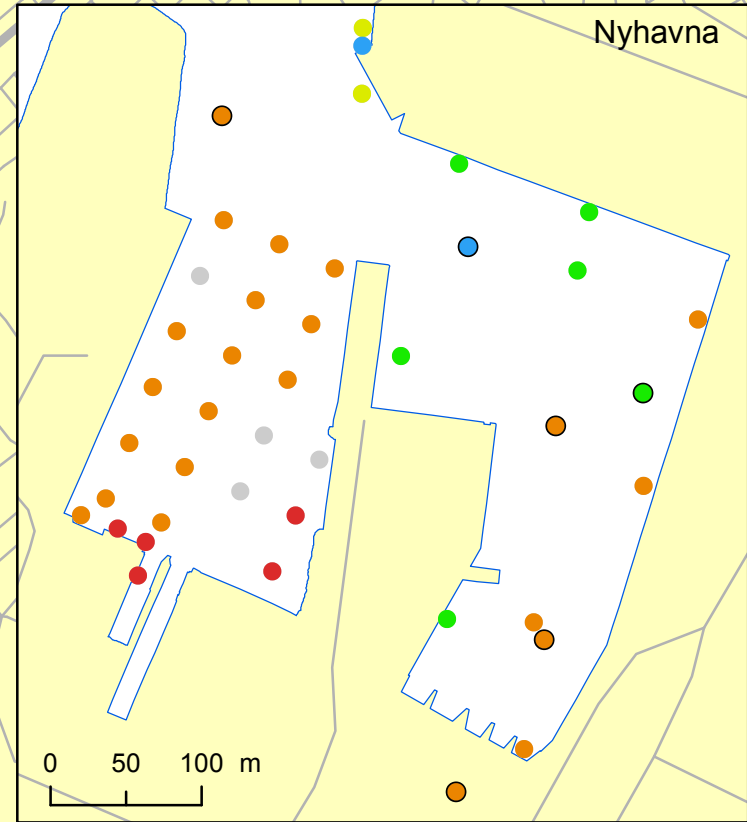
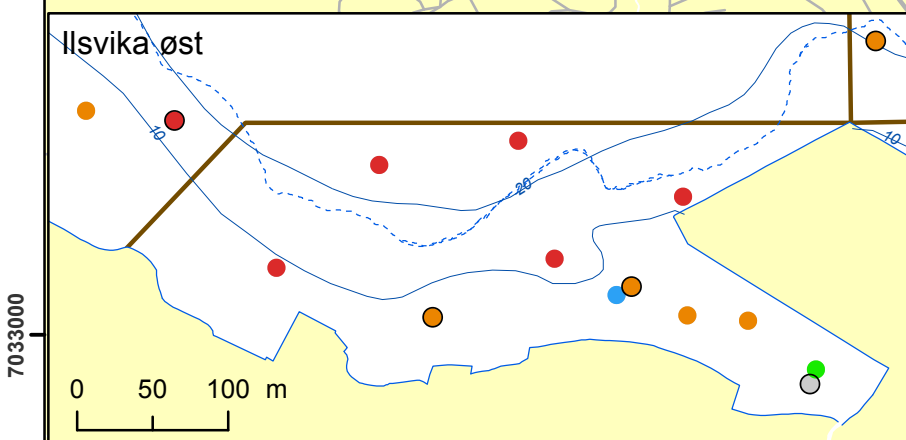


Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

Trondheim havn		
Konsentrasjon av Pb i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A7
	Utført EgS	Dato 2011-04-27
Overflateprøver og kjerneprøver	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	

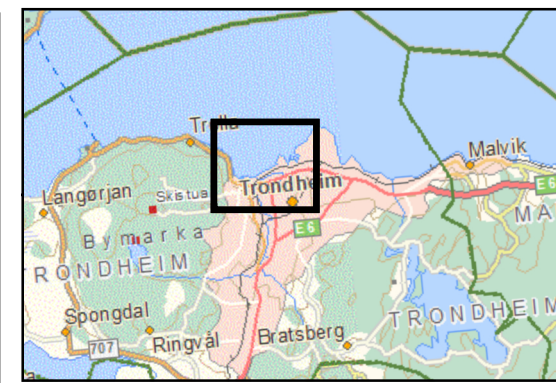
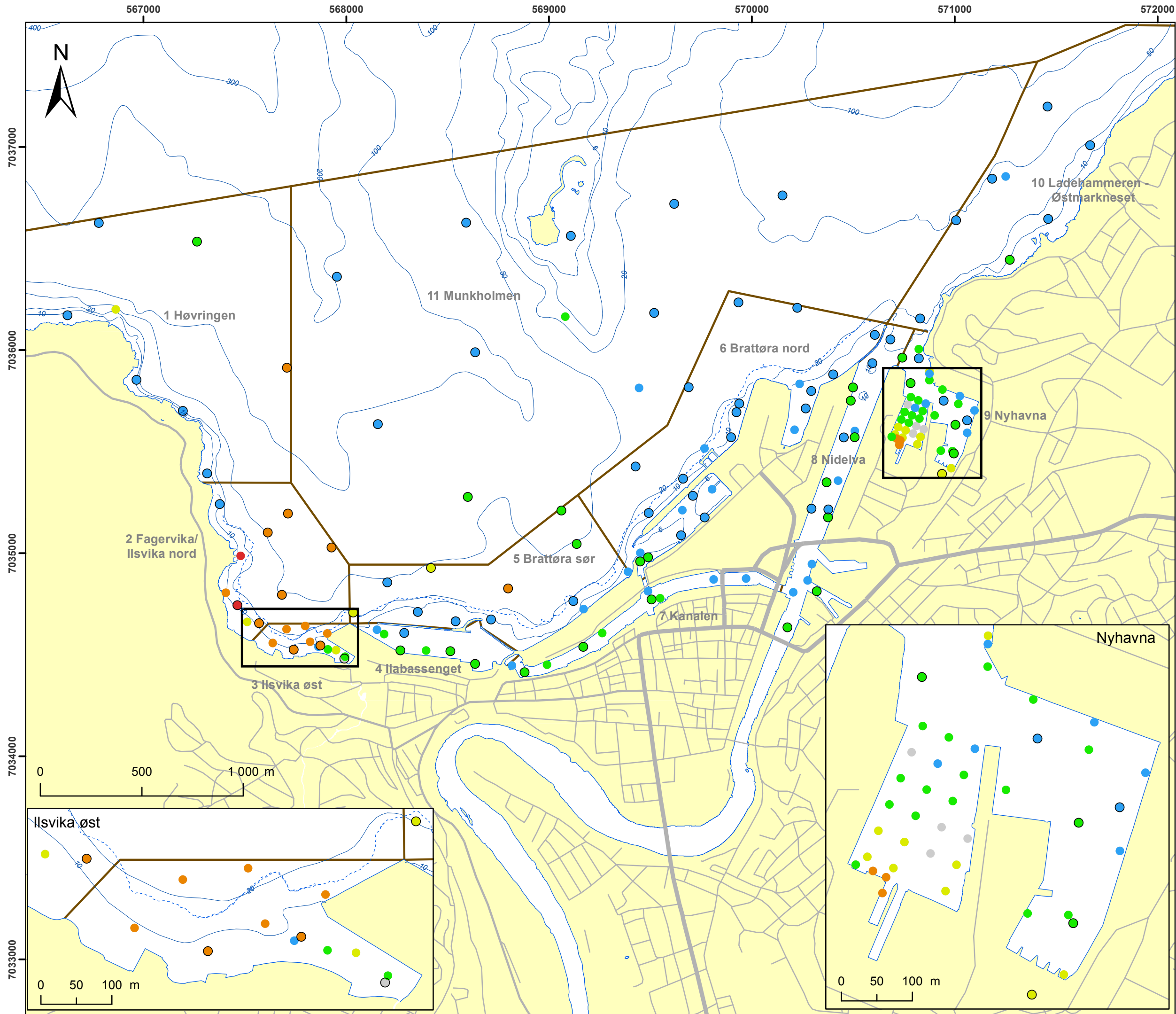


- Cu**
- <35
 - 35-51
 - 51-55
 - 55-220
 - >220
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010



Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

Trondheim havn		
Konsentrasjon av Cu i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr.	20081794
	Kartvedlegg	A8
Overflateprøver og kjerneprøver	Utført	EgS
	Dato	2011-04-27
	Kontrollert	MMo
Godkjent	RGr	



- Zn
- <150
 - 150-360
 - 360-590
 - 590-4500
 - >4500
 - Ikke analysert
 - Prøver tatt 2009/2010

Datum: EUREF89. Kartprojeksjon: UTM sone 32.
 Målestokk hovedkart 1:17 500. Målestokk detaljkart 1:5.000.

Trondheim havn		
Konsentrasjon av Zn i sedimenter iht. SFTs tilstandsklasser	Prosjektnr. 20081794	Kartvedlegg A9
	Utført EgS	Dato 2011-04-05
Overflateprøver og kjerneprøver	Kontrollert MMo	
	Godkjent RGr	



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: B1 / Rev.1
Vedlegg: B

Vedlegg B Analyseresultater

Innhold

- B1 Analyseresultater sedimentprøver
- B2 Samletabell for alle utførte analyser

Parameter				Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC
Prøvepunkt				mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)
Delområde 1																	
T101 0-10	0	-	10	<0,0035	0.1	0.01	2.8	3.5	5.3	0.39	14	21	0.0028	16	40	71.7	7.4
T102 0-10	0	-	10	0.00064	1.6	0.13	1.2	10	29	0.77	48	53	0.12	33	130	67.7	11
T103 0-10	0	-	10	0.0013	2.9	0.24	2.1	20	40	0.78	60	62	0.21	38	170	61.7	12
T104 0-10	0	-	10	<0,0035	8.7	0.53	101	4	8.1	0.19	12	7.9	0.011	6.1	33	71.9	11
T105 0-10	0	-	10	0.021	15	0.57	26.9	9	45	0.36	33	19	0.027	13	110	75.4	<5,0
T106 0-10	0	-	10	<0,0035	1.1	0.084	1.7	260	160	3.9	390	82	0.19	55	1200	58.6	9.1
T107 0-10	0	-	10	0.022	13	0.91	18.1	9.8	59	0.81	60	30	0.34	17	110	82.4	8.9
NGU 38-1	0	-	2	nd	2	0.120	24	39	92	52	149	40	0.71	25	533	43.4	
NGU 38-4	50	-	250	nd	<0,2	<0,01		4	7	0.44	15	37	<0,01	26	40	75.9	4
Delområde 2 Fagervika/Ilsvika nord																	
T108 0-10	0	-	10	<0,0035	1.5	0.1	15.6	14	17	0.41	37	17	0.022	10	81	77.6	10
T109 0-10	0	-	10	0.0088	3.8	0.32	2.2	390	460	5.2	700	82	0.40	41	2700	55.3	12
T110 0-10	0	-	10	0.015	2.7	0.15	1.5	370	560	6	960	83	0.53	41	3400	58.3	11
T111 0-10	0	-	10	0.0069	1.5	0.097	2.8	680	700	9.4	1300	84	0.56	40	4300	55.4	7.4
T112 0-10	0	-	10	0.0025	1.3	0.078	3.9	810	620	9	1800	57	0.45	33	4000	64.4	8.4
T113 0-10	0	-	10	0.00063	2.1	0.260	9.9	1200	1800	23	3000	74	0.79	34	9900	63.5	<5,0
T114 0-10	0	-	10	0.039	22	0.960	3.3	530	690	9.5	1500	62	0.59	32	4500	60.7	56
NGU 5-1	0	-	2	nd	3.4	0.198		912	1300	14	2016	43	0.40	25	5871		
NGU 5-2	2	-	10	nd	2.1	0.146		862	1713	18	1904	52	0.47	18	7499		
NGU 5-3	30	-	40	nd	8.8	0.355		59	219	3.3	313	45	0.092	32	1204		
NGU 5-4	0	-	63	nd	0.8	0.078		283	731	7.7	702	55	0.20	35	3212	75.8	5
NGU 36-2	0	-	20	0.011	1.8	0.120		67	85	1.4	172	18	0.02	15	547	82.1	5
NGU 36-3	97	-	108	nd	<0,2	<0,01		3	<5	0.42	17	37	0.31	29	34	82.8	
NGU 37-1	0	-	2	nd	<0,2	<0,01	<1	41	209	18	1653	112	0.19	101	4027	84.0	
NGU 37-4	0	-	137	nd	<0,2	<0,01		920	2965	185	8360	4	3.6	12	<2	86.4	<1
Delområde 3 Ilsvika øst																	
T115 0-10	0	-	10	0.018	7.6	0.53	16.5	18	230	1.3	100	43	0.48	74	660	74.3	<5,0
T116 0-10	0	-	10	<0,0035	6.8	0.51	3.4	26	400	6.6	130	43	4.9	34	2800	68	16
T117																	
Ingen prøve																	
NGU 32-1	0	-	2	0.31	3.5	0.224	27	92	308	3.7	305	39	0.24	27	1428	70.8	
NGU 32-2	0	-	13	nd	8.1	0.407		18	131	1.7	102	34	0.49	22	409	80.4	15
NGU 32-3	20	-	45	nd	4.2	0.224		3	7	0.52	7	21	<0,01	19	42	85.1	
NGU 35-1	0	-	2	0.47	28	1.188		51	236	1.4	197	55	0.41	26	951	72.9	
NGU 35-4	0	-	95	4.1	22	0.928		63	364	4.0	370	35	0.79	21	1596	73.6	19
101 MC	4	-	6	nd	0.059	0.004	<5	<2,0	4	<0,10	5	23	0.01	18	24		6.9
102 MC	0	-	2	0.031	5.7	0.540	61	24	210	1.2	150	69	1.00	60	520		47
102 MC	4	-	6	0.036	4.5	0.360	45	13	150	0.8	100	44	0.35	53	350		23
102 VC	22	-	30	nd	0.01	<0,002	<5	<2,0	4	<0,10	12	27	<0,01	27	26		6.8
133 MC	3	-	5	0.031	3.8	0.340	38	6	50	0.9	46	34	0.25	68	200		32
134 MC	0	-	2	0.022	4.4	0.410	19	13	120	0.7	88	72	0.36	110	330		29
134 MC	4	-	6	nd	0.18	0.015	<5	<2,0	14	0.2	13	46	0.02	57	49		7.4
134 VC	15	-	30	nd	0.004	<0,002	<5	<2,0	<3,0	<0,10	5	25	<0,01	19	22		6.2
ny 1A	4	-	21	0.064	11.81	0.960	7	310	625	12.0	1196	67	1.00	46	2521		
ny 4A	5	-	21	0.017	3.91	0.330	4	347	565	12.0	954	71	1.30	47	2414		
ny 5A	7	-	30	0.026	8.28	0.730	22	72	352	5.0	387	65	1.60	48	1530		
ny 6A	4	-	15	0.02	4.88	0.390	8	249	458	9.0	717	62	1.20	45	2022		
Bakgrunn				<0,005	<0,300	<0,006	<1	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150		
God				0,005-0,017	0,300-2,000	0,006-0,420	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	5-20	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Parameter			Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC	
Prøvepunkt			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)	
Delområde 4 Ilabassenget																	
T118 0-10	0	-	10	0.084	3.6	0.19	20.4	13	43	0.9	63	43	0.25	31	170	63.4	15
T119 0-10	0	-	10	0.016	5.8	0.3	49.1	5	290	0.68	24	21	0.017	17	110	75.3	16
T120 0-10	0	-	10	0.023	1.2	0.083	31.4	25	64	1.5	120	55	0.47	37	300	61.3	18
T121 0-10	0	-	10	0.017	4.9	0.23	247	12	44	0.93	76	53	0.24	37	190	62.6	16
NGU 30-1	0	-	2	0.09	4.9	0.250	146	11	128	0.85	60	31	0.67	25	208	73.3	
NGU 30-4	0	-	95	0.019	2.6	0.172		8	46	0.93	45	26	0.33	21	195	74.0	12
NGU 31-1A	0	-	2	nd	1.8	0.120		6	25	0.61	26	26	0.011	23	81	79.5	
NGU 31-1B	0	-	2	0.018	4.5	0.224		12	54	0.73	62	31	0.072	25	167	50.5	
NGU 31-4	0	-	36	nd	3.2	0.198		3	21	0.57	17	25	0.054	20	73	78.2	0.8
Delområde 5 Brattøra sør																	
T122 0-10	0	-	10	0.14	3.4	0.17	29.7	37	83	1.5	130	42	0.30	28	390	65.6	14
T123 0-10	0	-	10	0.0011	7.3	0.41	3	13	110	0.43	25	28	0.030	19	74	77.1	12
T124 0-10	0	-	10	<0.0035	0.038	0.0018	<0.9	2.2	3.2	0.28	4.5	21	0.0038	15	25	78.2	<5.0
T125 0-10	0	-	10	0.027	6	0.42	5.9	68	130	1.6	170	49	0.24	31	450	67.3	11
T126 0-10	0	-	10	<0.0035	0.52	0.043	6.1	2.6	4.2	0.26	4.1	24	0.0062	17	32	80.4	<5.0
T127 0-10	0	-	10	0.0021	18	1.2	<0.9	9.5	29	0.49	45	31	0.12	21	98	71.3	7.6
T128 0-10	0	-	10	0.019	9.3	0.86	3.3	20	300	1.2	71	41	0.20	27	600	64.7	12
T129 0-10	0	-	10	<0.0035	2.2	0.2	3.1	5.5	8.8	0.39	9.2	29	0.016	19	37	74.7	7.1
T130 0-10	0	-	10	0.009	20	1.5	26.2	19	170	1.1	99	58	0.33	38	260	64.3	20
T131 0-10	0	-	10	0.013	5.1	0.46	8.7	24	67	0.87	81	59	0.65	34	220	64.3	15
NGU 22-1	0	-	2	nd	0.5	0.063	<1	2	7	0.40	5	18	<0.01	13	37	82.0	
NGU 22-4	0	-	120	nd	<0.2	<0.01		1	<5	0.43	13	25	<0.01	20	21	80.1	6
NGU 39-1	0	-	2	nd	0.09	0.047		6	6	0.52	197	25	<0.01	20	93	81.3	
NGU 39-4	0	-	105	nd	<0.2	<0.01		2	<5	0.43	8	23	<0.01	17	20	79.3	5
Bakgrunn				<0.005	<0.300	<0.006	<1	<20	<30	<0.25	<35	<70	<0.15	<30	<150		
God				0,005-0,017	0,300-2,000	0,006-0,420	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	5-20	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Parameter			Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC	
Prøvepunkt			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)	
Delområde 6 Brattøra nord																	
T132 0-10	0	-	10	0.052	19	1.3	30.6	15	130	1.1	130	72	0.55	42	260	60.5	16
T133 0-10	0	-	10	0.023	12	1.1	5.8	4.5	26	0.51	29	35	0.24	25	78	76	18
T134 0-10	0	-	10	0.012	5	0.39	30	3.7	18	0.35	14	30	0.041	21	43	72.4	7.4
T135 0-10	0	-	10	0.0085	2.6	0.25	17.4	5	10	0.38	18	29	0.051	18	55	78.5	7.4
T136 0-10	0	-	10	0.016	6.6	0.49	22.4	4	14	0.39	19	33	0.038	22	82	79.3	7.1
T137 0-10	0	-	10	0.027	21	2.9	32.5	10	27	0.61	46	57	0.13	34	120	70.3	12
T138 0-10	0	-	10	0.02	7.4	0.86	5.9	7.3	26	0.47	36	43	0.19	27	110	72.5	17
T139 0-10	0	-	10	0.0082	25	1.6	13.1	4.8	30	0.68	38	100	0.23	32	87	60.1	17
T140 0-10	0	-	10	0.029	5.6	0.65	8.5	6.2	30	0.49	37	42	0.15	27	130	71.5	11
T141 0-10	0	-	10	0.052	6.1	0.73	50	7.5	70	0.55	43	50	0.15	31	110	71.1	10
T142 0-10	0	-	10	0.00054	0.54	0.047	20.7	3	5.4	0.28	7.2	34	0.012	23	37	76.2	5.1
T143 0-10	0	-	10	<0.0035	0.31	0.025	1.2	1.7	3.1	0.25	5.2	24	0.011	15	29	80.7	<5.0
TK 176 0-10	0	-	10	0.004	25	1.4	85.1	8.4	6.9	0.41	14	35	0.030	21	43	72.5	9.4
TK 176 20-30	20	-	30	0.044	31	0.87	14.3	9.1	30	0.79	34	40	0.18	24	100	70.7	23
TK 177 0-10	0	-	10	0.021	35	1.7	67.7	5.4	120	0.58	32	50	0.087	31	89	74	22
TK 177 20-27	20	-	27	0.018	99	5.4	2	8.6	39	0.82	27	62	0.17	24	98	71.1	16
TK 178 0-10	0	-	10	<0.0035	82	3.4	2.8	6	24	0.4	26	140	0.017	26	41	69.9	28
TK 178 20-30	20	-	30	<0.035	450	22	1.7	4.8	23	0.5	35	130	0.019	24	60	72.2	52
TK 179 0-10	0	-	10	<0.0035	0.016	<0.001	<0.7	1	2.2	0.37	6.4	27	0.0012	20	26	80.6	6.6
TK 179 20-30	20	-	30	<0.0035	0.43	0.024	<0.8	2.2	2.9	0.37	11	31	0.0066	22	29	75.6	7.9
TK 180 0-10	0	-	10	0.005	1	0.075	43.7	4.1	9.3	0.5	22	35	0.034	23	54	76	7.8
TK 180 20-30	20	-	30	<0.0035	0.34	0.032	2.9	3.8	5.6	0.47	19	32	0.013	23	35	76.4	<5.0
TK 181 0-10	0	-	10	0.079	7.9	0.33	20.5	15	60	1.3	93	67	1.1	44	220	68.8	20
TK 181 20-30	20	-	30	0.0059	28	1.7	<0.7	11	72	1.4	66	62	0.85	41	200	70.8	15
NGU 23-1	0	-	2	0.031	13	0.511		11	110	0.65	63	34	0.10	24	149	75.6	
NGU 23-2	0	-	55	nd	0.15	<0,01		2	18	0.56	18	24	0.49	18	58	83.9	6
NGU 23-3	70	-	96	nd	3.2	0.172		1	<5	0.46	12	32	<0,01	23	29	79.3	
NGU 24-1	0	-	2	0.004	1.7	0.120	292	5	14	0.48	46	35	0.041	24	52	70.7	
NGU 24-4	0	-	119	0.031	23	0.459		4	39	0.76	31	32	0.19	22	129	76.9	15
NGU 25-1	0	-	2	nd	0.4	0.063		2	5	0.43	13	39	<0,01	27	28	79.6	
NGU 25-4	0	-	40	nd	<0,2	<0,01		<1	<5	<0,02	16	31	<0,01	22	22	92.1	1
NGU 26-1	0	-	2	nd	19	0.719	467	4	22	0.50	32	32	0.55	29	81	68.1	
NGU 27-1	0	-	2	0.007	3.7	0.224		3	25	0.51	34	37	0.050	26	90	69.7	
NGU 28-1	0	-	2	nd	<0,2	<0,01	2	1	<5	0.39	3	17	<0,01	15	15	80.7	
NGU 28-4	0	-	71	nd	<0,2	<0,01		<1	<5	<0,02	1	20	<0,01	15	15	84.9	2
Bakgrunn				<0,005	<0,300	<0,006	<1	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150		
God				0,005-0,017	0,300-2,000	0,006-0,420	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	5-20	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Parameter				Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC
Prøvepunkt				mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)
Delområde 7 Kanalen																	
T144 0-10	0	-	10	0.00065	4.7	0.34	7	18	100	1.6	110	120	0.13	91	260	45.3	12
T145 0-10	0	-	10	0.15	36	2.8	62	13	60	1.2	91	83	0.63	49	220	63.1	26
T146 0-10	0	-	10	0.023	5.2	0.38	79	14	63	1.2	96	87	0.98	57	240	61	25
NGU 4-1	0	-	2	0.075	17	0.615		10	66	1.1	82	49	1.5	35	212		
NGU 4-2	2	-	10	0.036	4.5	0.250		10	69	1.2	95	51	3.0	34	246		
NGU 4-3	30	-	40	0.24	89	2.387		20	191	1.6	91	42	1.8	43	440		
NGU 4-4	60	-	70	0.27	19	0.355		7	100	3.6	68	46	0.22	31	365		
NGU 4-5	0	-	70	0.055	10	0.276	70	12	96	1.4	76	41	3.4	35	390	56.4	38
NGU 17-1	0	-	2	0.015	3.3	0.172		5	19	0.62	41	38	0.080	29	86	51.8	
NGU 17-4	0	-	117	1.2	10	0.355		4	59	0.90	43	42	0.33	30	155	56.7	31
NGU 18-1	0	-	2	nd	2.1	0.120	27	5	15	0.56	35	39	0.080	29	78	64.9	
NGU 18-4	0	-	106	0.065	9	0.303		4	70	1.0	62	43	1.0	32	213	61.8	26
NGU 19-1	0	-	2	0.003	3.8	0.172		7	30	0.66	63	47	0.18	33	121	51.1	
NGU 19-2	0	-	30	0.06	4.5	0.224		10	112	1.5	80	51	1.2	36	322	57.2	27
NGU 19-3	140	-	182	nd	<0.2	<0.01		1	<5	0.45	19	24	<0.01	21	20	77.3	
NGU 20-1	0	-	2	0.007	6.2	0.303	81	11	45	0.88	80	50	0.76	35	243	58.2	
NGU 20-4	0	-	105	nd	0.7	0.073		2	<5	0.47	10	23	0.040	20	30	77.5	12
NGU 21-1	0	-	2	0.037	8.7	0.407		10	56	0.85	79	50	0.49	32	175	54.8	
NGU 21-2	0	-	50	0.019	12	0.459		7	74	1.3	55	56	0.63	34	225	71.8	18
NGU 21-3	140	-	163	nd	<0.2	<0.01		1	<5	0.43	10	18	<0.01	19	13	80.3	
NGU 29-1	0	-	2	0.006	21	0.719		8	246	0.66	48	27	0.58	19	124	77.3	
NGU 29-4	0	-	48	0.032	15	0.667		11	129	1.1	62	32	0.47	22	262	74.2	14
Delområde 8 Nidelva																	
T147 0-10	0	-	10	0.057	11	0.5	11	16	40	1.8	130	110	0.35	74	290	36.8	51
T148 0-10	0	-	10	0.028	5.6	0.39	115	13	44	1.3	90	91	0.28	59	210	56.6	31
T149 0-10	0	-	10	0.019	5.4	0.31	60	4.1	58	0.52	30	39	0.057	25	110	70.5	14
T150 0-10	0	-	10	0.032	5.3	0.35	54	10	24	0.98	66	70	0.13	48	160	52.8	29
T151 0-10	0	-	10	0.2	6	0.33	204	7.5	22	0.98	52	62	0.094	50	130	63.6	21
T152 0-10	0	-	10	0.034	25	1.6	83	12	59	1.8	100	78	0.17	54	280	59.6	24
T153 0-10	0	-	10	0.012	3	0.35	411	7.4	19	0.63	45	49	0.10	31	100	69.8	13
T154 0-10	0	-	10	0.018	4.9	0.54	197	7.6	190	0.8	72	65	0.12	46	150	65.9	18
TK 183 0-10	0	-	10	0.048	5.9	0.26	42	6	50	1.2	69	62	0.28	39	220	68.7	19
TK 183 20-30	20	-	30	0.074	4.4	0.22	22	5.5	41	1.1	58	53	0.29	34	190	70.8	12
TK 184 0-10	0	-	10	0.0088	1.8	0.085	62	4.2	30	0.62	34	44	0.073	31	80	67.3	16
TK 184 70-80	70	-	80	0.0033	3	0.24	<0.7	3.8	12	0.48	25	46	0.10	28	70	81.1	9.2
TK 185 0-10	0	-	10	0.014	2.6	0.14	231	7.9	23	0.98	76	68	0.10	53	160	59.2	24
TK 185 90-100	90	-	100	0.0041	1.6	0.15	14	3	8	0.51	17	31	0.046	21	51	79.6	5.8
TK 186 0-10	0	-	10	0.013	1.5	0.075	97	6.2	18	0.59	32	43	0.037	30	200	71.2	13
TK 182 0-10	0	-	10	0.065	12	1.3	201	9.7	77	1.2	81	62	0.27	39	210	69.8	18
TK 182 30-40	30	-	40	0.06	50	4.7	<0.8	8.4	72	1.1	63	61	0.37	42	170	70.4	14
TK 182 100-110	100	-	110	0.03	28	3.3	1	7.1	61	0.97	50	46	0.13	33	100	77.1	13
NGU 3-1	0	-	2	nd	2.3	0.120		8	18	0.55	17	30	0.040	23	55		
NGU 3-2	2	-	10	nd	5.1	0.276		3	24	0.55	23	28	0.060	21	75		
NGU 3-3	30	-	40	0.11	4.7	0.224		6	50	0.93	40	46	0.64	30	193		
NGU 3-4	60	-	70	0.07	5.2	0.224		9	34	1.0	36	40	0.30	27	174		
NGU 3-5	0	-	70	0.025	3.4	0.172	30	3	42	0.88	38	39	0.28	28	142	69.0	18
NGU 12-1	0	-	2	nd	2.1	0.120		5	12	0.56	31	34	0.011	26	74	61.5	
NGU 12-2	0	-	93	0.043	3.6	0.198		6	36	0.88	40	39	0.42	27	155	66.4	21
NGU 12-3	103	-	127	nd	0.08	0.047		3	<5	0.44	14	30	<0.01	25	29	80.0	
NGU 13-1	0	-	2	0.008	3.6	0.224	137	5	26	0.56	38	39	0.14	30	81	65.3	
NGU 13-2	0	-	30	0.15	3.7	0.198		4	32	0.87	45	41	0.16	31	141	57.1	28
NGU 13-3	40	-	162	nd	<0.2	<0.01		4	<5	0.41	12	32	<0.01	25	26	80.3	
NGU 14-1	0	-	2	0.005	1.6	0.120		3	12	0.51	27	26	0.054	21	56	72.8	
NGU 14-4	0	-	20	0.022	2.8	0.198		6	44	0.68	48	37	0.15	31	129	64.2	17
NGU 16-1	0	-	2	nd	1.2	0.094	409	7	76	0.51	26	28	0.041	22	60	65.6	
NGU 16-2	0	-	94	nd	1.4	0.120		5	47	0.51	27	26	0.10	22	68	85.6	8
NGU 16-3	109	-	128	nd	<0.2	<0.01		4	<5	0.44	18	41	<0.01	31	36	78.7	
Bakgrunn				<0,005	<0,300	<0,006	<1	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150		
God				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Parameter			Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC	
Prøvepunkt			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)	
Delområde 9 Nyhavna																	
T155 0-10	0	-	10	0.017	11	0.96	1150	21	86	1.9	160	100	0.086	60	460	58.4	27
T156 0-10	0	-	10	0.05	28	3.5	262	10	39	0.92	99	61	0.190	34	250	63.3	17
T157 0-10	0	-	10	0.026	28	2.8	27	3.5	12	0.43	26	31	0.110	19	91	74.2	12
TK 187 0-10	0	-	10	0.11	9.5	0.72	936	13	55	1.3	120	73	0.410	40	350	63	18
TK 187 30-40	30	-	40	0.93	49	1.6	677	23	190	3.6	270	160	1.9	74	1400	47.1	39
TK 188 0-10	0	-	10	0.14	10	0.85	574	11	49	1.2	100	61	0.003	33	320	67.5	39
TK 188 90-100	90	-	100	1.5	170	13	13	40	350	5.4	560	130	0.007	84	1000	55.2	28
TK 189 0-10	0	-	10	<0,0035	41	3.7	2	6.2	16	0.79	36	58	0.001	40	83	73	9
TK 189 20-30	20	-	30	<0,0035	50	3.9	<0,8	5.3	14	0.7	28	51	0.001	35	69	75.6	10
TK 190 0-10	0	-	10	0.012	13	1.1	453	2.3	6.9	0.34	8.2	26	<0,0012	15	44	82.6	8.1
TK 190 40-45	40	-	45	0.91	90	6.7	16	24	440	3.0	240	82	0.004	60	1000	70.9	23
NGU 2-1	0	-	2	0.023	34	1.500	1200	3	40	0.82	52	36	0.066	22	223		
NGU 2-2	2	-	10	0.013	12	0.667		3	34	0.77	32	31	0.045	19	169		
NGU 2-3	30	-	40	nd	<0,2	<0,01		7	6	0.42	5	19	<0,01	15	14		
NGU 2-4	60	-	70	nd	<0,2	<0,01		2	<5	0.42	6	22	<0,01	18	16		
NGU 2-5	0	-	70	nd	0.4	0.058		<1	9	0.44	7	17	<0,01	14	23	82.1	5
NGU 7-1	0	-	2	0.015	18	0.824	574	5	132	1.1	106	45	0.41	30	342	52.7	
NGU 7-4	0	-	118	0.19	250	5.773		5	202	1.1	115	48	0.43	35	475	61.7	57
NGU 8-1	0	-	2	0.029	12	0.667		5	46	0.68	47	33	0.26	21	167	67.7	
NGU 8-4	0	-	107	nd	<0,2	<0,01		2	<5	0.42	15	49	<0,01	35	46	80.0	4
NGU 9-1	0	-	2	0.028	7.5	0.250	1643	7	44	0.93	75	43	0.32	25	237	62.4	
NGU 9-2	0	-	67	0.41	37	1.084		11	149	2.0	168	73	2.3	38	1110	63.5	20
NGU 9-3	77	-	177	nd	<0,2	<0,01		2	<5	0.42	19	38	<0,01	27	36	79.8	
NGU 10-1	0	-	2	nd	4.9	0.276		4	26	0.66	39	28	0.084	20	180	76.0	
NGU 10-2	0	-	76	0.01	2.1	0.146		3	14	0.55	31	33	0.040	24	102	81.5	8
NGU 10-3	86	-	130	nd	<0,2	<0,01		2	<5	0.43	16	26	<0,01	21	21	83.9	
501	0	-	2	nd	7.2	0.650	2590	7.9	68	0.64	210	53	0.30	27	380		
502	0	-	2	nd	7.2	0.650	2590	7.9	68	0.64	210	53	0.30	27	380		
504	0	-	2	nd	2.3	0.200	206	5.4	58	0.42	230	35	0.14	18	380		
505	0	-	2	0.0029	8.5	0.830	319	8.1	64	0.94	170	66	0.71	31	410		
506	0	-	2	0.0029	8.5	0.830	319	8.1	64	0.94	170	66	0.71	31	410		
507	0	-	1				221										
508	0	-	2	nd	2.3	0.200	206	5.4	58	0.42	230	35	0.14	18	380		
509	0	-	2	nd	6	0.560	702	6.5	45	0.62	120	48	0.37	25	290		
510	0	-	2	nd	6	0.560	702	6.5	45	0.62	120	48	0.37	25	290		
511	0	-	2				813										
512	0	-	1				344										
513	0	-	2	nd	4.5	0.500	544	5.7	33	0.48	120	51	0.27	26	240		
514	0	-	2	nd	4.5	0.500	544	5.7	33	0.48	120	51	0.27	26	240		
515	0	-	2	nd	6.5	0.730	220	7.4	35	0.44	110	56	0.26	28	230		
516	0	-	1				115										
517	0	-	2	0.0051	7.6	0.810	197	5	28	0.34	76	45	0.21	23	108		
518	0	-	2	nd	6.5	0.730	220	7.4	35	0.44	110	56	0.26	26	230		
519	0	-	2	0.023	13	1.400	115	5.7	43	0.47	74	49	0.33	26	200		
520	0	-	2	0.023	13	1.400	115	5.7	43	0.47	74	49	0.33	26	200		
521	0	-	2	0.051	7.6	0.810	197	5	28	0.34	76	45	0.21	23	108		
Snøtipp	0	-	10	0.001	1.112	0.103	8	2.6	12	0.18	34.9	52.4	0.18	37	101		
TRV G7	0	-	10	0.007	1.93	0.160	9100	113	237	1.8	1950	158	0.24	88	2700	51.0	16
TRV G8	0	-	10	0.025	2.9	0.230	2800	90	272	2.4	1140	132	0.25	79	3280	68.5	15
TRV G9	0	-	10	0.019	4.71	0.210	380	11	36	0.33	122	74	0.2200	40	232	62.0	12
TRV G10	0	-	10	0.009	3.25	0.200	10000	98	283	2.10	2780	218	0.2400	94	2940	64.2	13
601	Overflateprøve			<0,02	<2	0.130		<2	26	<0,1	60	54	0.7960	42	135		
602	Overflateprøve			<0,02				<2	33	<0,1	53	35	0.1410	27	435		
603	Overflateprøve			0.046	12	1.200		3	37	0.31	43	47	0.2210	24	232		
604 T	Overflateprøve			0.020	<2	0.370		<2	31	0.16	37	59	0.3290	24	136		
604 B	Overflateprøve			<0,02	<2	0.220		<2	20	<0,1	62	41	0.1630	48	136		
605 T	Overflateprøve			0.025	5.1	0.770		<2	26	0.12	60	42	0.1650	43	132		
605 B	Overflateprøve			<0,02	<2	<0,03		<2	14	<0,1	72	44	0.0759	56	183		
606	Overflateprøve			0.414	5.8	0.870		6	218	0.48	89	114	0.3720	32	390		
607	Overflateprøve			0.099	3.4	0.750		4	48	0.35	46	75	0.3280	26	323		
Bakgrunn				<0,005	<0,300	<0,006	<1	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150		
God				0,005-0,017	0,300-2,000	0,006-0,420	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	5-20	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Parameter				Sum PCB(7)	Sum PAH(16)	B(a)p	TBT	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn	Tørrstoff	TOC
Prøvepunkt				mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	(%)	(g/kg TS)
Delområde 10 Ladehammeren-Østmarkneset																	
T158 0-10	0	-	10	0.019	4.9	0.56	10	4.5	15	0.49	26	36	0.056	25	69	71.3	7.2
T160 0-10	0	-	10	0.1	21	2.3	7	5	10	0.69	34	66	0.056	44	77	71.3	6.9
T161 0-10	0	-	10	0.066	23	2	24	11	37	1.1	68	67	0.031	40	180	64.3	31
T162 0-10	0	-	10	0.0022	1.9	0.16	2	2.4	3.4	0.3	4.6	25	0.010	17	32	79.8	<5
T163 0-10	0	-	10	0.012	5.1	0.57	3	4.9	14	0.39	26	37	0.10	24	63	71.7	10
T164 0-10	0	-	10	0.022	6.3	0.56	3	5.2	12	0.49	22	37	0.057	24	65	71.8	<5
T165 0-10	0	-	10	0.0069	3.8	0.42	2	4.8	20	0.54	31	49	0.13	30	81	73.5	9.2
T166								Ingen prøve									
NGU 6-1	0	-	2	nd	1.2	0.120	6	5	16	0.43	21	29	0.017	19	55	69.4	
NGU 6-4	60	-	260	nd	<0,2	<0,01		6	8	0.42	24	50	<0,01	34	51	74.9	2
Delområde 11 Munkholmen																	
T167 0-10	0	-	10	0.28	20	3	4	7.3	37	0.63	47	52	0.053	28	150	69.7	11
T168 0-10	0	-	10	0.009	12	0.94	2	8.2	35	0.71	42	46	0.19	30	110	73.2	9.7
T169 0-10	0	-	10	<0,0035	0.48	0.059	<1	2.3	3.1	0.25	4.3	25	0.019	16	37	83.2	<5
T170 0-10	0	-	10	0.0025	1.5	0.16	<1,2	11	31	0.63	45	53	0.13	30	120	71.4	9
T171 0-10	0	-	10	0.0007	0.78	0.078	<1	25	29	0.85	48	61	0.074	37	130	64.6	7.7
T172 0-10	0	-	10	0.014	21	1.8	4	7	27	0.66	30	39	0.18	25	110	77	12
T173 0-10	0	-	10	<0,0035	0.68	0.066	1	12	19	0.74	39	72	0.051	43	100	68.6	6.9
T174 0-10	0	-	10	<0,0035	0.34	0.033	2	11	16	0.81	38	69	0.040	44	95	68	13
T175 0-10	0	-	10	0.018	9.2	0.72	28	22	70	0.70	70	50	0.69	31	180	71	6
NGU 40-1	0	-	2	0.013	3.8	0.250	1	7	85	0.70	36	29	0.15	21	147	72.2	
NGU 40-2	0	-	20	0.001	3.2	0.224		4	27	0.48	28	49	0.072	19	66	76.4	27
NGU 40-3	50	-	147	nd	<0,2	<0,01		4	7	0.42	23	39	<0,01	28	46	76.6	
NGU 41-1	0	-	2	0.013	2.6	0.198	10	12	58	0.49	57	30	0.13	20	179	68.0	
Bakgrunn				<0,005	<0,300	<0,006	<1	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150		
God				0,005-0,017	0,300-2,000	0,006-0,420	1-5	20-52	30-83	0,25-2,6	35-51	70-560	0,15-0,63	30-46	150-360		
Moderat				0,017-0,190	2,000-6,000	0,420-0,830	5-20	52-76	83-100	2,6-15	51-55	560-5900	0,63-0,86	46-120	360-590		
Dårlig				0,190-1,900	6,000-20,000	0,830-4,200	20-100	76-580	100-720	15-140	55-220	5900-59000	0,86-1,6	120-840	590-4500		
Svært dårlig				>1,900	>20,000	>4,200	>100	>580	>720	>140	>220	>59000	>1,6	>840	>4500		

Sum PCB(7)	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	Ila-bassenget	Brattøra sør	Brattøra nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	Ladehammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	mg/kg TS	0.006	0.008	0.069	0.035	0.018	0.017	0.032	0.030	0.030	0.029	0.032
Sedimenter ikke overflate	mg/kg TS	0.000	0.002	0.438	0.010	0.000	0.011	0.176	0.039	0.206	0.000	0.001
Sedimentfeller	mg/kg TS	0.015	0.009	0.046	0.022	0.011		0.019		0.104	0.011	
Porevann	µg/L	1.8E-05	2.1E-05	1.2E-04	2.2E-05	1.5E-05	1.8E-05	4.8E-05	1.9E-05	4.8E-05	8.9E-06	8.6E-06
Diffusjonskamre	ng/(m ² *dag)		6.997		4.082		3.848	2.974		6.122		
Vannprøver (SPMD)	µg/L								1.3E-05			
Sandfang	mg/kg TS			0.012	0.008		0.003	0.005	0.016	0.103		
Verft (fast stoff)	µg/L									0.011		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L	i.d.									i.d.	

Sum PAH(16)	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	Ila-bassenget	Brattøra sør	Brattøra nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	Ladehammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	mg/kg TS	5.6	3.8	6.8	3.8	6.0	12.5	10.2	5.6	9.2	8.4	6.6
Sedimenter ikke overflate	mg/kg TS	0.1	2.3	5.4	2.9	0.1	57.8	15.4	7.5	35.0	0.1	5.1
Sedimentfeller	mg/kg TS	1.5	2.2	9.1	4.2	4.4		12.0		9.3	3.4	1.7
Porevann	µg/L	3.86	0.22	0.23	0.18	0.18	0.19	0.27	0.15	4.09	0.06	0.10
Diffusjonskamre	ng/(m ² *dag)		979		275		115	617		1894		
Vannprøver (SPMD)	µg/L								0.0114			
Sandfang	mg/kg TS			3.3	4.8		1.4	11.1	5.2	13.2		
Verft (fast stoff)	µg/L							4.5		11.2		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L	0.33									0.25	

B(a)p	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	Ila-bassenget	Brattøra sør	Brattøra nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	Ladehammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	mg/kg TS	0.32	0.21	0.45	0.18	0.44	0.78	0.55	0.37	0.80	0.83	0.66
Sedimenter ikke overflate	mg/kg TS	0.01	0.09	0.51	0.15	0.01	2.77	0.44	0.65	1.75	0.01	0.10
Sedimentfeller	mg/kg TS	0.11	0.18	0.83	0.32	0.24		0.65		0.88	0.25	
Porevann	µg/L	2.2E-02	7.3E-04	1.1E-03	9.0E-04	8.7E-04	1.3E-03	9.0E-04	6.4E-04	9.2E-02	5.1E-04	6.6E-04
Diffusjonskamre	ng/(m ² *dag)		11.079		6.414		1.924	3.732		53.06		
Vannprøver (SPMD)	µg/L								3.00E-05			
Sandfang	mg/kg TS			0.22	0.23		0.07	0.21	0.34	0.41		
Verft (fast stoff)	µg/L									0.37		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L	0.008									0.010	

TBT	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	bassenget	sør	nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	hammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	µg/kg TS	22	5	24	99	8	58	51	154	2189	7	5
Sedimenter ikke overflate	µg/kg TS	11		8			4	70	11	501		
Sedimentfeller	µg/kg TS	32	140	53	560	37		62		5050	2200	
Porevann	µg/L	0.020	0.001	0.002	<0,001	0.001	0.002	0.003	0.006	0.012	<0,002	0.009
Diffusjonskamre	µg/L											
Vannprøver (SPMD)	µg/L								7.00E-05			
Sandfang	mg/kg TS											
Verft (fast stoff)	µg/L									15000		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L											

As	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	Ila-bassenget	Brattøra sør	Brattøra nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	Ladehammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	mg/kg TS	44	534	79	12	17	6	10	7	12	5	11
Sedimenter ikke overflate	mg/kg TS	14										
Sedimentfeller	mg/kg TS	4	266	111	5	1	4	7	5	8	6	4
Sedimentfeller	mg/kg TS	8	320	120	19	20		7		9	20	
Porevann	µg/L	23	44	4	34	12	12	46	36	23	11	9
Diffusjonskamre	µg/L											
Vannprøver (SPMD)	µg/L											
Sandfang	mg/kg TS			2	3		2	5	3	4		
Verft (fast stoff)	µg/L									374		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L	1									2	

Pb	Områdenavn	Høvringen	Fagervika	Ilsvika øst	Ila-bassenget	Brattøra sør	Brattøra nord	Kanalen	Nidelva	Nyhavna	Ladehammeren	Munkholmen
Beskrivelse	Delområder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Overflate sedimenter	mg/kg TS	55	741	254	93	77	33	70	43	66	16	37
Sedimenter ikke overflate	mg/kg TS	7	800	297	34	3	22	76	32	89	8	17
Sedimentfeller	mg/kg TS		259									
Sedimentfeller	mg/kg TS	39	490	280	75	84		43		68	42	
Porevann	µg/L	<0,20	<0,20	0.8	<0,20	0.39	2.2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Diffusjonskamre	µg/L											
Vannprøver (SPMD)	µg/L											
Sandfang	mg/kg TS			32	35		14	33	32	170		
Verft (fast stoff)	µg/L									54		
Vannprøver (renseanlegg)	µg/L	2.0								1100		0.9

Vedlegg C Resultater fra risikovurdering etter veileder TA2230/2007

Innhold

- C1 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 1 HØVRINGEN
- C2 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 2 FAGERVIKA
- C3 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 3 ILSVIKA ØST
- C4 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 4 ILABASSENGET
- C5 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 5 BRATTØRA SØR
- C6 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 6 BRATTØRA NORD
- C7 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 7 KANALEN
- C8 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 8 NIDELVA
- C9 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 9 NYHAVNA
- C10 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 10 LADEHAMMEREN
- C11 RISIKOVURDERING FOR OMRÅDE 11 MUNKHOLMEN
- C12 STEDSSPESIFIKKE DATA FOR ALLE DELOMRÅDER
- C13 SPREDNING FRA TILSTANDSKLASSE 3 SEDIMENT



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C1-1 / Rev. 1
Vedlegg: C1

C1. Risikovurdering for område 1 Høvringen

1.1 Arealbruk

Deler av området benyttes i dag til industrihavn, samt at vann fra Høvringen renseanlegg slippes ut i området på 48 - 65 m dybde. Deler av området defineres også i følge Trondheim kommune som rekreasjonsområder.

1.2 Risiko for spredning

Det er utført spredningsvurdering for sedimenter grunnere enn 20 m og en vurdering for sedimenter dypere enn 20 m. Følgende spredningsveier er gjeldende for de ulike sedimentarealene:

Område grunnere enn 20 m (90632 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

Område dypere enn 20 m (1201961 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

1.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av PAH og TBT i sedimentprøver tatt grunnere enn 20 m som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. For sedimenter tatt dypere enn 20 m er det gjennomsnittsverdier for tungmetallene As, Cd, Cu og Zn som overskrider grenseverdi i tillegg til PAH. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C1-3 og C1-4.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH og TBT er summert i kg/år i tabell C1-1 og C1-2.

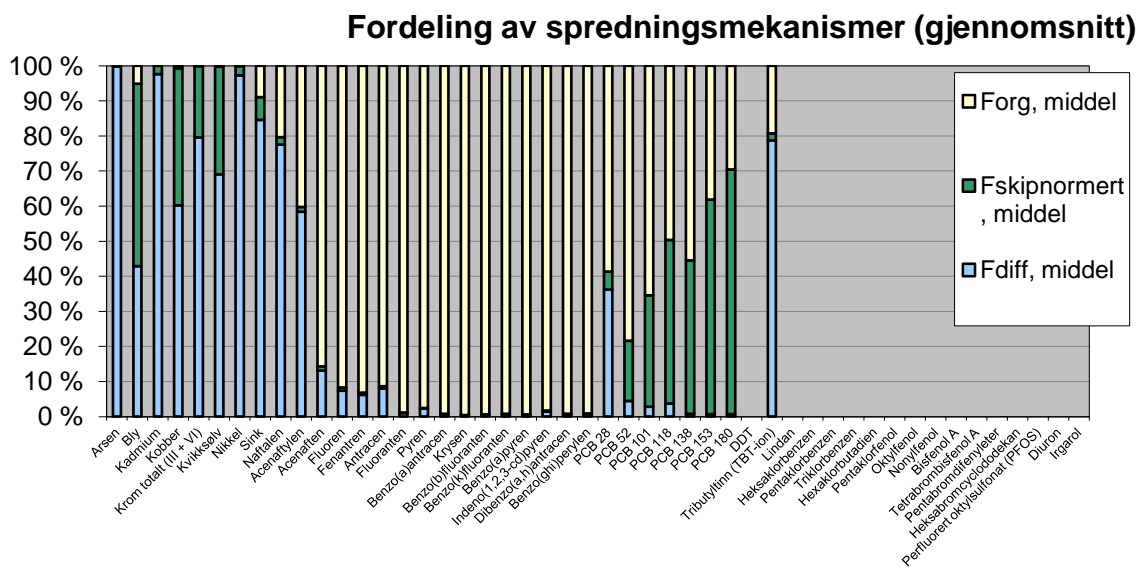
Tabell C1-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 1 Høyvingen – sedimenter grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	1.54E+02	1.53E+02	3.13E-01	6.48E-02	13.93
Bly	1.62E+00	6.96E-01	8.44E-01	8.31E-02	0.15
Kadmium	5.43E-01	5.29E-01	1.29E-02	3.37E-04	0.05
Kobber	2.19E+00	1.31E+00	8.55E-01	1.59E-02	0.20
Krom totalt (III + VI)	2.75E+00	2.19E+00	5.60E-01	2.78E-03	0.25
Kvikksølv	8.93E-03	6.17E-03	2.73E-03	2.86E-05	0.001
Nikkel	1.40E+01	1.36E+01	3.80E-01	1.37E-02	1.27
Sink	3.30E+01	2.80E+01	2.13E+00	2.97E+00	3.00
Naftalen	3.68E+00	2.85E+00	7.51E-02	7.50E-01	0.33
Acenaftylen	1.72E-01	1.00E-01	2.29E-03	6.92E-02	0.02
Acenaften	2.90E+00	3.78E-01	3.44E-02	2.48E+00	0.26
Fluoren	1.73E+01	1.27E+00	1.65E-01	1.59E+01	1.57
Fenantren	9.12E+01	5.66E+00	5.74E-01	8.49E+01	8.26
Antracen	1.66E+01	1.32E+00	1.11E-01	1.52E+01	1.51
Fluoranten	2.31E+02	2.18E+00	3.71E-01	2.28E+02	20.91
Pyren	1.14E+02	2.50E+00	2.83E-01	1.11E+02	10.31
Benzo(a)antracen	5.55E+01	3.91E-01	5.19E-02	5.51E+01	5.03
Krysen	4.34E+02	1.82E+00	1.51E-01	4.32E+02	39.33
Benzo(b)fluoranten	3.95E+01	2.13E-01	2.55E-02	3.93E+01	3.58
Benzo(k)fluoranten	2.28E+01	1.52E-01	1.77E-02	2.27E+01	2.07
Benzo(a)pyren	1.67E+01	8.59E-02	1.77E-02	1.66E+01	1.52
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.72E+00	2.40E-02	5.28E-03	1.69E+00	0.16
Dibenzo(a,h)antracen	1.11E+00	6.74E-03	1.70E-03	1.10E+00	0.10
Benzo(ghi)perylen	1.11E+01	8.30E-02	1.24E-02	1.10E+01	1.01
PCB 28	1.43E-04	5.17E-05	7.21E-06	8.37E-05	0.00001
PCB 52	1.76E-04	7.72E-06	3.01E-05	1.38E-04	0.00002
PCB 101	1.15E-04	3.22E-06	3.66E-05	7.56E-05	0.00001
PCB 118	4.53E-05	1.66E-06	2.12E-05	2.25E-05	0.000004
PCB 138	2.38E-04	1.85E-06	1.04E-04	1.32E-04	0.00002
PCB 153	1.39E-04	9.06E-07	8.54E-05	5.32E-05	0.00001
PCB 180	8.13E-05	5.78E-07	5.67E-05	2.40E-05	0.00001
Sum PCB7	9.38E-04				0.00008
Tributyltinn (TBT-ion)	9.02E-02	7.10E-02	1.83E-03	1.74E-02	0.01

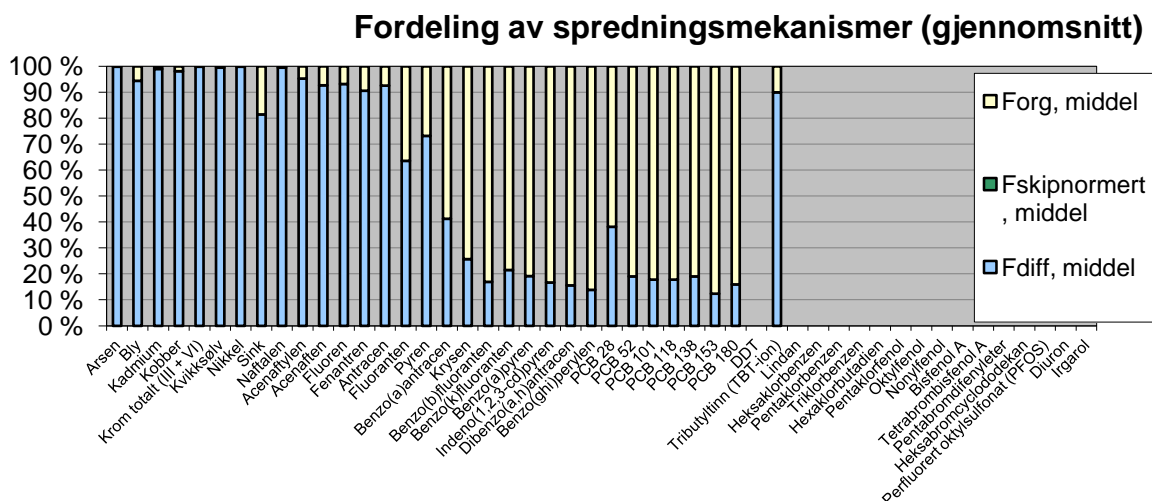
Tabell C1-2: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 1 Høvringen – sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	8.30E+01	8.30E+01	mangler data	1.87E-02	99.76
Bly	3.68E+00	3.60E+00	mangler data	7.76E-02	4.42
Kadmium	5.87E-01	5.86E-01	mangler data	3.32E-04	0.71
Kobber	3.50E+01	3.48E+01	mangler data	1.99E-01	42.10
Krom totalt (III + VI)	2.17E+00	2.17E+00	mangler data	2.97E-03	2.61
Kvikksølv	2.00E-02	1.99E-02	mangler data	9.21E-05	0.02
Nikkel	2.60E+01	2.60E+01	mangler data	3.20E-02	31.24
Sink	3.81E+01	3.60E+01	mangler data	2.09E+00	45.83
Naftalen	1.29E+01	1.29E+01	mangler data	6.08E-02	15.55
Acenaftylen	2.47E+00	2.41E+00	mangler data	6.39E-02	2.97
Acenaften	1.18E+00	1.13E+00	mangler data	4.52E-02	1.41
Fluoren	7.63E-01	7.25E-01	mangler data	3.87E-02	0.92
Fenantren	2.62E+00	2.40E+00	mangler data	2.12E-01	3.15
Antracen	5.49E-01	5.06E-01	mangler data	4.27E-02	0.66
Fluoranten	1.21E+00	8.22E-01	mangler data	3.89E-01	1.46
Pyren	2.42E+00	1.86E+00	mangler data	5.58E-01	2.91
Benzo(a)antracen	3.03E-01	1.35E-01	mangler data	1.67E-01	0.36
Krysen	6.52E-01	1.97E-01	mangler data	4.55E-01	0.78
Benzo(b)fluoranten	4.46E-01	9.23E-02	mangler data	3.54E-01	0.54
Benzo(k)fluoranten	2.75E-01	5.69E-02	mangler data	2.18E-01	0.33
Benzo(a)pyren	3.05E-01	6.32E-02	mangler data	2.42E-01	0.37
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8.10E-02	1.59E-02	mangler data	6.50E-02	0.10
Dibenzo(a,h)antracen	1.88E-02	3.68E-03	mangler data	1.51E-02	0.02
Benzo(ghi)perylen	2.85E-01	5.61E-02	mangler data	2.29E-01	0.34
PCB 28	5.80E-03	2.22E-03	mangler data	3.59E-03	0.01
PCB 52	8.64E-03	1.65E-03	mangler data	7.00E-03	0.01
PCB 101	1.26E-03	2.25E-04	mangler data	1.03E-03	0.002
PCB 118	1.26E-04	2.25E-05	mangler data	1.03E-04	0.0002
PCB 138	1.81E-03	3.05E-04	mangler data	1.50E-03	0.002
PCB 153	1.17E-04	1.98E-05	mangler data	9.75E-05	0.000
PCB 180	4.27E-04	6.81E-05	mangler data	3.59E-04	0.001
DDT	0.00E+00	mangler data	mangler data	mangler data	0.00
Tributyltinn (TBT-ion)	2.23E+00	2.19E+00	mangler data	4.03E-02	2.68

I Figur C1-1 og C1-2 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen. I områder grunnere enn 20 m er skipstrafikk styrende for PCB-komponenter og bly. For øvrige tungmetaller, TBT og enkelte PAH er diffusjon styrende. Øvrige PAH spres hovedsakelig via organismer. I områder dypere enn 20 m er ikke spredning via skipstrafikk relevant. Spredning via diffusjon er styrende for en del metaller og TBT, mens PAH og PCB spres hovedsakelig via organismer.



Figur C1-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 1.



Figur C1-2: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter dypere enn 20 i delområde 1.

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C1-5 og C1-6 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdiene i Trinn 1. Middelnivåene for sedimenter grunnere enn 20 m er arsen, kadmium og PAH overskredet og dypere enn 20 m overskrider spredningen for stoffene arsen, kadmium og sink, samt for de fleste PAH-forbindelsene.

1.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

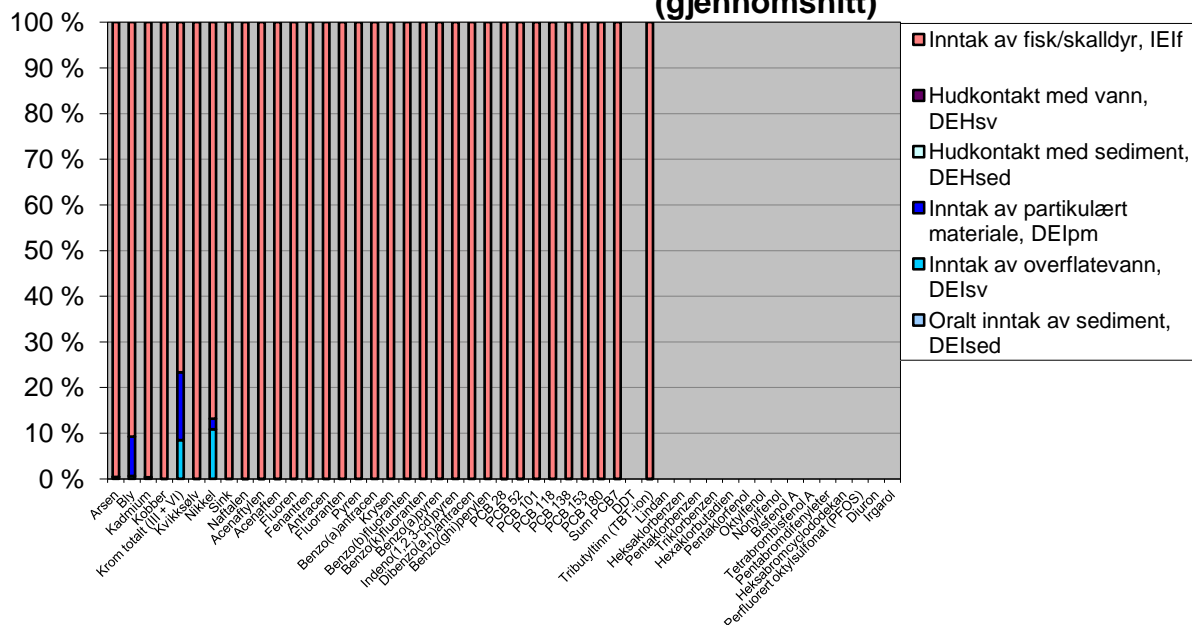
Område dypere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon)

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C1-7 og C1-8 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kvikksølv, PAH-komponenter og PCB for område grunnere og dypere enn 20 m.

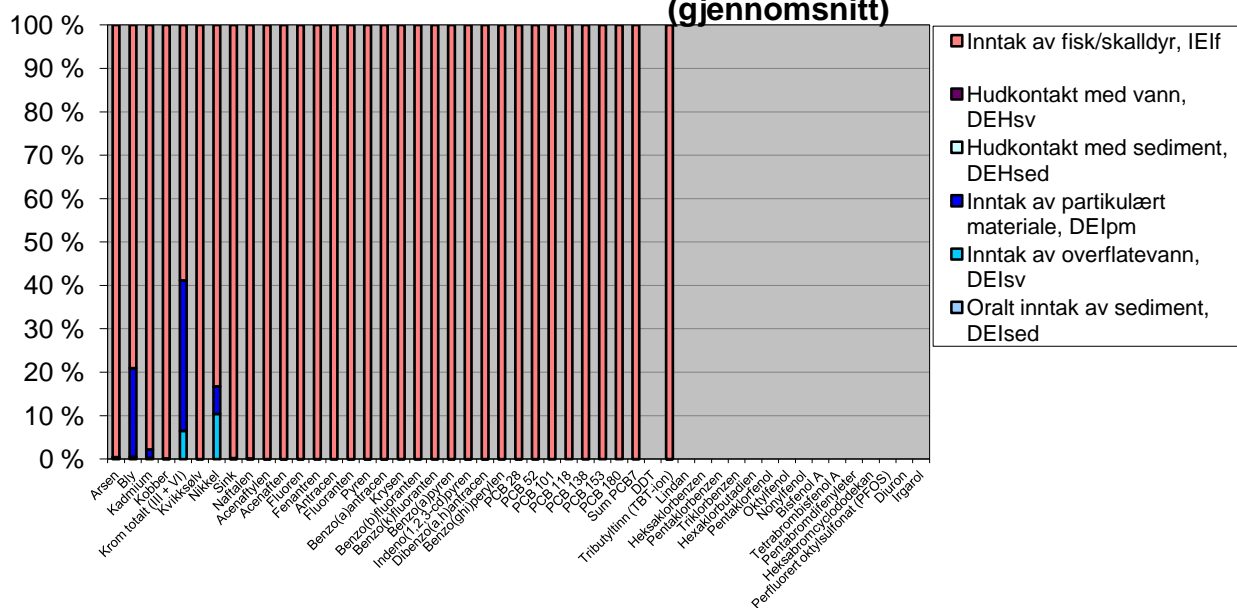
Risikoen er hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skalldyr. Inntak av partikulært materiale har betydning for tungmetallene bly og krom mens inntak av overflatevann har betydning for nikkel og krom. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C1-3 og C1-4.

Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt)



Figur C1-3: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder grunnere enn 20 m.

Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt)



Figur C1-4: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder dypere enn 20 m.

1.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann en prøve fra delområde 1. Porevannets konsentrasjon er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C1-9 og C1-10. Kvikksølv er ikke målt i porevannet og er derfor beregnet.

Målte middel porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, nikkel, sink PAH-forbindelser og TBT. Målte porevannskonsentrasjoner gir høyere verdier for arsen enn beregnede verdier. Dette sannsynligvis pga metodikken som er benyttet for porevann.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann mens TU verdi er akseptabel for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 1 Høvringen

Risikovurdering for delområde 1 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.

Tabell C1-3: Målt sedimentkonsentrasjoner grunnere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	9,8	6,575	52		
Bly	4	59	29,35	83		
Kadmium	4	0,81	0,4375	2,6		
Kobber	4	60	29,75	51	18 %	
Krom totalt (III + VI)	4	30	19,475	560		
Kvikksølv	4	0,34	0,0952	0,63		
Nikkel	4	17	13,025	46		
Sink	4	110	73,25	360		
Naftalen	4	0,3	0,1115	0,29	3 %	
Acenaftylen	4	0,081	0,033825	0,033	145 %	2 %
Acenaften	4	0,17	0,082125	0,16	6 %	
Fluoren	4	0,2	0,117625	0,26		
Fenantren	4	1,6	0,8162	0,50	220 %	63 %
Antracen	4	0,61	0,285525	0,031	1868 %	821 %
Fluoranten	4	5,8	2,42775	0,17	3312 %	1328 %
Pyren	4	3,6	1,778	0,28	1186 %	535 %
Benzo(a)antracen	4	1,3	0,75165	0,06	2067 %	1153 %
Krysen	4	1,6	0,80445	0,28	471 %	187 %
Benzo(b)fluoranten	4	1,1	0,62575	0,24	358 %	161 %
Benzo(k)fluoranten	4	0,92	0,4655	0,21	338 %	122 %
Benzo(a)pyren	4	0,91	0,505	0,42	117 %	20 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,43	0,172625	0,047	815 %	267 %
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,091	0,051825	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,73	0,35775	0,021	3376 %	1604 %
PCB 28	4	0,00025	0,00025			
PCB 52	4	0,0022	0,00105			
PCB 101	4	0,0024	0,001275			
PCB 118	4	0,0022	0,0007375			
PCB 138	4	0,0078	0,003625			
PCB 153	4	0,0059	0,002975			
PCB 180	4	0,0043	0,001975			
Sum PCB7	4	2,51E-02	1,19E-02	0,017	47 %	-30 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,101	0,0372	0,035	189 %	6 %



Tabell C1-4: Målt sedimentkonsentrasjon dypere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	260	82,27225	52	400 %	58 %
Bly	4	160	80,175	83	93 %	
Kadmium	4	52,1471	14,399275	2,6	1906 %	454 %
Kobber	4	390	161,67975	51	665 %	217 %
Krom totalt (III + VI)	4	82	59,34495	560		
Kvikksølv	4	0,70742	0,306855	0,63	12 %	
Nikkel	4	55	37,7515	46	20 %	
Sink	4	1200	508,28575	360	233 %	41 %
Naftalen	4	0,051	0,02825	0,29		
Acenaftylen	4	0,025	0,011825	0,033		
Acenaften	4	0,025	0,0135	0,16		
Fluoren	4	0,02	0,015	0,26		
Fenantren	4	0,15	0,1175	0,50		
Antracen	4	0,054	0,03045	0,031	74 %	
Fluoranten	4	0,4	0,2775	0,17	135 %	63 %
Pyren	4	0,34	0,2560625	0,28	21 %	
Benzo(a)antracen	4	0,23	0,1725	0,06	283 %	188 %
Krysen	4	0,32	0,2	0,28	14 %	
Benzo(b)fluoranten	4	0,33	0,205	0,24	38 %	
Benzo(k)fluoranten	4	0,2	0,1235	0,21		
Benzo(a)pyren	4	0,24	0,1435375	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,21	0,10875	0,047	347 %	131 %
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,038	0,021	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,42	0,16725	0,021	1900 %	696 %
PCB 28	3	0,00025	0,00025			
PCB 52	3	0,00025	0,00025			
PCB 101	3	0,00025	0,00025			
PCB 118	3	0,00025	0,00025			
PCB 138	3	0,00076	0,00055			
PCB 153	3	0,00057	0,00035667			
PCB 180	3	0,00025	0,00025			
Sum PCB7	3	2,58E-03	2,16E-03	0,017	-85 %	-87 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,024	0,00725	0,035		



Tabell C1-5: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning" for delområde 1 Høyvingen grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	1,54E+02	1,54E+02	5,40E+01	185 %	185 %
Bly	2,56E+00	1,62E+00	6,19E+00		
Kadmium	5,54E-01	5,43E-01	1,81E-01	207 %	200 %
Kobber	3,07E+00	2,19E+00	1,25E+01		
Krom totalt (III + VI)	3,06E+00	2,75E+00	3,66E+01		
Kvikksølv	3,19E-02	8,93E-03	5,91E-02		
Nikkel	1,41E+01	1,40E+01	3,30E+01		
Sink	3,56E+01	3,30E+01	3,73E+01		
Naftalen	5,07E+00	3,68E+00	1,42E+02		
Acenaftalen	2,71E-01	1,72E-01	7,38E+00		
Acenaften	5,59E+00	2,90E+00	1,49E+01		
Fluoren	2,86E+01	1,73E+01	1,42E+01	102 %	22 %
Fenantren	1,73E+02	9,12E+01	1,19E+01	1352 %	664 %
Antracen	3,40E+01	1,66E+01	5,99E-01	5572 %	2673 %
Fluoranten	5,48E+02	2,31E+02	7,99E-01	68481 %	28765 %
Pyren	2,28E+02	1,14E+02	2,84E+00	7921 %	3906 %
Benzo(a)antracen	9,57E+01	5,55E+01	1,14E-01	83586 %	48431 %
Krysen	8,61E+02	4,34E+02	9,85E-01	87334 %	43952 %
Benzo(b)fluoranten	6,93E+01	3,95E+01	5,66E-01	12147 %	6883 %
Benzo(k)fluoranten	4,50E+01	2,28E+01	5,06E-01	8780 %	4408 %
Benzo(a)pyren	3,01E+01	1,67E+01	9,68E-01	3006 %	1628 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,24E+00	1,72E+00	3,88E-02	10837 %	4328 %
Dibenzo(a,h)antracen	1,95E+00	1,11E+00	5,81E-01	235 %	91 %
Benzo(ghi)perylene	2,26E+01	1,11E+01	3,89E-02	57970 %	28467 %
PCB 28	1,43E-04	1,43E-04			
PCB 52	3,59E-04	1,76E-04			
PCB 101	2,14E-04	1,15E-04			
PCB 118	1,32E-04	4,53E-05			
PCB 138	5,10E-04	2,38E-04			
PCB 153	2,76E-04	1,39E-04			
PCB 180	1,76E-04	8,13E-05			
Sum PCB7	1,81E-03	9,38E-04			
DDT	mangler	mangler	1,91E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,23E-01	9,02E-02	1,15E+01		



Tabell C1-6: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning" for delområde 1 Høvringen dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.62E+02	8.30E+01	5.25E+01	400 %	58 %
Bly	7.34E+00	3.68E+00	3.81E+00	93 %	
Kadmium	2.12E+00	5.87E-01	1.06E-01	1906 %	454 %
Kobber	8.45E+01	3.50E+01	1.10E+01	665 %	217 %
Krom totalt (III + VI)	3.00E+00	2.17E+00	2.05E+01		
Kvikksølv	4.61E-02	2.00E-02	4.10E-02	12 %	
Nikkel	3.79E+01	2.60E+01	3.17E+01	20 %	
Sink	9.00E+01	3.81E+01	2.70E+01	233 %	41 %
Naftalen	2.34E+01	1.29E+01	1.42E+02		
Acenaftylen	5.22E+00	2.47E+00	7.38E+00		
Acenaften	2.18E+00	1.18E+00	1.49E+01		
Fluoren	1.02E+00	7.63E-01	1.42E+01		
Fenantren	3.34E+00	2.62E+00	1.19E+01		
Antracen	9.73E-01	5.49E-01	5.98E-01	63 %	
Fluoranten	1.75E+00	1.21E+00	7.94E-01	120 %	53 %
Pyren	3.21E+00	2.42E+00	2.83E+00	13 %	
Benzo(a)antracen	4.03E-01	3.03E-01	1.13E-01	258 %	169 %
Krysen	1.04E+00	6.52E-01	9.77E-01	7 %	
Benzo(b)fluoranten	7.18E-01	4.46E-01	5.59E-01	29 %	
Benzo(k)fluoranten	4.45E-01	2.75E-01	5.00E-01		
Benzo(a)pyren	5.10E-01	3.05E-01	9.55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.56E-01	8.10E-02	3.74E-02	318 %	116 %
Dibenzo(a,h)antracen	3.40E-02	1.88E-02	5.64E-01		
Benzo(ghi)perylen	7.16E-01	2.85E-01	3.83E-02	1769 %	644 %
PCB 28	5.80E-03	5.80E-03			
PCB 52	8.64E-03	8.64E-03			
PCB 101	1.26E-03	1.26E-03			
PCB 118	1.26E-04	1.26E-04			
PCB 138	2.50E-03	1.81E-03			
PCB 153	1.87E-04	1.17E-04			
PCB 180	4.27E-04	4.27E-04			
Sum PCB7	1.89E-02	1.82E-02			
DDT	mangler	mangler	1.85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	7.37E+00	2.23E+00	1.15E+01		

Tabell C1-7: Beregnet total livstidseksponering sammenlignet med MTR/TDI 10 % for sedimenter grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,37E-04	3,37E-04	1,00E-04	236,8 %	236,8 %
Bly	1,03E-06	9,28E-07	3,60E-04		
Kadmium	1,91E-06	1,91E-06	5,00E-05		
Kobber	2,42E-04	2,42E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,07E-07	3,71E-07	5,00E-04		
Kvikksølv	5,46E-05	5,07E-05	1,00E-05	445,6 %	407,3 %
Nikkel	1,58E-06	1,57E-06	5,00E-03		
Sink	7,94E-04	7,94E-04	3,00E-02		
Naftalen	6,60E-03	2,45E-03	4,00E-03	65,1 %	
Acenaftylen	5,42E-04	2,26E-04			
Acenaften	1,68E-02	8,12E-03			
Fluoren	8,84E-02	5,20E-02			
Fenantren	5,45E-01	2,78E-01	4,00E-03	13514,4 %	6845,0 %
Antracen	1,06E-01	4,96E-02	4,00E-03	2550,2 %	1140,5 %
Fluoranten	1,78E+00	7,46E-01	5,00E-03	35549,1 %	14821,9 %
Pyren	7,35E-01	3,63E-01			
Benzo(a)antracen	3,11E-01	1,80E-01	5,00E-04	62186,1 %	35913,3 %
Krysen	2,81E+00	1,41E+00	5,00E-03	56106,0 %	28159,3 %
Benzo(b)fluoranten	2,26E-01	1,28E-01			
Benzo(k)fluoranten	1,46E-01	7,41E-02	5,00E-04	29183,3 %	14716,7 %
Benzo(a)pyren	9,79E-02	5,43E-02	2,30E-06	4256981,4 %	2362346,3 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,38E-02	5,52E-03	5,00E-04	2651,4 %	1004,6 %
Dibenzo(a,h)antracen	6,33E-03	3,61E-03			
Benzo(ghi)perylen	7,36E-02	3,61E-02	3,00E-03	2353,0 %	1102,1 %
PCB 28	2,94E-07	2,94E-07			
PCB 52	4,91E-07	4,91E-07			
PCB 101	1,86E-06	1,86E-06			
PCB 118	4,12E-06	4,12E-06			
PCB 138	6,48E-06	6,48E-06			
PCB 153	1,28E-05	1,28E-05			
PCB 180	3,93E-06	3,93E-06			
Sum PCB7	2,99E-05	2,99E-05	2,00E-06	1396,5 %	1396,4 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,54E-04	5,68E-05	2,50E-04		

Tabell C1-8: Beregnet total livstidseksponering sammenlignet med MTR/TDI 10 % for sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3.39E-04	3.36E-04	1.00E-04	239.0 %	236.3 %
Bly	1.45E-06	1.14E-06	3.60E-04		
Kadmium	2.12E-06	1.96E-06	5.00E-05		
Kobber	2.44E-04	2.43E-04	5.00E-03		
Krom totalt (III + VI)	6.02E-07	5.09E-07	5.00E-04		
Kvikksølv	5.46E-05	5.07E-05	1.00E-05	445.6 %	407.3 %
Nikkel	2.10E-06	1.85E-06	5.00E-03		
Sink	7.99E-04	7.96E-04	3.00E-02		
Naftalen	3.60E-04	1.99E-04	4.00E-03		
Acenaftylen	4.42E-04	2.09E-04			
Acenaften	2.74E-04	1.48E-04			
Fluoren	1.69E-04	1.27E-04			
Fenantren	8.87E-04	6.95E-04	4.00E-03		
Antracen	2.47E-04	1.40E-04	4.00E-03		
Fluoranten	1.83E-03	1.27E-03	5.00E-03		
Pyren	2.42E-03	1.82E-03			
Benzo(a)antracen	7.30E-04	5.47E-04	5.00E-04	45.9 %	9.4 %
Krysen	2.38E-03	1.49E-03	5.00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1.86E-03	1.16E-03			
Benzo(k)fluoranten	1.15E-03	7.13E-04	5.00E-04	130.9 %	42.6 %
Benzo(a)pyren	1.32E-03	7.91E-04	2.30E-06	57427.1 %	34305.4 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.11E-04	2.13E-04	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	8.94E-05	4.94E-05			
Benzo(ghi)perylen	1.88E-03	7.49E-04	3.00E-03		
PCB 28	2.94E-07	2.94E-07			
PCB 52	4.91E-07	4.91E-07			
PCB 101	1.86E-06	1.86E-06			
PCB 118	4.12E-06	4.12E-06			
PCB 138	6.48E-06	6.48E-06			
PCB 153	1.28E-05	1.28E-05			
PCB 180	3.92E-06	3.92E-06			
Sum PCB7	2.99E-05	2.99E-05	2.00E-06	1396.4 %	1396.4 %
DDT	mangler	mangler	1.00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	4.36E-04	1.32E-04	2.50E-04	74.5 %	



Tabell C1-9: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.48E-03	9.95E-04	2,30E-02	2,30E-02	4,8	379,2 %	379,2 %
Bly	3.81E-04	1.89E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	6.23E-06	3.37E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	2.46E-03	1.22E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	2.50E-04	1.62E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	3.40E-06	9.52E-07	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	2.40E-03	1.84E-03	2,80E-03	2,80E-03	2,2	27,3 %	27,3 %
Sink	1.51E-03	1.00E-03	5,40E-03	5,40E-03	2,9	86,2 %	86,2 %
Naftalen	2.16E-02	8.02E-03	4,50E-04	4,50E-04	2,4		
Acenaftilen	2.91E-03	1.22E-03	1,77E-05	1,77E-05	1,3		
Acenaften	2.56E-03	1.24E-03	6,80E-05	6,80E-05	3,8		
Fluoren	1.83E-03	1.08E-03	2,40E-04	2,40E-04	2,5		
Fenantren	6.53E-03	3.33E-03	1,13E-03	1,13E-03	1,3		
Antracen	2.02E-03	9.46E-04	2,64E-04	2,64E-04	0,11	140,0 %	140,0 %
Fluoranten	3.75E-03	1.57E-03	4,77E-04	4,77E-04	0,12	297,3 %	297,3 %
Pyren	5.71E-03	2.82E-03	5,46E-04	5,46E-04	0,023	2271,9 %	2271,9 %
Benzo(a)antracen	2.42E-04	1.40E-04	9,29E-05	9,29E-05	0,012	674,5 %	674,5 %
Krysen	3.76E-04	1.89E-04	4,32E-04	4,32E-04	0,07	517,9 %	517,9 %
Benzo(b)fluoranten	1.26E-04	7.20E-05	5,44E-05	5,44E-05	0,03	81,2 %	81,2 %
Benzo(k)fluoranten	1.08E-04	5.48E-05	3,89E-05	3,89E-05	0,027	44,2 %	44,2 %
Benzo(a)pyren	1.02E-04	5.67E-05	2,19E-05	2,19E-05	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.71E-05	6.88E-06	6,52E-06	6,52E-06	0,002	226,1 %	226,1 %
Dibenzo(a,h)antracen	4.36E-06	2.48E-06	1,84E-06	1,84E-06	0,03		
Benzo(ghi)perylene	6.67E-05	3.27E-05	2,26E-05	2,26E-05	0,002	1030,1 %	1030,1 %
PCB 28	5.74E-07	5.74E-07	1,34E-08	1,34E-08			
PCB 52	4.10E-06	1.96E-06	2,19E-09	2,19E-09			
PCB 101	6.62E-07	3.52E-07	9,88E-10	9,88E-10			
PCB 118	6.07E-08	2.03E-08	5,09E-10	5,09E-10			
PCB 138	1.42E-06	6.61E-07	6,08E-10	6,08E-10			
PCB 153	1.08E-07	5.42E-08	2,98E-10	2,98E-10			
PCB 180	4.11E-07	1.89E-07	2,03E-10	2,03E-10			
Sum PCB7	7.34E-06	3.81E-06	1,82E-08	1,82E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	8.58E-03	3.16E-03	2,00E-05	2,00E-05	0,0002	9423,8 %	9423,8 %

Tabell C1-10: Porevannskonsentrasjoner for område dypere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko(beregnet.)

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3.94E-02	1.25E-02	4.8	719.8 %	159.4 %
Bly	1.03E-03	5.18E-04	2.2		
Kadmium	4.01E-04	1.11E-04	0.24	67.1 %	
Kobber	1.60E-02	6.62E-03	0.64	2396.5 %	935.0 %
Krom totalt (III + VI)	6.83E-04	4.95E-04	3.4		
Kvikksølv	7.07E-06	3.07E-06	0.048		
Nikkel	7.77E-03	5.33E-03	2.2	253.2 %	142.4 %
Sink	1.64E-02	6.96E-03	2.9	466.8 %	140.1 %
Naftalen	3.67E-03	2.03E-03	2.4	52.8 %	
Acenaftylen	8.99E-04	4.25E-04	1.3		
Acenaften	3.77E-04	2.03E-04	3.8		
Fluoren	1.83E-04	1.37E-04	2.5		
Fenantren	6.12E-04	4.80E-04	1.3		
Antracen	1.79E-04	1.01E-04	0.11	62.7 %	
Fluoranten	2.59E-04	1.79E-04	0.12	115.6 %	49.6 %
Pyren	5.39E-04	4.06E-04	0.023	2245.6 %	1666.5 %
Benzo(a)antracen	4.29E-05	3.22E-05	0.012	257.4 %	168.0 %
Krysen	7.51E-05	4.70E-05	0.07	7.3 %	
Benzo(b)fluoranten	3.79E-05	2.36E-05	0.03	26.5 %	
Benzo(k)fluoranten	2.35E-05	1.45E-05	0.027		
Benzo(a)pyren	2.70E-05	1.61E-05	0.05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8.37E-06	4.34E-06	0.002	318.6 %	116.8 %
Dibenzo(a,h)antracen	1.82E-06	1.01E-06	0.03		
Benzo(ghi)perylen	3.84E-05	1.53E-05	0.002	1817.9 %	663.7 %
PCB 28	5.74E-07	5.74E-07			
PCB 52	4.66E-07	4.66E-07			
PCB 101	6.90E-08	6.90E-08			
PCB 118	6.90E-09	6.90E-09			
PCB 138	1.38E-07	1.00E-07			
PCB 153	1.04E-08	6.50E-09			
PCB 180	2.39E-08	2.39E-08			
Sum PCB7	1.29E-06	1.25E-06			
DDT	mangler data	mangler data	0.001		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.04E-03	6.16E-04	0.0002	970891 %	293220 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C2-1/ Rev.1
Vedlegg: C2

C2. Risikovurdering for område 2 Fagervika/Ilsvika nord

2.1 Arealbruk

Delområde 2 Fagervika/Ilsvika nord er i dag tilknyttet boligutbygging og rekreasjonsarealer langs sjøen. Tidligere virksomhet på området har vært utskipingskai for Killingdal gruber. Denne kaia benyttes i dag til industrikai.

2.2 Risiko for spredning

Det er utført spredningsvurdering for sedimenter grunnere enn 20 m og en vurdering for sedimenter dypere enn 20 m. Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene:

Område grunnere enn 20 m (80815 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

Område dypere enn 20 m (311434 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

2.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av tungmetallene arsen, bly, kadmium kobber og sink samt en del PAH-komponenter som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Det er de samme komponentene som overskrider grenseverdi både over og under 20 dybde. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C2-3 og C2-4.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette for de det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH og TBT er summert i kg/år i tabell C2-1 og C2-2.

Tabell C2-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 2 Fagervika – sedimenter grunnere enn 20 m.

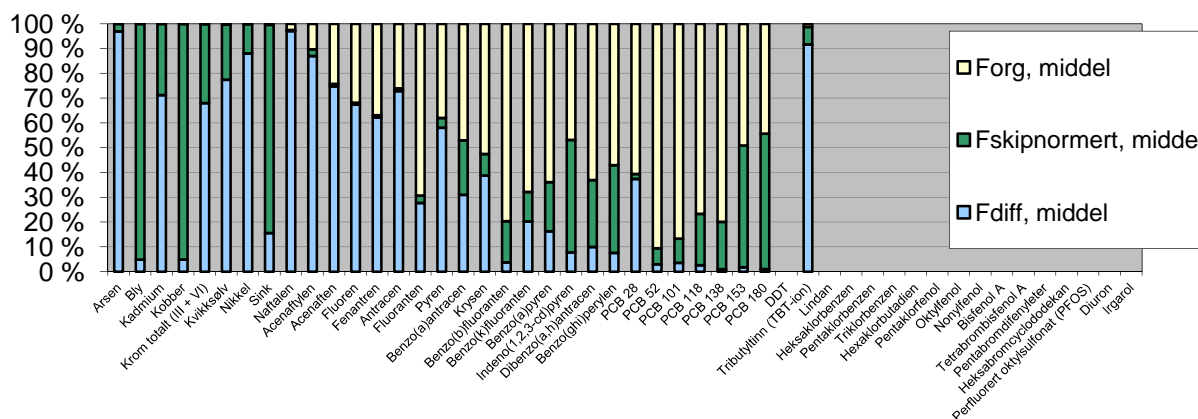
Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	2.75E+02	2.67E+02	8.48E+00	2.27E-02	22.23
Bly	1.44E+01	6.96E-01	1.37E+01	6.15E-03	1.16
Kadmium	7.43E-01	5.29E-01	2.14E-01	1.50E-04	0.06
Kobber	2.70E+01	1.31E+00	2.56E+01	3.45E-03	2.18
Krom totalt (III + VI)	3.22E+00	2.19E+00	1.03E+00	2.24E-03	0.26
Kvikksølv	2.88E-02	2.23E-02	6.41E-03	1.03E-04	0.00
Nikkel	5.53E+00	4.87E+00	6.56E-01	6.20E-03	0.45
Sink	9.65E+01	1.50E+01	8.11E+01	3.84E-01	7.80
Naftalen	6.16E-01	5.98E-01	2.56E-03	1.55E-02	0.05
Acenaftylen	2.91E-02	2.53E-02	7.85E-04	2.99E-03	0.00
Acenaften	9.81E-02	7.33E-02	9.85E-04	2.38E-02	0.01
Fluoren	2.85E-01	1.92E-01	1.96E-03	9.10E-02	0.02
Fenantren	8.15E-01	5.07E-01	7.39E-03	3.01E-01	0.07
Antracen	1.94E-01	1.41E-01	2.18E-03	5.05E-02	0.02
Fluoranten	4.07E-01	1.13E-01	1.23E-02	2.82E-01	0.03
Pyren	2.63E-01	1.53E-01	1.04E-02	9.99E-02	0.02
Benzo(a)antracen	2.49E-02	7.73E-03	5.47E-03	1.17E-02	0.002
Krysen	3.89E-02	1.51E-02	3.40E-03	2.05E-02	0.003
Benzo(b)fluoranten	2.23E-01	8.39E-03	3.69E-02	1.77E-01	0.02
Benzo(k)fluoranten	3.81E-02	7.73E-03	4.55E-03	2.59E-02	0.003
Benzo(a)pyren	2.50E-02	4.07E-03	4.96E-03	1.60E-02	0.002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.06E-03	4.69E-04	2.75E-03	2.84E-03	0.0005
Dibenzo(a,h)antracen	2.86E-03	2.85E-04	7.71E-04	1.80E-03	0.0002
Benzo(ghi)perylene	8.44E-03	6.37E-04	2.99E-03	4.81E-03	0.001
PCB 28	2.37E-04	8.84E-05	4.73E-06	1.43E-04	2.E-05
PCB 52	5.17E-04	1.53E-05	3.35E-05	4.68E-04	4.E-05
PCB 101	2.54E-04	8.99E-06	2.48E-05	2.21E-04	2.E-05
PCB 118	1.44E-04	3.74E-06	2.97E-05	1.10E-04	1.E-05
PCB 138	4.04E-04	3.93E-06	7.74E-05	3.23E-04	3.E-05
PCB 153	1.33E-04	2.37E-06	6.55E-05	6.54E-05	1.E-05
PCB 180	6.80E-05	7.15E-07	3.71E-05	3.01E-05	5.E-06
Sum PCB7	1.76E-03				1.E-04
Tributyltinn (TBT-ion)	1.94E-03	1.77E-03	1.37E-04	2.42E-05	2.E-04

Tabell C2-2: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 2. Fagervika – sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	3.20E+02	3.20E+02	mangler data	1.04E-01	99.65
Bly	7.15E-01	6.96E-01	mangler data	1.91E-02	0.22
Kadmium	5.30E-01	5.29E-01	mangler data	4.27E-04	0.17
Kobber	1.33E+00	1.31E+00	mangler data	1.28E-02	0.41
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	2.80E-03	0.68
Kvikksølv	3.16E-02	3.14E-02	mangler data	1.46E-04	0.01
Nikkel	4.87E+00	4.87E+00	mangler data	5.67E-03	1.52
Sink	5.58E+00	5.18E+00	mangler data	4.00E-01	1.74
Naftalen	2.06E-01	2.06E-01	mangler data	6.55E-04	0.06
Acenaftylen	2.36E-03	2.33E-03	mangler data	3.46E-05	0.00
Acenaften	2.95E-02	2.87E-02	mangler data	8.02E-04	0.01
Fluoren	4.73E-02	4.57E-02	mangler data	1.60E-03	0.01
Fenantren	1.15E-01	1.09E-01	mangler data	6.61E-03	0.04
Antracen	3.74E-02	3.55E-02	mangler data	1.88E-03	0.01
Fluoranten	6.32E-02	4.78E-02	mangler data	1.54E-02	0.02
Pyren	6.20E-02	4.99E-02	mangler data	1.21E-02	0.02
Benzo(a)antracen	8.15E-03	5.01E-03	mangler data	3.14E-03	0.003
Krysen	1.45E-02	6.29E-03	mangler data	8.25E-03	0.005
Benzo(b)fluoranten	1.18E-02	4.08E-03	mangler data	7.70E-03	0.00
Benzo(k)fluoranten	9.79E-03	3.24E-03	mangler data	6.56E-03	0.003
Benzo(a)pyren	4.80E-03	1.64E-03	mangler data	3.16E-03	0.001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9.45E-04	2.90E-04	mangler data	6.55E-04	0.0003
Dibenzo(a,h)antracen	7.54E-04	2.06E-04	mangler data	5.48E-04	0.0002
Benzo(ghi)perylene	2.07E-03	5.91E-04	mangler data	1.48E-03	0.001
PCB 28	6.16E-05	2.35E-05	mangler data	3.81E-05	2.E-05
PCB 52	7.88E-05	3.69E-06	mangler data	7.51E-05	2.E-05
PCB 101	7.06E-06	1.81E-06	mangler data	5.26E-06	2.E-06
PCB 118	4.48E-06	1.11E-06	mangler data	3.37E-06	1.E-06
PCB 138	5.71E-06	1.00E-06	mangler data	4.71E-06	2.E-06
PCB 153	3.70E-06	6.79E-07	mangler data	3.03E-06	1.E-06
PCB 180	2.15E-06	3.96E-07	mangler data	1.75E-06	7.E-07
Sum PCB7	1.63E-04				5.1.E-05
Tributyltinn (TBT-ion)	3.63E-03	3.55E-03	mangler data	7.73E-05	1.E-03

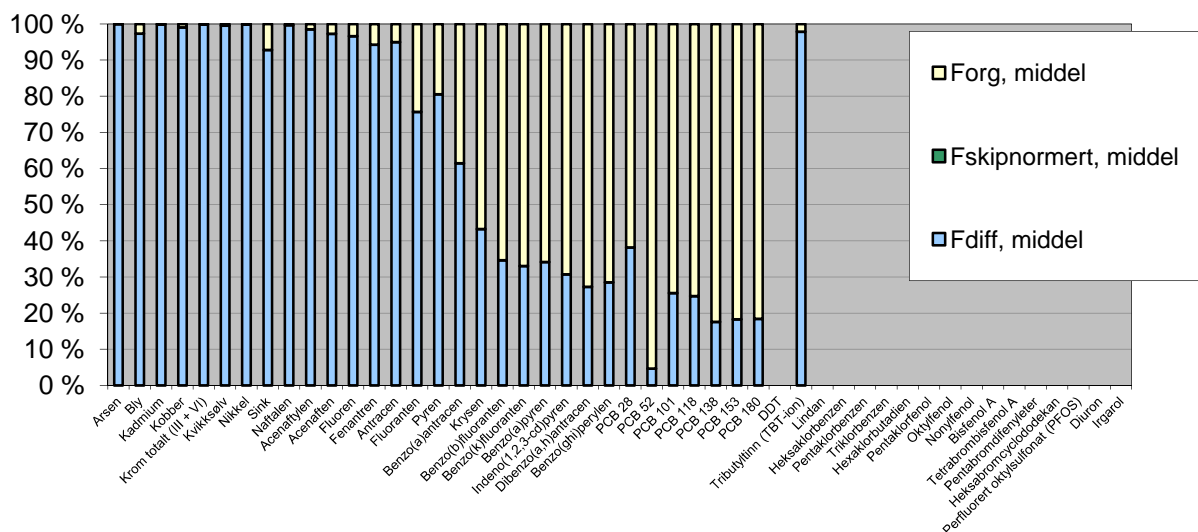
I Figur C2-1 og C2-2 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen. I områder grunnere enn 20 m er diffusjon styrende for tungmetallene arsen, kadmium krom, kvikksølv og nikkel samt for TBT. For tungmetallene bly kobber og sink er det spredning ved skip som er styrende. For PAH-komponentene. Spredning via organismer er styrende for en del PAH-komponenter og PCB. I områdene dypere enn 20 m er diffusjon styrende for tungmetaller og TBT. For PAH-komponentene er diffusjon sammen med organismer styrende.

Fordeling av spredningsmekanismer (gjennomsnitt)



Figur C2-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 2 Fagervika

Fordeling av spredningsmekanismer (gjennomsnitt)



Figur C2-2: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter dypere enn 20 m i delområde 2 Fagervika

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C2-5 og C2-6 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdiene i Trinn 1.

Middelnivåene for sedimenter grunnere enn 20 m overskrider grenseverdi for arsen, bly, kadmium, kobber og sink. Dypere enn 20 m overskrider spredningen fra referansesedimentet for arsen og kadmium.

2.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon):

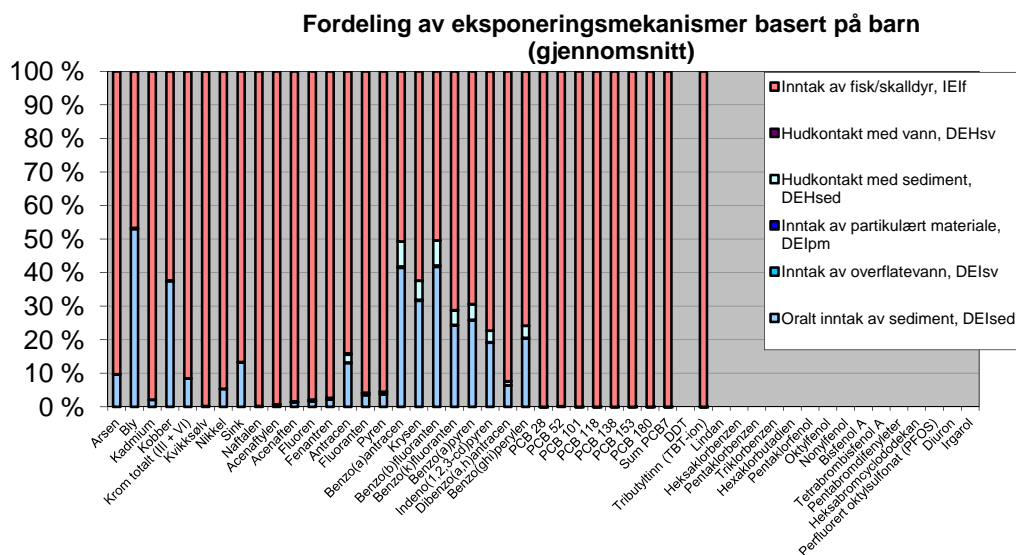
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Område dypere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon)

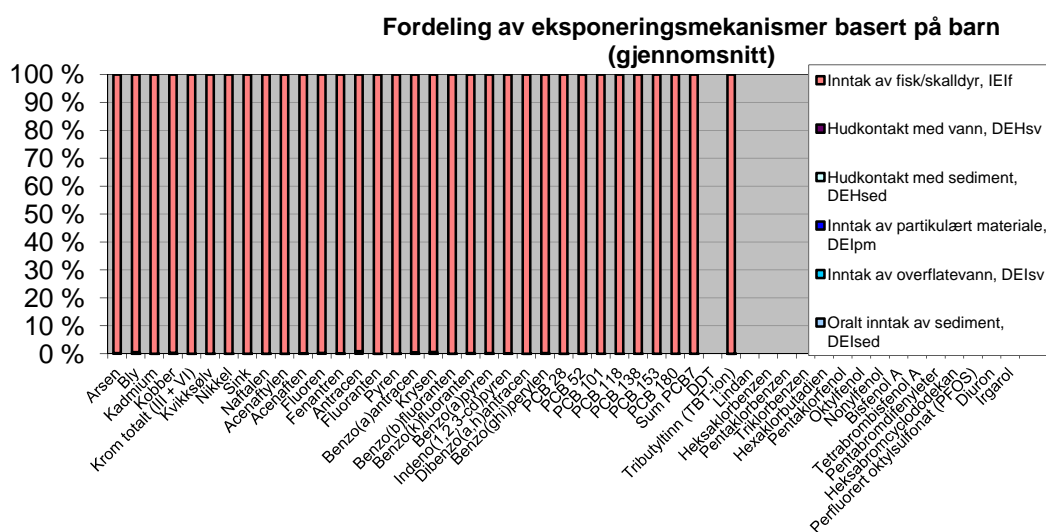
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C2.7 og C2.8 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv og PCB både grunnere og dypere enn 20 m. For områder grunnere enn 20 er i tillegg bly overskredet.

For områder grunnere enn 20 m er risikoen hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skalldyr samt oralt inntak av sediment. For områder dypere enn 20 m er risikoen hovedsakelig knyttet til inntak av fisk og skjell. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C2-3 og C2-4.



Figur C2-3: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder grunnere enn 20 i Fagervika



Figur C2-4: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder dypere enn 20 m i Fagervika

2.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 2. Det er tatt ut en prøve fra hhv område grunnere enn 20 m og dypere enn 20 m. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko (PNEC_w) i tabell C2-9 og C2-10. Målte porevanns-



konsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, og TBT for hele delområdet. I sedimenter grunnere enn 20 m overskrider i tillegg PAH-forbindelsen benso-antracen grenseverdien. For andre tungmetaller er målt porevannskonsentrasjon meget lav selv om konsentrasjonen i sedimentet er meget høy. Beregnet porevannskonsentrasjon er

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og TU verdi for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

2.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 2 Fagervika

Risikovurdering for delområde 2 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C2-3: Målt sedimentkonsentrasjon grunnere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	6	1200	453,896167	52	2208 %	773 %
Bly	6	1800	738,533333	83	2069 %	790 %
Kadmium	6	23	11,5027	2,6	785 %	342 %
Kobber	6	3000	1381,41497	51	5782 %	2609 %
Krom totalt (III + VI)	6	111,892	55,3702733	560		
Kvikksølv	6	0,79	0,34464673	0,63	25 %	
Nikkel	6	100,582	35,1436933	46	119 %	
Sink	6	9900	4371,45533	360	2650 %	1114 %
Naftalen	6	0,11	0,03455	0,29		
Acenaftalen	6	0,13	0,03833333	0,033	294 %	16 %
Acenaften	6	0,091	0,03165	0,16		
Fluoren	6	0,15	0,04076667	0,26		
Fenantren	6	1	0,26233333	0,50	100 %	
Antracen	6	0,48	0,093304	0,031	1448 %	201 %
Fluoranten	6	2,6	0,63416667	0,17	1429 %	273 %
Pyren	6	2,2	0,54581667	0,28	686 %	95 %
Benzo(a)antracen	6	1	0,29416667	0,06	1567 %	390 %
Krysen	6	0,31	0,1825	0,28	11 %	
Benzo(b)fluoranten	6	11	1,9875	0,24	4483 %	728 %
Benzo(k)fluoranten	6	0,89	0,24483333	0,21	324 %	17 %
Benzo(a)pyren	6	0,96	0,26696167	0,42	129 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6	0,53	0,14816667	0,047	1028 %	215 %
Dibenzo(a,h)antracen	6	0,14	0,0415	0,59		
Benzo(ghi)perylene	6	0,55	0,161	0,021	2519 %	667 %
PCB 28	3	0,00025	0,00025			
PCB 52	3	0,0049	0,0018			
PCB 101	3	0,0035	0,00133333			
PCB 118	3	0,0043	0,0016			
PCB 138	3	0,012	0,00416667			
PCB 153	3	0,0097	0,00352667			
PCB 180	3	0,0055	0,002			
Sum PCB7	3	4,02E-02	1,47E-02	0,017	136 %	-14 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,0156	0,007325	0,035		



Tabell C2-4: Målt sedimentkonsentrasjon dypere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	810	562,5	52	1458 %	982 %
Bly	4	700	585	83	743 %	605 %
Kadmium	4	9,4	7,4	2,6	262 %	185 %
Kobber	4	1800	1190	51	3429 %	2233 %
Krom totalt (III + VI)	4	84	76,5	560		
Kvikksølv	4	0,56	0,485	0,63		
Nikkel	4	41	38,75	46		
Sink	4	4300	3600	360	1094 %	900 %
Naftalen	4	0,04	0,027	0,29		
Acenaftylen	4	0,022	0,012325	0,033		
Acenaften	4	0,018	0,012575	0,16		
Fluoren	4	0,029	0,019	0,26		
Fenantren	4	0,25	0,1725	0,50		
Antracen	4	0,08	0,05025	0,031	158 %	62 %
Fluoranten	4	0,56	0,38	0,17	229 %	124 %
Pyren	4	0,72	0,435	0,28	157 %	55 %
Benzo(a)antracen	4	0,32	0,16225	0,06	433 %	170 %
Krysen	4	0,36	0,205	0,28	29 %	
Benzo(b)fluoranten	4	0,39	0,19225	0,24	63 %	
Benzo(k)fluoranten	4	0,3	0,15875	0,21	43 %	
Benzo(a)pyren	4	0,32	0,16125	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,23	0,127	0,047	389 %	170 %
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,037	0,024	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,27	0,16575	0,021	1186 %	689 %
PCB 28	4	0,00025	0,00025			
PCB 52	4	0,0027	0,0012			
PCB 101	4	0,00092	0,0005825			
PCB 118	4	0,001	0,0006025			
PCB 138	4	0,0047	0,00285			
PCB 153	4	0,0036	0,00235			
PCB 180	4	0,0022	0,0011775			
Sum PCB7	4	1,54E-02	9,01E-03	0,017	-10 %	-47 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,0039	0,0026	0,035		



Tabell C2-5: Beregnet spredning grunnere enn 20 m i delområde 2 Fagervika sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2,89E+02	2,75E+02	5,35E+01	441 %	415 %
Bly	3,41E+01	1,44E+01	5,35E+00	538 %	169 %
Kadmium	9,57E-01	7,43E-01	1,54E-01	520 %	382 %
Kobber	5,70E+01	2,70E+01	1,20E+01	375 %	125 %
Krom totalt (III + VI)	4,27E+00	3,22E+00	3,09E+01		
Kvikksølv	6,61E-02	2,88E-02	5,27E-02	25 %	
Nikkel	6,76E+00	5,53E+00	3,25E+01		
Sink	2,00E+02	9,65E+01	3,37E+01	492 %	186 %
Naftalen	6,55E-01	6,16E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	3,81E-02	2,91E-02	7,38E+00		
Acenaften	1,45E-01	9,81E-02	1,49E+01		
Fluoren	5,34E-01	2,85E-01	1,42E+01		
Fenantren	1,68E+00	8,15E-01	1,19E+01		
Antracen	4,12E-01	1,94E-01	5,99E-01		
Fluoranten	1,32E+00	4,07E-01	7,97E-01	66 %	
Pyren	5,97E-01	2,63E-01	2,84E+00		
Benzo(a)antracen	6,62E-02	2,49E-02	1,14E-01		
Krysen	5,56E-02	3,89E-02	9,82E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,19E+00	2,23E-01	5,63E-01	112 %	
Benzo(k)fluoranten	1,18E-01	3,81E-02	5,04E-01		
Benzo(a)pyren	7,94E-02	2,50E-02	9,63E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,05E-02	6,06E-03	3,83E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	8,96E-03	2,86E-03	5,75E-01		
Benzo(ghi)perylene	2,73E-02	8,44E-03	3,87E-02		
PCB 28	2,37E-04	2,37E-04			
PCB 52	1,38E-03	5,17E-04			
PCB 101	6,53E-04	2,54E-04			
PCB 118	3,80E-04	1,44E-04			
PCB 138	1,16E-03	4,04E-04			
PCB 153	3,62E-04	1,33E-04			
PCB 180	1,86E-04	6,80E-05			
Sum PCB7	4,35E-03	1,76E-03			
DDT	mangler	mangler	1,89E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,12E-03	1,94E-03	1,15E+01		



Tabell C2-6: Beregnet spredning dypere enn 20 m i delområde 2 Fagervika sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	3,20E+02	2,93E+02	5,25E+01	510 %	510 %
Bly	7,16E-01	7,13E-01	3,81E+00		
Kadmium	5,30E-01	5,30E-01	1,06E-01	400 %	400 %
Kobber	1,33E+00	1,33E+00	1,10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2,19E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	3,65E-02	3,16E-02	4,10E-02		
Nikkel	4,87E+00	4,87E+00	3,17E+01		
Sink	1,57E+01	1,07E+01	2,70E+01		
Naftalen	5,99E-01	4,03E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	2,54E-02	1,39E-02	7,38E+00		
Acenaften	7,50E-02	5,22E-02	1,49E+01		
Fluoren	1,96E-01	1,22E-01	1,42E+01		
Fenantren	5,23E-01	3,19E-01	1,19E+01		
Antracen	1,46E-01	9,16E-02	5,98E-01		
Fluoranten	1,48E-01	1,04E-01	7,94E-01		
Pyren	1,80E-01	1,18E-01	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	1,74E-02	1,13E-02	1,13E-01		
Krysen	3,82E-02	2,38E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	3,39E-02	1,88E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	2,80E-02	1,62E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	1,46E-02	8,17E-03	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,19E-03	1,33E-03	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	1,35E-03	9,38E-04	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	3,39E-03	2,30E-03	3,83E-02		
PCB 28	1,49E-04	1,16E-04			
PCB 52	1,09E-04	5,12E-05			
PCB 101	2,28E-05	1,42E-05			
PCB 118	1,22E-05	7,51E-06			
PCB 138	1,50E-05	9,19E-06			
PCB 153	9,01E-06	5,86E-06			
PCB 180	4,22E-06	2,43E-06			
Sum PCB7	3,21E-04	2,07E-04			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,65E-03	2,73E-03	1,15E+01		

Tabell C2-7: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 2 Fagervika sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	4,34E-03	2,12E-03	1,00E-04	4235,2 %	2022,4 %
Bly	2,06E-03	8,93E-04	3,60E-04	472,2 %	148,1 %
Kadmium	4,55E-04	2,28E-04	5,00E-05	810,4 %	355,9 %
Kobber	4,28E-03	2,11E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	5,86E-04	2,92E-04	5,00E-04	17,1 %	
Kvikksølv	9,47E-05	6,73E-05	1,00E-05	846,7 %	573,4 %
Nikkel	5,96E-04	2,85E-04	5,00E-03		
Sink	3,14E-02	1,54E-02	3,00E-02	4,5 %	
Naftalen	9,93E-06	9,85E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,57E-06	2,49E-06			
Acenaften	1,07E-06	1,01E-06			
Fluoren	1,12E-06	1,02E-06			
Fenantren	5,74E-06	5,05E-06	4,00E-03		
Antracen	6,90E-07	3,33E-07	4,00E-03		
Fluoranten	9,46E-06	7,65E-06	5,00E-03		
Pyren	7,72E-06	6,20E-06			
Benzo(a)antracen	1,07E-06	4,19E-07	5,00E-04		
Krysen	4,33E-07	3,16E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,11E-05	2,81E-06			
Benzo(k)fluoranten	1,12E-06	5,20E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	1,18E-06	5,41E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7,34E-07	3,82E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	3,74E-07	2,84E-07			
Benzo(ghi)perylen	7,53E-07	3,94E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,14E-07	2,15E-07			
PCB 52	8,89E-07	4,62E-07			
PCB 101	2,92E-06	1,52E-06			
PCB 118	3,70E-06	1,90E-06			
PCB 138	7,54E-06	3,88E-06			
PCB 153	1,18E-05	6,03E-06			
PCB 180	3,29E-06	1,66E-06			
Sum PCB7	3,05E-05	1,57E-05	2,00E-06	1424,8 %	682,6 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,11E-05	2,11E-05	2,50E-04		

Tabell C2-8: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter dypere enn 20 m i delområde 2 Fagervika sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,32E-03	1,74E-03	1,00E-04	3223,1 %	1642,4 %
Bly	5,34E-04	2,68E-04	3,60E-04	48,4 %	
Kadmium	4,36E-04	2,18E-04	5,00E-05	771,4 %	336,5 %
Kobber	1,74E-03	9,44E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,91E-04	2,46E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	9,40E-05	6,71E-05	1,00E-05	840,0 %	570,5 %
Nikkel	5,10E-04	2,56E-04	5,00E-03		
Sink	2,30E-02	1,17E-02	3,00E-02		
Naftalen	9,83E-06	9,83E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,45E-06	2,45E-06			
Acenaften	9,84E-07	9,83E-07			
Fluoren	9,88E-07	9,85E-07			
Fenantren	4,83E-06	4,82E-06	4,00E-03		
Antracen	2,50E-07	2,48E-07	4,00E-03		
Fluoranten	7,07E-06	7,07E-06	5,00E-03		
Pyren	5,70E-06	5,70E-06			
Benzo(a)antracen	1,49E-07	1,48E-07	5,00E-04		
Krysen	1,49E-07	1,48E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	9,83E-07	9,82E-07			
Benzo(k)fluoranten	2,96E-07	2,95E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	2,96E-07	2,95E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,46E-07	2,46E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,45E-07	2,45E-07			
Benzo(ghi)perylen	2,47E-07	2,46E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,14E-07	2,15E-07			
PCB 52	8,85E-07	4,60E-07			
PCB 101	2,92E-06	1,51E-06			
PCB 118	3,69E-06	1,89E-06			
PCB 138	7,53E-06	3,87E-06			
PCB 153	1,17E-05	6,02E-06			
PCB 180	3,28E-06	1,66E-06			
Sum PCB7	3,05E-05	1,56E-05	2,00E-06	1423,0 %	682,0 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,11E-05	2,11E-05	2,50E-04		

Tabell C2-9: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grense-verdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.82E-01	6.87E-02	4,00E-02	4,00E-02	4,8	733,3 %	733,3 %
Bly	1.16E-02	4.77E-03	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.77E-04	8.85E-05	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	1.23E-01	5.66E-02	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	9.32E-04	4.61E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	7.90E-06	3.45E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	1.42E-02	4.96E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	1.36E-01	5.99E-02	2,90E-03	2,90E-03	2,9	0,0 %	0,0 %
Naftalen	1.21E-02	3.80E-03	9,43E-05	9,43E-05	2,4		
Acenaftylen	7.14E-03	2.11E-03	4,47E-06	4,47E-06	1,3		
Acenaften	2.10E-03	7.29E-04	1,32E-05	1,32E-05	3,8		
Fluoren	2.10E-03	5.71E-04	3,65E-05	3,65E-05	2,5		
Fenantren	6.24E-03	1.64E-03	1,01E-04	1,01E-04	1,3		
Antracen	2.43E-03	4.73E-04	2,82E-05	2,82E-05	0,11		
Fluoranten	2.57E-03	6.27E-04	2,46E-05	2,46E-05	0,12		
Pyren	5.34E-03	1.32E-03	3,33E-05	3,33E-05	0,023	44,9 %	44,9 %
Benzo(a)antracen	2.85E-04	8.38E-05	1,84E-06	1,84E-06	0,012		
Krysen	1.11E-04	6.55E-05	3,59E-06	3,59E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	1.93E-03	3.49E-04	2,14E-06	2,14E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	1.60E-04	4.40E-05	1,97E-06	1,97E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	1.65E-04	4.59E-05	1,04E-06	1,04E-06	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.23E-05	9.03E-06	1,28E-07	1,28E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	1.03E-05	3.04E-06	7,81E-08	7,81E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	7.68E-05	2.25E-05	1,73E-07	1,73E-07	0,002		
PCB 28	8.78E-07	8.78E-07	2,29E-08	2,29E-08			
PCB 52	1.40E-05	5.13E-06	4,33E-09	4,33E-09			
PCB 101	1.48E-06	5.62E-07	2,76E-09	2,76E-09			
PCB 118	1.81E-07	6.75E-08	1,15E-09	1,15E-09			
PCB 138	3.34E-06	1.16E-06	1,29E-09	1,29E-09			
PCB 153	2.70E-07	9.82E-08	7,79E-10	7,79E-10			
PCB 180	8.04E-07	2.92E-07	2,51E-10	2,51E-10			
Sum PCB7	2.09E-05	8.19E-06	3,35E-08	3,35E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.03E-03	9.51E-04	5,00E-07	5,00E-07	0,0002	138,1 %	138,1 %



Tabell C2-10: Porevannskonsentrasjoner for område dypere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.23E-01	8.51E-02	4,80E-02	4,80E-02	4,8	900,0 %	900,0 %
Bly	4.52E-03	3.78E-03	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	7.23E-05	5.69E-05	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	7.37E-02	4.88E-02	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	7.00E-04	6.38E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	5.60E-06	4.85E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	5.79E-03	5.47E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	5.89E-02	4.93E-02	1,00E-03	1,00E-03	2,9		
Naftalen	4.40E-03	2.97E-03	3,24E-05	3,24E-05	2,4		
Acenaftylen	1.21E-03	6.77E-04	4,11E-07	4,11E-07	1,3		
Acenaften	4.15E-04	2.90E-04	5,16E-06	5,16E-06	3,8		
Fluoren	4.06E-04	2.66E-04	8,67E-06	8,67E-06	2,5		
Fenantren	1.56E-03	1.08E-03	2,16E-05	2,16E-05	1,3		
Antracen	4.05E-04	2.55E-04	7,08E-06	7,08E-06	0,11		
Fluoranten	5.54E-04	3.76E-04	1,04E-05	1,04E-05	0,12		
Pyren	1.75E-03	1.06E-03	1,09E-05	1,09E-05	0,023		
Benzo(a)antracen	9.12E-05	4.62E-05	1,19E-06	1,19E-06	0,012		
Krysen	1.29E-04	7.36E-05	1,50E-06	1,50E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	6.85E-05	3.38E-05	1,04E-06	1,04E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	5.40E-05	2.86E-05	8,26E-07	8,26E-07	0,027		
Benzo(a)pyren	5.50E-05	2.77E-05	4,18E-07	4,18E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.40E-05	7.74E-06	7,90E-08	7,90E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	2.71E-06	1.76E-06	5,64E-08	5,64E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	3.77E-05	2.31E-05	1,61E-07	1,61E-07	0,002		
PCB 28	8.78E-07	8.78E-07	6,09E-09	6,09E-09			
PCB 52	7.70E-06	3.42E-06	1,04E-09	1,04E-09			
PCB 101	3.88E-07	2.46E-07	5,54E-10	5,54E-10			
PCB 118	4.22E-08	2.54E-08	3,39E-10	3,39E-10			
PCB 138	1.31E-06	7.94E-07	3,30E-10	3,30E-10			
PCB 153	1.00E-07	6.55E-08	2,23E-10	2,23E-10			
PCB 180	3.22E-07	1.72E-07	1,39E-10	1,39E-10			
Sum PCB7	1.07E-05	5.60E-06	8,72E-09	8,72E-09			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	5.06E-04	3.38E-04	1,00E-06	1,00E-06	0,0002	376,2 %	376,2 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C3-1 / Rev. 1
Vedlegg: C3

C3. Risikovurdering for område 3 Ilsvika øst

3.1 Arealbruk

Delområde 3 Iilsvika øst er i dag tilknyttet boligutbygging og rekreasjonsarealer langs sjøen. Tidligere virksomhet på området på land er tysk virksomhet under 2. verdenskrig, metallindustri (Ila Stålindustri og Ila Jern). Området på land er under opprydding i forbindelse med etablering av nye boliger. I den forbindelse etableres det ny strand og promenade langs sjøen. Områdets arealbruk er definert av Trondheim kommune som badeplass.

3.2 Risiko for spredning

Delområdet har begrensede arealer dypere enn 20 m og hele sedimentarealet er derfor tatt med i en og samme trinn 2 vurdering. Følgende spredningsveier er gjeldende for de ulike sedimentarealene (62279 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

3.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av tungmetallene arsen, bly, kadmium, kobber, kvikksølv og sink, samt de fleste PAH-komponentene som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C3-3.

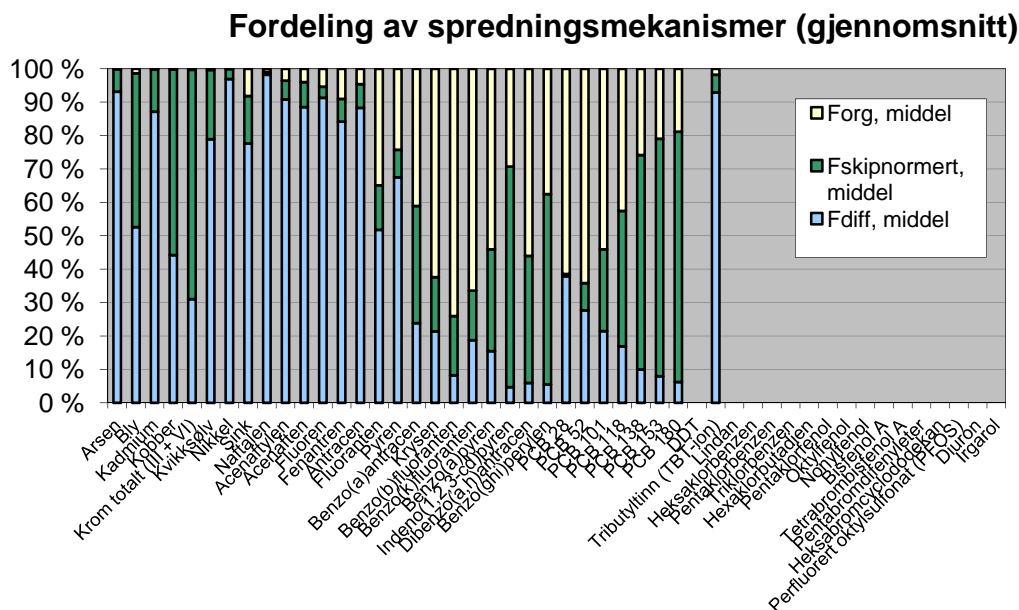
Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C3-1.

Tabell C3-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 3 Ilsvika øst

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	2.86E+01	2.67E+01	1.93E+00	3.12E-02	1.78
Bly	1.02E+01	5.36E+00	4.69E+00	1.39E-01	0.63
Kadmium	6.07E-01	5.29E-01	7.70E-02	9.79E-04	0.04
Kobber	2.97E+00	1.31E+00	1.65E+00	7.33E-03	0.19
Krom totalt (III + VI)	7.06E+00	2.19E+00	4.85E+00	1.98E-02	0.44
Kvikksølv	8.05E-02	6.35E-02	1.67E-02	2.94E-04	0.01
Nikkel	2.76E+01	2.68E+01	8.29E-01	2.04E-02	1.72
Sink	1.47E+02	1.14E+02	2.09E+01	1.20E+01	9.14
Naftalen	4.96E-01	4.87E-01	4.01E-03	4.77E-03	0.03
Acenaftylen	6.76E-03	6.14E-03	3.78E-04	2.42E-04	0.00
Acenaften	2.94E-02	2.60E-02	2.19E-03	1.18E-03	0.00
Fluoren	7.35E-02	6.71E-02	2.46E-03	3.94E-03	0.00
Fenantren	2.76E-01	2.32E-01	1.88E-02	2.49E-02	0.02
Antracen	5.93E-02	5.23E-02	4.19E-03	2.74E-03	0.00
Fluoranten	2.40E-01	1.24E-01	3.18E-02	8.37E-02	0.01
Pyren	2.80E-01	1.89E-01	2.31E-02	6.80E-02	0.02
Benzo(a)antracen	4.37E-02	1.04E-02	1.53E-02	1.79E-02	0.003
Krysen	9.94E-02	2.13E-02	1.61E-02	6.20E-02	0.006
Benzo(b)fluoranten	1.21E-01	9.96E-03	2.15E-02	8.97E-02	0.01
Benzo(k)fluoranten	5.08E-02	9.52E-03	7.52E-03	3.37E-02	0.003
Benzo(a)pyren	2.68E-02	4.15E-03	8.16E-03	1.45E-02	0.002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.29E-02	6.05E-04	8.54E-03	3.79E-03	0.0008
Dibenzo(a,h)antracen	7.11E-03	4.24E-04	2.70E-03	3.98E-03	0.0004
Benzo(ghi)perylene	1.63E-02	8.98E-04	9.31E-03	6.13E-03	0.001
PCB 28	8.59E-04	3.26E-04	5.64E-06	5.28E-04	5.E-05
PCB 52	3.08E-04	8.53E-05	2.51E-05	1.98E-04	2.E-05
PCB 101	9.84E-05	2.11E-05	2.41E-05	5.32E-05	6.E-06
PCB 118	6.14E-05	1.04E-05	2.49E-05	2.61E-05	4.E-06
PCB 138	6.77E-05	6.74E-06	4.34E-05	1.75E-05	4.E-06
PCB 153	4.56E-05	3.62E-06	3.25E-05	9.55E-06	3.E-06
PCB 180	2.19E-05	1.37E-06	1.64E-05	4.13E-06	1.E-06
Sum PCB7	1.46E-03				9.1.E-05
Tributyltinn (TBT-ion)	6.11E-03	5.68E-03	3.23E-04	1.11E-04	4.E-04

I Figur C3-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen.



Figur C3-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 2 Ilsvika øst.

For tungmetaller er det hovedsakelig båttrafikk og diffusjon som er de styrende spredningsveiene. For TBT er det diffusjon som er styrende spredningsvei. For PAHene naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fentantren, antracen og fluroanten er det diffusjon som er det styrende spredningsviene mens det for de resterende er skipstrafikk og spredning ved organismer.

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C3-3 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillere grenseverdiene i Trinn 1.

Middelnivåene for sedimenter overskrider grenseverdi for spredning for tungmetallene bly, kadmium, kvikksølv og sink.

Risikoen for spredning fra delområde 2 er ikke akseptabel.

3.3 Risiko for human helse

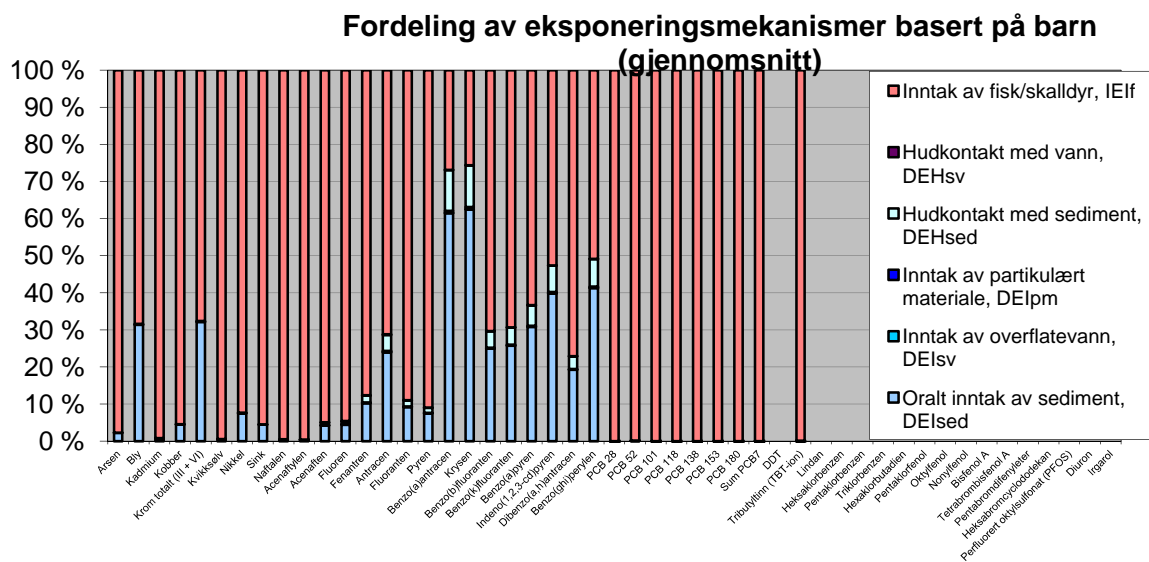
Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

Delområde 3 med gitte arealbruk (badeplass):

- Inntak av sediment
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C3-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, bly, kadmium, kvikksølv og PCB.

Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C3-3. Risikoen er hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skjell. Inntak av sediment har betydning for flere PAH-komponenter.



Figur C3-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for Ilsvika øst



3.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i en prøve fra delområde 3. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i Tabell C3-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for nikkell, sink, pyren og TBT. Målte porevannskonsentrasjoner er hovedsaklig lavere enn beregnede konsentrasjoner for området.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi (TU) verdi for organisk ekstrakt. Toksisitetstester for porevann lot seg ikke gjennomføre pga sedimentets tetthet i følge analyselaboratoriet.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

3.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 3 Ilsvika øst

Risikovurdering for delområde 3 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C3-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 3 Ilsvika øst sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	13	347	93.5146923	52	567 %	80 %
Bly	13	625	277.369231	83	653 %	234 %
Kadmium	13	12	4.24234615	2.6	362 %	63 %
Kobber	13	304.815	97.7358462	51	498 %	92 %
Krom totalt (III + VI)	13	1196	284.238131	560	114 %	
Kvikksølv	13	4.9	0.98027308	0.63	678 %	56 %
Nikkel	13	83.5	45.7532615	46	82 %	
Sink	13	2800	1198.71646	360	678 %	233 %
Naftalen	5	0.25	0.0788	0.29		
Acenaftalen	5	0.025	0.0208	0.033		
Acenaften	5	0.4	0.1248	0.16	150 %	
Fluoren	5	0.35	0.132	0.26	35 %	
Fenantren	5	2.9	1.058	0.50	480 %	112 %
Antracen	5	0.4982	0.24228	0.031	1507 %	682 %
Fluoranten	5	4.9	1.85	0.17	2782 %	988 %
Pyren	5	3.0525	1.3194	0.28	990 %	371 %
Benzo(a)antracen	5	2.3	0.904	0.06	3733 %	1407 %
Krysen	5	2.4	0.95	0.28	757 %	239 %
Benzo(b)fluoranten	5	3.5	1.27	0.24	1358 %	429 %
Benzo(k)fluoranten	5	0.8	0.444	0.21	281 %	111 %
Benzo(a)pyren	13	1.1882	0.48278077	0.42	183 %	15 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	1.3	0.506	0.047	2666 %	977 %
Dibenzo(a,h)antracen	5	0.45	0.16	0.59		
Benzo(ghi)perylene	5	1.5	0.552	0.021	7043 %	2529 %
PCB 28	2	0.00025	0.00025			
PCB 52	2	0.0027	0.001475			
PCB 101	2	0.0026	0.001425			
PCB 118	2	0.0027	0.001475			
PCB 138	2	0.0049	0.002575			
PCB 153	2	0.0036	0.001925			
PCB 180	2	0.0017	0.000975			
Sum PCB7	2	1.85E-02	1.01E-02	0.017	9 %	-41 %
DDT	0	mangler	mangler	0.02		
Tributyltinn (TBT-ion)	11	0.053	0.01746818	0.035	51 %	



Tabell C3-3: Beregnet spredning i delområde 3 Ilsvika øst sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	3.39E+01	2.86E+01	5.35E+01		
Bly	1.62E+01	1.02E+01	5.22E+00	211 %	95 %
Kadmium	7.50E-01	6.07E-01	1.50E-01	400 %	305 %
Kobber	6.49E+00	2.97E+00	1.19E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.27E+01	7.06E+00	3.00E+01		
Kvikksølv	4.02E-01	8.05E-02	5.17E-02	678 %	56 %
Nikkel	2.83E+01	2.76E+01	3.26E+01		
Sink	1.91E+02	1.47E+02	3.32E+01	475 %	343 %
Naftalen	5.15E-01	4.96E-01	1.42E+02		
Acenaftylen	6.88E-03	6.76E-03	7.40E+00		
Acenaften	3.68E-02	2.94E-02	1.50E+01		
Fluoren	8.40E-02	7.35E-02	1.42E+01		
Fenantren	3.52E-01	2.76E-01	1.20E+01		
Antracen	6.66E-02	5.93E-02	6.00E-01		
Fluoranten	4.30E-01	2.40E-01	7.99E-01		
Pyren	4.00E-01	2.80E-01	2.84E+00		
Benzo(a)antracen	9.50E-02	4.37E-02	1.14E-01		
Krysen	2.19E-01	9.94E-02	9.83E-01		
Benzo(b)fluoranten	3.16E-01	1.21E-01	5.63E-01		
Benzo(k)fluoranten	8.38E-02	5.08E-02	5.04E-01		
Benzo(a)pyren	5.99E-02	2.68E-02	9.63E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.23E-02	1.29E-02	3.83E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	1.92E-02	7.11E-03	5.75E-01		
Benzo(ghi)perylene	4.29E-02	1.63E-02	3.87E-02	11 %	
PCB 28	8.59E-04	8.59E-04			
PCB 52	4.93E-04	3.08E-04			
PCB 101	1.62E-04	9.84E-05			
PCB 118	1.04E-04	6.14E-05			
PCB 138	1.23E-04	6.77E-05			
PCB 153	8.22E-05	4.56E-05			
PCB 180	3.72E-05	2.19E-05			
Sum PCB7	1.86E-03	1.46E-03			
DDT	mangler	mangler	1.89E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	7.00E-03	6.11E-03	1.16E+01		

Tabell C3-4: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 3
 Ilsvika øst sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3.12E-03	1.57E-03	1.00E-04	3020.8 %	1471.5 %
Bly	1.00E-03	4.70E-04	3.60E-04	177.7 %	30.6 %
Kadmium	4.09E-04	2.03E-04	5.00E-05	717.1 %	306.3 %
Kobber	1.90E-03	9.80E-04	5.00E-03		
Krom totalt (III + VI)	1.45E-03	4.58E-04	5.00E-04	189.8 %	
Kvikksølv	9.82E-05	6.72E-05	1.00E-05	881.6 %	572.3 %
Nikkel	5.23E-04	2.65E-04	5.00E-03		
Sink	2.12E-02	1.07E-02	3.00E-02		
Naftalen	1.01E-05	9.90E-06	4.00E-03		
Acenaftylen	2.48E-06	2.47E-06			
Acenaften	1.35E-06	1.10E-06			
Fluoren	1.31E-06	1.11E-06			
Fenantren	6.02E-06	4.32E-06	4.00E-03		
Antracen	7.07E-07	4.70E-07	4.00E-03		
Fluoranten	1.12E-05	8.38E-06	5.00E-03		
Pyren	8.61E-06	7.01E-06			
Benzo(a)antracen	2.27E-06	9.81E-07	5.00E-04		
Krysen	2.36E-06	1.02E-06	5.00E-03		
Benzo(b)fluoranten	4.60E-06	2.55E-06			
Benzo(k)fluoranten	1.23E-06	9.00E-07	5.00E-04		
Benzo(a)pyren	1.49E-06	8.38E-07	2.30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.44E-06	7.12E-07	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	6.60E-07	3.93E-07			
Benzo(ghi)perylen	1.63E-06	7.55E-07	3.00E-03		
PCB 28	4.14E-07	2.13E-07			
PCB 52	8.87E-07	4.60E-07			
PCB 101	2.92E-06	1.53E-06			
PCB 118	3.70E-06	1.91E-06			
PCB 138	7.53E-06	3.92E-06			
PCB 153	1.17E-05	6.08E-06			
PCB 180	3.28E-06	1.66E-06			
Sum PCB7	3.05E-05	1.58E-05	2.00E-06	1423.8 %	689.2 %
DDT	mangler	mangler	1.00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.45E-05	2.44E-05	2.50E-04		



Tabell C3-5: Porevannskonsentrasjoner for delområde 3 sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	5.25E-02	1.42E-02	4,00E-03	4,00E-03	4,8		
Bly	4.04E-03	1.79E-03	7,70E-04	7,70E-04	2,2		
Kadmium	9.23E-05	3.26E-05	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	1.25E-02	4.00E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	9.97E-03	2.37E-03	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	4.90E-05	9.80E-06	ikke målt	ikke målt	0,048	2,1 %	
Nikkel	1.18E-02	6.46E-03	5,50E-03	5,50E-03	2,2	150,0 %	150,0 %
Sink	3.84E-02	1.64E-02	2,20E-02	2,20E-02	2,9	658,6 %	658,6 %
Naftalen	1.07E-02	3.37E-03	7,68E-05	7,68E-05	2,4		
Acenaftylen	5.34E-04	4.44E-04	1,08E-06	1,08E-06	1,3		
Acenaften	3.58E-03	1.12E-03	4,68E-06	4,68E-06	3,8		
Fluoren	1.91E-03	7.19E-04	1,27E-05	1,27E-05	2,5		
Fenantren	7.04E-03	2.57E-03	4,63E-05	4,63E-05	1,3		
Antracen	9.81E-04	4.77E-04	1,04E-05	1,04E-05	0,11		
Fluoranten	1.88E-03	7.11E-04	2,71E-05	2,71E-05	0,12		
Pyren	2.88E-03	1.24E-03	4,13E-05	4,13E-05	0,023	79,5 %	79,5 %
Benzo(a)antracen	2.55E-04	1.00E-04	2,48E-06	2,48E-06	0,012		
Krysen	3.35E-04	1.33E-04	5,05E-06	5,05E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	2.39E-04	8.68E-05	2,54E-06	2,54E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	5.60E-05	3.11E-05	2,43E-06	2,43E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	7.94E-05	3.22E-05	1,06E-06	1,06E-06	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.08E-05	1.20E-05	1,65E-07	1,65E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	1.28E-05	4.56E-06	1,16E-07	1,16E-07	0,03		
Benzo(ghi)perylen	8.14E-05	3.00E-05	2,44E-07	2,44E-07	0,002		
PCB 28	3.41E-07	3.41E-07	8,44E-08	8,44E-08			
PCB 52	2.99E-06	1.64E-06	2,41E-08	2,41E-08			
PCB 101	4.26E-07	2.34E-07	6,48E-09	6,48E-09			
PCB 118	4.43E-08	2.42E-08	3,19E-09	3,19E-09			
PCB 138	5.31E-07	2.79E-07	2,22E-09	2,22E-09			
PCB 153	3.90E-08	2.09E-08	1,19E-09	1,19E-09			
PCB 180	9.66E-08	5.54E-08	4,80E-10	4,80E-10			
Sum PCB7	4.47E-06	2.59E-06	1,22E-07	1,22E-07			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.68E-03	8.82E-04	1,60E-06	1,60E-06	0,0002	661,9 %	661,9 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C4-1 /Rev. 1
Vedlegg: C4

C4. Risikovurdering for område 4 Ilabassenget

4.1 Arealbruk

I delområde 4 Ilabassenget er i dag havnevirksomhet med dyptgående lasteskip. I tillegg fungerer kaianlegget som supplement til crucebåthavn. Det i tillegg en småbåthavn i det aktuelle området. Områdets arealbruk er definert av Trondheim kommune som småbåthavn iht. veilederen.

4.2 Risiko for spredning

Delområdet har arealer grunnere enn 20 m. Følgende spredningsveier er gjeldende for de ulike sedimentarealene (95464 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

4.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av tungmetallene bly og kobber samt TBT, PCB og de fleste PAH-komponentene som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C4-2.

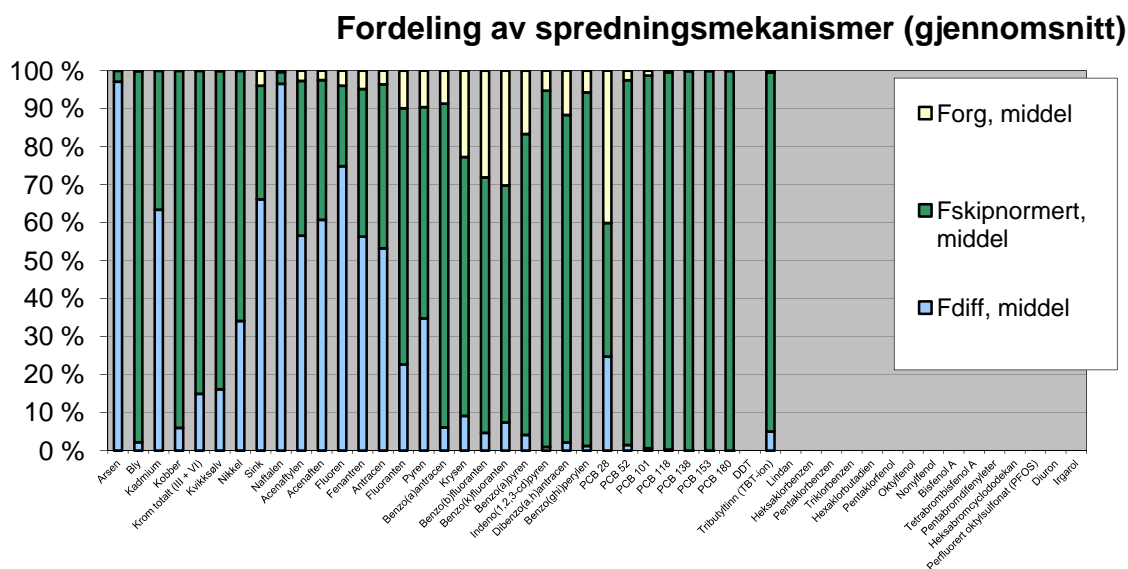
Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette for de det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C4-1.

Tabell C4-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 4 Ilbassenget

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	2.33E+02	2.27E+02	6.69E+00	4.73E-02	22.27
Bly	3.18E+01	6.96E-01	3.10E+01	3.23E-02	3.03
Kadmium	8.35E-01	5.29E-01	3.05E-01	2.95E-04	0.08
Kobber	2.20E+01	1.31E+00	2.06E+01	7.33E-03	2.10
Krom totalt (III + VI)	1.46E+01	2.19E+00	1.25E+01	2.58E-03	1.40
Kvikksølv	9.92E-02	1.60E-02	8.31E-02	7.42E-05	0.01
Nikkel	1.43E+01	4.87E+00	9.39E+00	5.38E-03	1.36
Sink	2.04E+02	1.35E+02	6.09E+01	8.03E+00	19.43
Naftalen	4.18E-01	4.04E-01	1.28E-02	1.62E-03	0.04
Acenaftylen	1.34E-02	7.57E-03	5.44E-03	3.61E-04	0.00
Acenaften	4.38E-02	2.66E-02	1.61E-02	1.08E-03	0.00
Fluoren	6.59E-02	4.93E-02	1.40E-02	2.60E-03	0.01
Fenantren	3.25E-01	1.83E-01	1.26E-01	1.57E-02	0.03
Antracen	6.96E-02	3.71E-02	3.00E-02	2.50E-03	0.01
Fluoranten	3.73E-01	8.44E-02	2.51E-01	3.68E-02	0.04
Pyren	3.80E-01	1.32E-01	2.12E-01	3.64E-02	0.04
Benzo(a)antracen	1.13E-01	6.90E-03	9.65E-02	9.81E-03	0.011
Krysen	1.86E-01	1.71E-02	1.27E-01	4.23E-02	0.018
Benzo(b)fluoranten	1.72E-01	8.07E-03	1.16E-01	4.83E-02	0.02
Benzo(k)fluoranten	1.09E-01	8.07E-03	6.78E-02	3.28E-02	0.010
Benzo(a)pyren	8.46E-02	3.51E-03	6.70E-02	1.41E-02	0.008
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.26E-02	5.06E-04	4.93E-02	2.76E-03	0.0050
Dibenzo(a,h)antracen	1.70E-02	3.64E-04	1.47E-02	1.98E-03	0.0016
Benzo(ghi)perylen	5.80E-02	7.07E-04	5.39E-02	3.32E-03	0.006
PCB 28	2.42E-04	5.99E-05	8.51E-05	9.71E-05	2.E-05
PCB 52	7.60E-04	1.12E-05	7.30E-04	1.91E-05	7.E-05
PCB 101	8.52E-04	5.26E-06	8.36E-04	1.10E-05	8.E-05
PCB 118	9.23E-04	2.29E-06	9.17E-04	4.36E-06	9.E-05
PCB 138	3.69E-03	2.04E-06	3.68E-03	4.25E-06	4.E-04
PCB 153	3.53E-03	1.67E-06	3.53E-03	3.33E-06	3.E-04
PCB 180	2.11E-03	6.86E-07	2.10E-03	1.51E-06	2.E-04
Sum PCB7	1.21E-02				1.2.E-03
Tributyltinn (TBT-ion)	3.52E-02	1.77E-03	3.33E-02	1.58E-04	3.E-03

I Figur C4-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen.

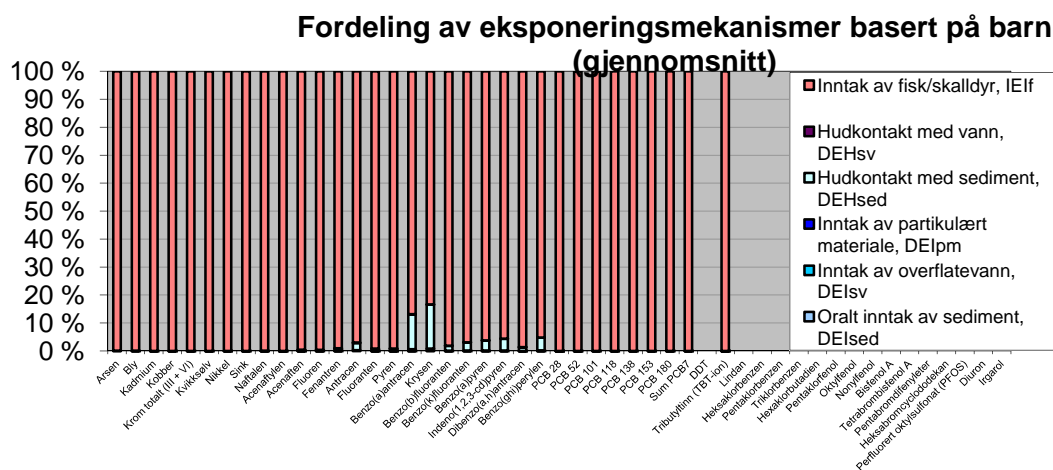


Delområde 4 med gitte arealbruk (småbåthavn):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C4-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv og PCB.

Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C4-2. Risikoen er hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skjell.



Figur C4-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for Ilabassenget

4.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i en prøve fra delområde 4. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C4-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, sink, pyren og TBT. Den målte porevannskonsentrasjonen for arsen er høyere enn beregnet konsentrasjon. Dette antas å ha med metodikken for porevannsanalysene.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og for organisk ekstrakt.



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C4-6 /Rev. 1
Vedlegg: C4

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

4.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 4 Ilabassenget

Risikovurdering for delområde 4 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C4-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 4 Ilabassenget sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	7	25	12,0665286	52		
Bly	7	290	92,5285714	83	249 %	11 %
Kadmium	7	1,5	0,88634	2,6		
Kobber	7	120	61,5408571	51	135 %	21 %
Krom totalt (III + VI)	7	55	37,0472571	560		
Kvikksølv	7	0,67076	0,24723143	0,63	6 %	
Nikkel	7	37	27,7909143	46		
Sink	7	300	175,078571	360		
Naftalen	7	0,044	0,02468571	0,29		
Acenaftylen	7	0,025	0,01564286	0,033		
Acenaften	7	0,098	0,04688571	0,16		
Fluoren	7	0,089	0,03942857	0,26		
Fenantren	7	0,89	0,36828571	0,50	78 %	
Antracen	7	0,21	0,08806286	0,031	577 %	184 %
Fluoranten	7	1,2	0,74571429	0,17	606 %	339 %
Pyren	7	1	0,62446429	0,28	257 %	123 %
Benzo(a)antracen	7	0,4	0,28728571	0,06	567 %	379 %
Krysen	7	0,51	0,37714286	0,28	82 %	35 %
Benzo(b)fluoranten	7	0,6	0,34428571	0,24	150 %	43 %
Benzo(k)fluoranten	7	0,3	0,20157143	0,21	43 %	
Benzo(a)pyren	7	0,3	0,1997	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	0,25	0,14714286	0,047	432 %	213 %
Dibenzo(a,h)antracen	7	0,08	0,04371429	0,59		
Benzo(ghi)perylene	7	0,25	0,16085714	0,021	1090 %	666 %
PCB 28	4	0,00025	0,00025			
PCB 52	4	0,0054	0,0021775			
PCB 101	4	0,0055	0,0024925			
PCB 118	4	0,0066	0,002735			
PCB 138	4	0,026	0,010975			
PCB 153	4	0,026	0,010525			
PCB 180	4	0,015	0,006275			
Sum PCB7	4	8,48E-02	3,54E-02	0,017	399 %	108 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,247	0,09878	0,035	606 %	182 %



Tabell C4-3: Beregnet spredning i delområde 3 Ilabassenget sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2,41E+02	2,33E+02	7,05E+01	241 %	231 %
Bly	9,81E+01	3,18E+01	3,17E+01	210 %	0 %
Kadmium	1,05E+00	8,35E-01	9,79E-01	7 %	
Kobber	4,16E+01	2,20E+01	2,83E+01	47 %	
Krom totalt (III + VI)	2,07E+01	1,46E+01	2,09E+02		
Kvikksølv	2,69E-01	9,92E-02	2,53E-01	6 %	
Nikkel	1,74E+01	1,43E+01	4,76E+01		
Sink	2,53E+02	2,04E+02	1,48E+02	71 %	37 %
Naftalen	4,29E-01	4,18E-01	1,44E+02		
Acenaftylen	1,68E-02	1,34E-02	7,50E+00		
Acenaften	6,26E-02	4,38E-02	1,52E+01		
Fluoren	8,68E-02	6,59E-02	1,45E+01		
Fenantren	5,26E-01	3,25E-01	1,23E+01		
Antracen	1,15E-01	6,96E-02	6,17E-01		
Fluoranten	5,48E-01	3,73E-01	8,61E-01		
Pyren	5,29E-01	3,80E-01	2,96E+00		
Benzo(a)antracen	1,55E-01	1,13E-01	1,34E-01	16 %	
Krysen	2,46E-01	1,86E-01	1,08E+00		
Benzo(b)fluoranten	2,94E-01	1,72E-01	6,42E-01		
Benzo(k)fluoranten	1,58E-01	1,09E-01	5,73E-01		
Benzo(a)pyren	1,25E-01	8,46E-02	1,10E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8,90E-02	5,26E-02	5,34E-02	67 %	
Dibenzo(a,h)antracen	3,08E-02	1,70E-02	7,65E-01		
Benzo(ghi)perylene	8,97E-02	5,80E-02	4,55E-02	97 %	27 %
PCB 28	2,42E-04	2,42E-04			
PCB 52	1,87E-03	7,60E-04			
PCB 101	1,87E-03	8,52E-04			
PCB 118	2,23E-03	9,23E-04			
PCB 138	8,73E-03	3,69E-03			
PCB 153	8,73E-03	3,53E-03			
PCB 180	5,03E-03	2,11E-03			
Sum PCB7	2,87E-02	1,21E-02			
DDT	mangler	mangler	2,53E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	8,55E-02	3,52E-02	1,18E+01		

Tabell C4-4: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 4
 Ilabassenget sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,83E-03	1,49E-03	1,00E-04	2728,6 %	1394,5 %
Bly	4,70E-04	2,35E-04	3,60E-04	30,6 %	
Kadmium	3,98E-04	2,00E-04	5,00E-05	696,8 %	299,1 %
Kobber	1,64E-03	8,97E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,34E-04	2,17E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	9,40E-05	6,64E-05	1,00E-05	840,0 %	564,0 %
Nikkel	4,52E-04	2,26E-04	5,00E-03		
Sink	1,89E-02	9,63E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,83E-06	9,83E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,46E-06	2,45E-06			
Acenaften	9,90E-07	9,86E-07			
Fluoren	9,90E-07	9,86E-07			
Fenantren	3,41E-06	3,37E-06	4,00E-03		
Antracen	2,63E-07	2,53E-07	4,00E-03		
Fluoranten	6,77E-06	6,73E-06	5,00E-03		
Pyren	5,87E-06	5,84E-06			
Benzo(a)antracen	1,78E-07	1,70E-07	5,00E-04		
Krysen	1,87E-07	1,77E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,42E-06	1,40E-06			
Benzo(k)fluoranten	5,14E-07	5,06E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	4,16E-07	4,08E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,65E-07	2,57E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,51E-07	2,49E-07			
Benzo(ghi)perylen	2,65E-07	2,58E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,14E-07	2,13E-07			
PCB 52	8,85E-07	4,59E-07			
PCB 101	2,92E-06	1,53E-06			
PCB 118	3,69E-06	1,91E-06			
PCB 138	7,53E-06	3,92E-06			
PCB 153	1,17E-05	6,08E-06			
PCB 180	3,28E-06	1,66E-06			
Sum PCB7	3,05E-05	1,58E-05	2,00E-06	1423,3 %	688,9 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,44E-05	2,44E-05	2,50E-04		

Tabell C4-5: Porevannskonsentrasjoner for delområde 4 sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3.78E-03	1.83E-03	3,40E-02	3,40E-02	4,8	608,3 %	608,3 %
Bly	1.87E-03	5.97E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.15E-05	6.82E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	4.92E-03	2.52E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	4.58E-04	3.09E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	6.71E-06	2.47E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	5.23E-03	3.93E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	4.11E-03	2.40E-03	2,60E-02	2,60E-02	2,9	796,6 %	796,6 %
Naftalen	2.60E-03	1.46E-03	6,37E-05	6,37E-05	2,4		
Acenaftylen	7.40E-04	4.63E-04	1,34E-06	1,34E-06	1,3		
Acenaften	1.22E-03	5.82E-04	4,79E-06	4,79E-06	3,8		
Fluoren	6.71E-04	2.97E-04	9,36E-06	9,36E-06	2,5		
Fenantren	2.99E-03	1.24E-03	3,65E-05	3,65E-05	1,3		
Antracen	5.73E-04	2.40E-04	7,39E-06	7,39E-06	0,11		
Fluoranten	6.39E-04	3.97E-04	1,84E-05	1,84E-05	0,12		
Pyren	1.31E-03	8.16E-04	2,89E-05	2,89E-05	0,023	25,6 %	25,6 %
Benzo(a)antracen	6.14E-05	4.41E-05	1,64E-06	1,64E-06	0,012		
Krysen	9.85E-05	7.29E-05	4,06E-06	4,06E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	5.68E-05	3.26E-05	2,06E-06	2,06E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	2.91E-05	1.95E-05	2,06E-06	2,06E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	2.77E-05	1.85E-05	8,96E-07	8,96E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8.20E-06	4.83E-06	1,38E-07	1,38E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	3.16E-06	1.72E-06	9,96E-08	9,96E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylen	1.88E-05	1.21E-05	1,92E-07	1,92E-07	0,002		
PCB 28	4.73E-07	4.73E-07	1,55E-08	1,55E-08			
PCB 52	8.29E-06	3.34E-06	3,16E-09	3,16E-09			
PCB 101	1.25E-06	5.66E-07	1,61E-09	1,61E-09			
PCB 118	1.50E-07	6.21E-08	7,02E-10	7,02E-10			
PCB 138	3.90E-06	1.65E-06	6,70E-10	6,70E-10			
PCB 153	3.90E-07	1.58E-07	5,49E-10	5,49E-10			
PCB 180	1.18E-06	4.94E-07	2,41E-10	2,41E-10			
Sum PCB7	1.56E-05	6.74E-06	2,25E-08	2,25E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.73E-02	6.91E-03	5,00E-07	5,00E-07	0,0002	138,1 %	138,1 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C5-1 / Rev. 1
Vedlegg: C5

C5. Risikovurdering for område 5 Brattøra sør

5.1 Arealbruk

Delområde 5 Brattøra sør er i dag rekreasjonsarealer langs sjøen.

5.2 Risiko for spredning

Det er utført spredningsvurdering for sedimenter grunnere enn 20 m og en vurdering for sedimenter dypere enn 20 m. Følgende spredningsveier er gjeldende for de ulike sedimentarealene:

Område grunnere enn 20 m (142404 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

Område dypere enn 20 m (375163 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

5.2.1 Resultater

I delområde 5 er det gjennomsnittsverdier av kobber, PAH og PCB grunnere enn 20 m som overskrider trinn 1-grenseverdi, mens i områder dypere enn 20 m er det bly, kobber og PAH. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C5-3 og C5-4.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C5-1 og C5-2.

Tabell C5-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 5 Brattøra sør – sedimenter grunnere enn 20 m.

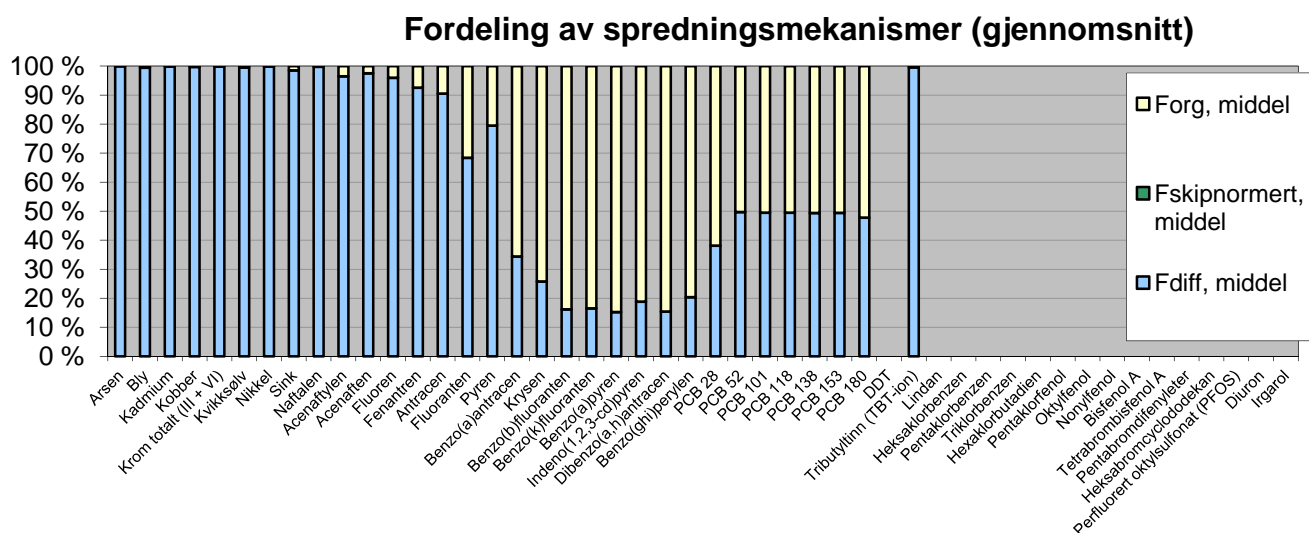
Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	6.20E+01	6.20E+01	mangler data	3.47E-03	8.83
Bly	1.61E+00	1.60E+00	mangler data	8.41E-03	0.23
Kadmium	5.30E-01	5.29E-01	mangler data	1.10E-04	0.08
Kobber	1.32E+00	1.31E+00	mangler data	3.25E-03	0.19
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	1.93E-03	0.31
Kvikksølv	4.24E-03	4.22E-03	mangler data	1.95E-05	0.00
Nikkel	1.32E+01	1.31E+01	mangler data	1.10E-02	1.87
Sink	4.52E+01	4.45E+01	mangler data	6.72E-01	6.44
Naftalen	6.93E-01	6.92E-01	mangler data	1.48E-03	0.10
Acenaftylen	5.80E-03	5.60E-03	mangler data	2.04E-04	0.00
Acenaften	4.32E-02	4.21E-02	mangler data	1.07E-03	0.01
Fluoren	8.30E-02	7.97E-02	mangler data	3.31E-03	0.01
Fenantren	2.79E-01	2.58E-01	mangler data	2.07E-02	0.04
Antracen	4.09E-02	3.71E-02	mangler data	3.88E-03	0.01
Fluoranten	9.83E-02	6.72E-02	mangler data	3.11E-02	0.01
Pyren	1.04E-01	8.30E-02	mangler data	2.14E-02	0.01
Benzo(a)antracen	1.37E-02	4.71E-03	mangler data	8.99E-03	0.002
Krysen	3.99E-02	1.03E-02	mangler data	2.96E-02	0.006
Benzo(b)fluoranten	3.95E-02	6.39E-03	mangler data	3.32E-02	0.01
Benzo(k)fluoranten	3.07E-02	5.06E-03	mangler data	2.56E-02	0.004
Benzo(a)pyren	1.61E-02	2.46E-03	mangler data	1.36E-02	0.002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.63E-03	4.96E-04	mangler data	2.14E-03	0.0004
Dibenzo(a,h)antracen	1.75E-03	2.69E-04	mangler data	1.48E-03	0.0002
Benzo(ghi)perylen	4.57E-03	9.32E-04	mangler data	3.64E-03	0.001
PCB 28	6.98E-05	2.66E-05	mangler data	4.32E-05	1.E-05
PCB 52	1.27E-05	6.31E-06	mangler data	6.39E-06	2.E-06
PCB 101	3.67E-06	1.82E-06	mangler data	1.85E-06	5.E-07
PCB 118	1.43E-06	7.09E-07	mangler data	7.23E-07	2.E-07
PCB 138	2.61E-06	1.29E-06	mangler data	1.32E-06	4.E-07
PCB 153	1.66E-06	8.20E-07	mangler data	8.39E-07	2.E-07
PCB 180	1.06E-06	5.05E-07	mangler data	5.52E-07	2.E-07
Sum PCB7	9.30E-05				1.3.E-05
Tributyltinn (TBT-ion)	1.78E-03	1.77E-03	mangler data	7.40E-06	3.E-04

Tabell C5-2: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 2. Brattøra sør – sedimenter dypere enn 20 m.

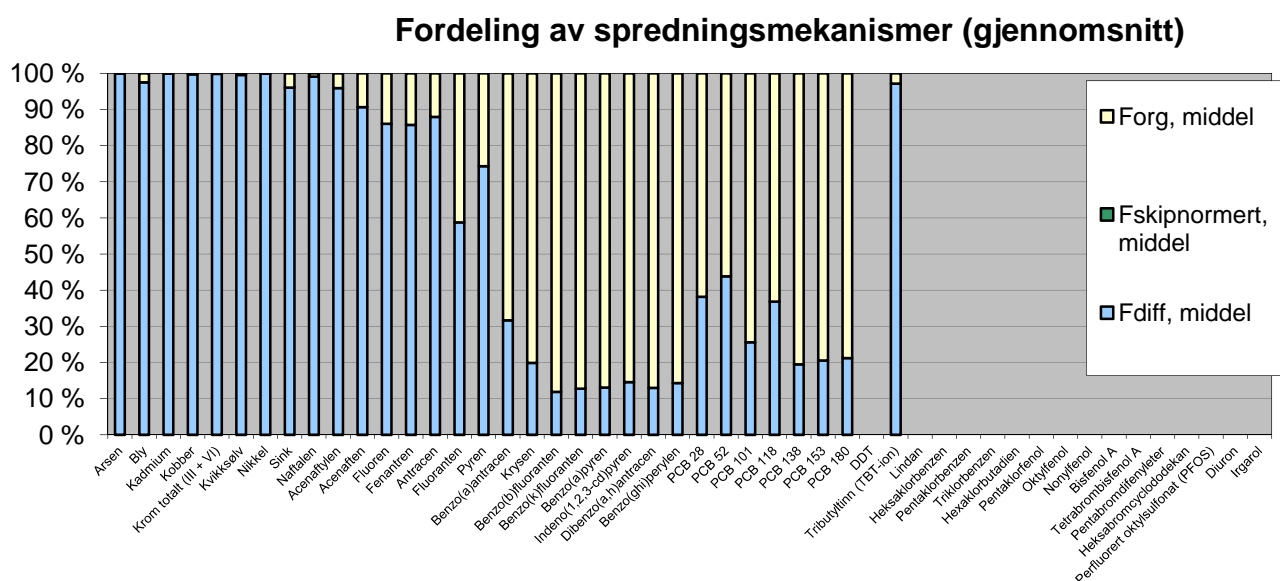
Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	9.33E+01	9.33E+01	mangler data	8.89E-03	35.00
Bly	3.85E+00	3.76E+00	mangler data	9.68E-02	1.45
Kadmium	5.30E-01	5.29E-01	mangler data	1.95E-04	0.20
Kobber	1.32E+00	1.31E+00	mangler data	3.94E-03	0.49
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	2.88E-03	0.82
Kvikksølv	1.89E-02	1.88E-02	mangler data	8.70E-05	0.01
Nikkel	1.17E+01	1.17E+01	mangler data	1.38E-02	4.39
Sink	7.01E+01	6.73E+01	mangler data	2.78E+00	26.29
Naftalen	1.39E-01	1.38E-01	mangler data	1.24E-03	0.05
Acenaftylen	6.02E-03	5.77E-03	mangler data	2.45E-04	0.00
Acenaften	2.44E-02	2.21E-02	mangler data	2.28E-03	0.01
Fluoren	4.47E-02	3.84E-02	mangler data	6.23E-03	0.02
Fenantren	1.90E-01	1.63E-01	mangler data	2.71E-02	0.07
Antracen	3.94E-02	3.46E-02	mangler data	4.74E-03	0.01
Fluoranten	7.73E-02	4.54E-02	mangler data	3.19E-02	0.03
Pyren	1.52E-01	1.13E-01	mangler data	3.90E-02	0.06
Benzo(a)antracen	1.60E-02	5.09E-03	mangler data	1.10E-02	0.006
Krysen	6.17E-02	1.23E-02	mangler data	4.94E-02	0.023
Benzo(b)fluoranten	7.67E-02	9.12E-03	mangler data	6.75E-02	0.03
Benzo(k)fluoranten	5.38E-02	6.87E-03	mangler data	4.69E-02	0.020
Benzo(a)pyren	3.33E-02	4.35E-03	mangler data	2.90E-02	0.013
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.76E-03	9.84E-04	mangler data	5.77E-03	0.0025
Dibenzo(a,h)antracen	3.78E-03	4.91E-04	mangler data	3.28E-03	0.0014
Benzo(ghi)perylen	1.74E-02	2.49E-03	mangler data	1.49E-02	0.007
PCB 28	1.29E-04	4.92E-05	mangler data	7.98E-05	5.E-05
PCB 52	2.25E-05	9.88E-06	mangler data	1.27E-05	8.E-06
PCB 101	2.15E-05	5.51E-06	mangler data	1.60E-05	8.E-06
PCB 118	5.15E-06	1.90E-06	mangler data	3.25E-06	2.E-06
PCB 138	1.51E-05	2.94E-06	mangler data	1.22E-05	6.E-06
PCB 153	8.99E-06	1.85E-06	mangler data	7.15E-06	3.E-06
PCB 180	3.04E-06	6.46E-07	mangler data	2.40E-06	1.E-06
Sum PCB7	2.05E-04				7.7.E-05
Tributyltinn (TBT-ion)	3.65E-03	3.55E-03	mangler data	1.04E-04	1.E-03

I Figur C5-1 og C5-2 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen.

I områder grunnere enn 20 m er diffusjon styrende for tungmetallene og for TBT. For PAH-komponentene og PCB er det spredning via organismer sammen med diffusjon som er styrende. Dette er også gjeldende for områder dypere enn 20 m. De samme spredningsmekanismer er gjeldende for begge områder da det ikke er skipstrafikk av betydning i området.



Figur C5-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør



Figur C5-2: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter dypere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C5-5 og C5-6 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdiene i Trinn 1. Middelnivåene for sedimenter både grunnere og dypere enn 20 m overskrider grenseverdi for arsen, kobber, kadmium og sink.

5.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

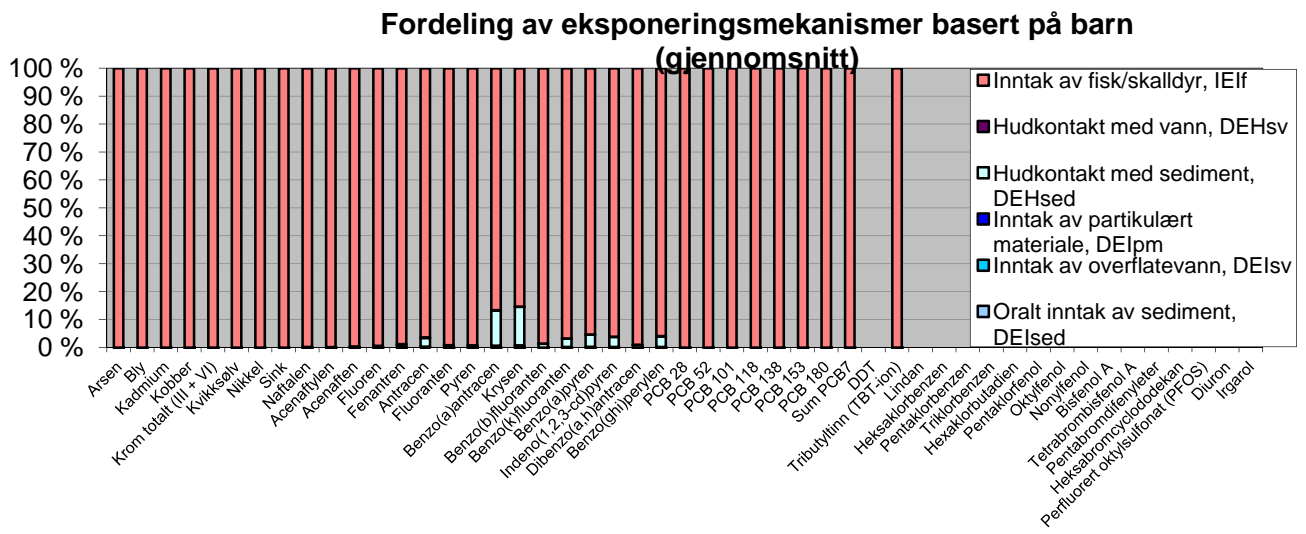
Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

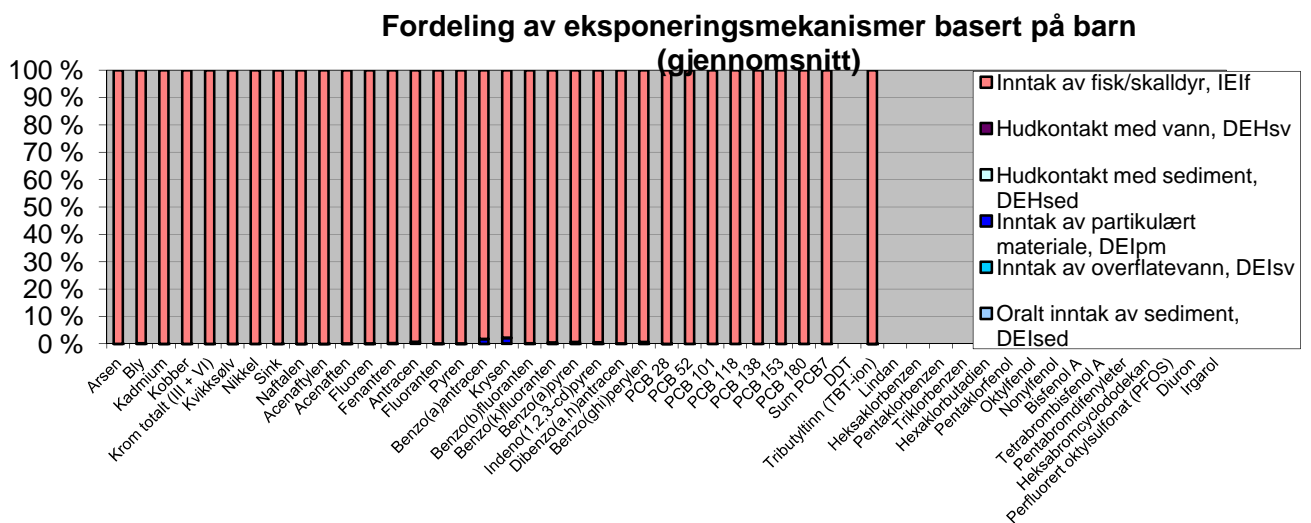
Område dypere enn 20 m med gitte arealbruk (rekreasjon)

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C5-7 og C5-8 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv og PCB både grunnere og dypere enn 20 m. For hele delområdet er risikoen hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skalldyr. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C5-3 og C5-4.



Figur C5-3: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder grunnere enn 20 i Brattøra sør



Figur C5-4: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder dypere enn 20 m i Brattøra sør

5.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 5. Det er tatt ut en prøve fra hhv område grunnere enn 20 m og dypere enn 20 m. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C5-9 og C5-10.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, nikkel, sink og TBT for hele delområdet. I sedimenter dypere enn 20 m overskrider i tillegg PAH-forbindelsen pyren grenseverdien.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området er lavere enn grenseverdi for økotoksisitet. Toksisitetstestene viser at den virkelige økologiske risikoen er mindre enn hva som indikeres gjennom overskridelse av grenseverdiene for konsentrasjoner i trinn 1.

5.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 5 Brattøra sør

Risikovurdering for delområde 2 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk risiko.



Tabell C5-3: Målt sedimentkonsentrasjon grunnere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	7	37	9,19074286	52		
Bly	7	83	20,2314286	83	0 %	
Kadmium	7	1,5	0,54911429	2,6		
Kobber	7	196,686	56,3756	51	286 %	11 %
Krom totalt (III + VI)	7	42	27,0729571	560		
Kvikksølv	7	0,3	0,06514286	0,63		
Nikkel	7	28	19,0776	46		
Sink	7	390	101,644214	360	8 %	
Naftalen	7	0,071	0,03208571	0,29		
Acenaftylen	7	0,13	0,03011429	0,033	294 %	
Acenaften	7	0,087	0,0293	0,16		
Fluoren	7	0,23	0,04665714	0,26		
Fenantren	7	2,4	0,45427143	0,50	380 %	
Antracen	7	0,58	0,10790286	0,031	1771 %	248 %
Fluoranten	7	3,6	0,69298571	0,17	2018 %	308 %
Pyren	7	2,6	0,55853571	0,28	829 %	99 %
Benzo(a)antracen	7	1,6	0,29302857	0,06	2567 %	388 %
Krysen	7	1,7	0,32444286	0,28	507 %	16 %
Benzo(b)fluoranten	7	1,2	0,24388571	0,24	400 %	2 %
Benzo(k)fluoranten	7	1,1	0,21137143	0,21	424 %	1 %
Benzo(a)pyren	7	1,2	0,24640714	0,42	186 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	0,6	0,12672857	0,047	1177 %	170 %
Dibenzo(a,h)antracen	7	0,16	0,03212857	0,59		
Benzo(ghi)perylene	7	0,61	0,13407143	0,021	2805 %	538 %
PCB 28	5	0,00025	0,00025			
PCB 52	5	0,0052	0,00124			
PCB 101	5	0,0092	0,00204			
PCB 118	5	0,0092	0,00204			
PCB 138	5	0,049	0,01019			
PCB 153	5	0,043	0,00892			
PCB 180	5	0,026	0,0054			
Sum PCB7	5	1,42E-01	3,01E-02	0,017	734 %	77 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	6	0,0297	0,00671667	0,035		



Tabell C5-4: Målt sedimentkonsentrasjon dypere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	5	68	28,8	52	31 %	
Bly	5	300	155,4	83	261 %	87 %
Kadmium	5	1,6	1,04	2,6		
Kobber	5	170	89,2	51	233 %	75 %
Krom totalt (III + VI)	5	59	47	560		
Kvikksølv	5	0,65	0,29	0,63	3 %	
Nikkel	5	38	29,8	46		
Sink	5	600	320,8	360	67 %	
Naftalen	5	0,3	0,0992	0,29	3 %	
Acenaftylen	5	0,058	0,0288	0,033	76 %	
Acenaften	5	0,48	0,1394	0,16	200 %	
Fluoren	5	0,52	0,161	0,26	100 %	
Fenantren	5	2,7	1,094	0,50	440 %	119 %
Antracen	5	0,51	0,26	0,031	1545 %	739 %
Fluoranten	5	3,7	1,778	0,17	2076 %	946 %
Pyren	5	2,1	1,27	0,28	650 %	354 %
Benzo(a)antracen	5	1,5	0,732	0,06	2400 %	1120 %
Krysen	5	1,8	0,874	0,28	543 %	212 %
Benzo(b)fluoranten	5	1,7	0,812	0,24	608 %	238 %
Benzo(k)fluoranten	5	1,3	0,66	0,21	519 %	214 %
Benzo(a)pyren	5	1,5	0,73	0,42	257 %	74 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	0,77	0,388	0,047	1538 %	726 %
Dibenzo(a,h)antracen	5	0,18	0,0896	0,59		
Benzo(ghi)perylene	5	0,89	0,44	0,021	4138 %	1995 %
PCB 28	5	0,00025	0,00025			
PCB 52	5	0,0098	0,00296			
PCB 101	5	0,0046	0,00221			
PCB 118	5	0,0049	0,001826			
PCB 138	5	0,0049	0,003016			
PCB 153	5	0,0034	0,002432			
PCB 180	5	0,0022	0,00155			
Sum PCB7	5	3,01E-02	1,42E-02	0,017	77 %	-16 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,0262	0,00942	0,035		



Tabell C5-5: Beregnet spredning grunnere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	6,20E+01	6,20E+01	5,25E+01	18 %	18 %
Bly	1,63E+00	1,61E+00	3,81E+00		
Kadmium	5,30E-01	5,30E-01	1,06E-01	400 %	400 %
Kobber	1,33E+00	1,32E+00	1,10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2,19E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	1,95E-02	4,24E-03	4,10E-02		
Nikkel	1,32E+01	1,32E+01	3,17E+01		
Sink	4,71E+01	4,52E+01	2,70E+01	74 %	67 %
Naftalen	6,95E-01	6,93E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	6,48E-03	5,80E-03	7,38E+00		
Acenaften	4,53E-02	4,32E-02	1,49E+01		
Fluoren	9,60E-02	8,30E-02	1,42E+01		
Fenantren	3,67E-01	2,79E-01	1,19E+01		
Antracen	5,79E-02	4,09E-02	5,98E-01		
Fluoranten	2,29E-01	9,83E-02	7,94E-01		
Pyren	1,82E-01	1,04E-01	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	5,38E-02	1,37E-02	1,13E-01		
Krysen	1,65E-01	3,99E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,70E-01	3,95E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	1,38E-01	3,07E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	6,89E-02	1,61E-02	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,06E-02	2,63E-03	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	7,64E-03	1,75E-03	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	1,75E-02	4,57E-03	3,83E-02		
PCB 28	6,98E-05	6,98E-05			
PCB 52	3,31E-05	1,27E-05			
PCB 101	1,02E-05	3,67E-06			
PCB 118	3,97E-06	1,43E-06			
PCB 138	7,64E-06	2,61E-06			
PCB 153	4,87E-06	1,66E-06			
PCB 180	3,16E-06	1,06E-06			
Sum PCB7	1,33E-04	9,30E-05			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,81E-03	1,78E-03	1,15E+01		



Tabell C5-6: Beregnet spredning dypere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	9,33E+01	9,33E+01	5,25E+01	78 %	78 %
Bly	3,94E+00	3,85E+00	3,81E+00	4 %	1 %
Kadmium	5,30E-01	5,30E-01	1,06E-01	400 %	400 %
Kobber	1,32E+00	1,32E+00	1,10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2,19E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	4,23E-02	1,89E-02	4,10E-02	3 %	
Nikkel	1,17E+01	1,17E+01	3,17E+01		
Sink	7,25E+01	7,01E+01	2,70E+01	168 %	159 %
Naftalen	1,41E-01	1,39E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	6,27E-03	6,02E-03	7,38E+00		
Acenaften	2,99E-02	2,44E-02	1,49E+01		
Fluoren	5,86E-02	4,47E-02	1,42E+01		
Fenantren	2,30E-01	1,90E-01	1,19E+01		
Antracen	4,39E-02	3,94E-02	5,98E-01		
Fluoranten	1,12E-01	7,73E-02	7,94E-01		
Pyren	1,77E-01	1,52E-01	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	2,76E-02	1,60E-02	1,13E-01		
Krysen	1,14E-01	6,17E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,51E-01	7,67E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	9,93E-02	5,38E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	6,39E-02	3,33E-02	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,24E-02	6,76E-03	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	7,09E-03	3,78E-03	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylene	3,27E-02	1,74E-02	3,83E-02		
PCB 28	1,29E-04	1,29E-04			
PCB 52	5,18E-05	2,25E-05			
PCB 101	3,88E-05	2,15E-05			
PCB 118	1,06E-05	5,15E-06			
PCB 138	2,27E-05	1,51E-05			
PCB 153	1,18E-05	8,99E-06			
PCB 180	4,05E-06	3,04E-06			
Sum PCB7	2,69E-04	2,05E-04			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,84E-03	3,65E-03	1,15E+01		

Tabell C5-7: Beregnet total livstidsseksponering for sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,83E-03	1,49E-03	1,00E-04	2726,8 %	1392,5 %
Bly	4,69E-04	2,35E-04	3,60E-04	30,4 %	
Kadmium	3,98E-04	2,00E-04	5,00E-05	696,8 %	299,1 %
Kobber	1,65E-03	8,97E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,34E-04	2,17E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	9,40E-05	6,64E-05	1,00E-05	840,0 %	564,0 %
Nikkel	4,52E-04	2,26E-04	5,00E-03		
Sink	1,89E-02	9,63E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,84E-06	9,84E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,46E-06	2,46E-06			
Acenaften	9,89E-07	9,85E-07			
Fluoren	1,00E-06	9,87E-07			
Fenantren	3,53E-06	3,38E-06	4,00E-03		
Antracen	2,91E-07	2,55E-07	4,00E-03		
Fluoranten	6,95E-06	6,73E-06	5,00E-03		
Pyren	5,99E-06	5,83E-06			
Benzo(a)antracen	2,71E-07	1,70E-07	5,00E-04		
Krysen	2,79E-07	1,73E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,47E-06	1,39E-06			
Benzo(k)fluoranten	5,76E-07	5,07E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	4,85E-07	4,12E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,92E-07	2,55E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,58E-07	2,48E-07			
Benzo(ghi)perylen	2,92E-07	2,56E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,14E-07	2,13E-07			
PCB 52	8,85E-07	4,59E-07			
PCB 101	2,92E-06	1,53E-06			
PCB 118	3,69E-06	1,91E-06			
PCB 138	7,53E-06	3,92E-06			
PCB 153	1,17E-05	6,08E-06			
PCB 180	3,29E-06	1,66E-06			
Sum PCB7	3,05E-05	1,58E-05	2,00E-06	1423,5 %	688,9 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,44E-05	2,44E-05	2,50E-04		

Tabell C5-8: Beregnet total livstidsseksponering for sedimenter dypere enn 20 m i delområde 5 Brattøra sør sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,83E-03	1,49E-03	1,00E-04	2727,2 %	1393,0 %
Bly	4,70E-04	2,35E-04	3,60E-04	30,6 %	
Kadmium	3,98E-04	2,00E-04	5,00E-05	696,8 %	299,1 %
Kobber	1,65E-03	8,97E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,34E-04	2,17E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	9,40E-05	6,64E-05	1,00E-05	840,0 %	564,0 %
Nikkel	4,52E-04	2,26E-04	5,00E-03		
Sink	1,89E-02	9,63E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,82E-06	9,82E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,45E-06	2,45E-06			
Acenaften	9,84E-07	9,83E-07			
Fluoren	9,85E-07	9,83E-07			
Fenantren	3,35E-06	3,35E-06	4,00E-03		
Antracen	2,49E-07	2,48E-07	4,00E-03		
Fluoranten	6,69E-06	6,68E-06	5,00E-03		
Pyren	5,80E-06	5,80E-06			
Benzo(a)antracen	1,54E-07	1,51E-07	5,00E-04		
Krysen	1,56E-07	1,52E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,38E-06	1,38E-06			
Benzo(k)fluoranten	4,97E-07	4,94E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	4,00E-07	3,96E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,49E-07	2,47E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,46E-07	2,46E-07			
Benzo(ghi)perylen	2,49E-07	2,47E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,14E-07	2,13E-07			
PCB 52	8,85E-07	4,59E-07			
PCB 101	2,92E-06	1,53E-06			
PCB 118	3,69E-06	1,91E-06			
PCB 138	7,53E-06	3,92E-06			
PCB 153	1,17E-05	6,08E-06			
PCB 180	3,28E-06	1,66E-06			
Sum PCB7	3,05E-05	1,58E-05	2,00E-06	1423,0 %	688,8 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,44E-05	2,44E-05	2,50E-04		



Tabell C5-9: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	målt	målt	9,30E-03	9,30E-03	4,8	93,8 %	93,8 %
Bly	målt	målt	2,30E-04	2,30E-04	2,2		
Kadmium	målt	målt	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	målt	målt	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	målt	målt	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	3,00E-06	6,51E-07	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	målt	målt	2,70E-03	2,70E-03	2,2	22,7 %	22,7 %
Sink	målt	målt	8,60E-03	8,60E-03	2,9	196,6 %	196,6 %
Naftalen	målt	målt	1,09E-04	1,09E-04	2,4		
Acenaftylen	målt	målt	9,89E-07	9,89E-07	1,3		
Acenaften	målt	målt	7,58E-06	7,58E-06	3,8		
Fluoren	målt	målt	1,51E-05	1,51E-05	2,5		
Fenantren	målt	målt	5,15E-05	5,15E-05	1,3		
Antracen	målt	målt	7,39E-06	7,39E-06	0,11		
Fluoranten	målt	målt	1,47E-05	1,47E-05	0,12		
Pyren	målt	målt	1,81E-05	1,81E-05	0,023		
Benzo(a)antracen	målt	målt	1,12E-06	1,12E-06	0,012		
Krysen	målt	målt	2,45E-06	2,45E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	målt	målt	1,63E-06	1,63E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	målt	målt	1,29E-06	1,29E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	målt	målt	6,27E-07	6,27E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	målt	målt	1,35E-07	1,35E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	målt	målt	7,37E-08	7,37E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylen	målt	målt	2,54E-07	2,54E-07	0,002		
PCB 28	målt	målt	6,91E-09	6,91E-09			
PCB 52	målt	målt	1,79E-09	1,79E-09			
PCB 101	målt	målt	5,57E-10	5,57E-10			
PCB 118	målt	målt	2,17E-10	2,17E-10			
PCB 138	målt	målt	4,24E-10	4,24E-10			
PCB 153	målt	målt	2,70E-10	2,70E-10			
PCB 180	målt	målt	1,77E-10	1,77E-10			
Sum PCB7	målt/mangler	målt/mangler	1,03E-08	1,03E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	målt	målt	5,00E-07	5,00E-07	0,0002	138,1 %	138,1 %



Tabell C5-10: Porevannskonsentrasjoner for område dypere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	målt	målt	1,40E-02	1,40E-02	4,8	191,7 %	191,7 %
Bly	målt	målt	5,40E-04	5,40E-04	2,2		
Kadmium	målt	målt	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	målt	målt	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	målt	målt	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	6,50E-06	2,90E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	målt	målt	2,40E-03	2,40E-03	2,2	9,1 %	9,1 %
Sink	målt	målt	1,30E-02	1,30E-02	2,9	348,3 %	348,3 %
Naftalen	målt	målt	2,17E-05	2,17E-05	2,4		
Acenaftylen	målt	målt	1,02E-06	1,02E-06	1,3		
Acenaften	målt	målt	3,97E-06	3,97E-06	3,8		
Fluoren	målt	målt	7,29E-06	7,29E-06	2,5		
Fenantren	målt	målt	3,25E-05	3,25E-05	1,3		
Antracen	målt	målt	6,91E-06	6,91E-06	0,11		
Fluoranten	målt	målt	9,92E-06	9,92E-06	0,12		
Pyren	målt	målt	2,46E-05	2,46E-05	0,023	7,0 %	7,0 %
Benzo(a)antracen	målt	målt	1,21E-06	1,21E-06	0,012		
Krysen	målt	målt	2,92E-06	2,92E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	målt	målt	2,33E-06	2,33E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	målt	målt	1,75E-06	1,75E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	målt	målt	1,11E-06	1,11E-06	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	målt	målt	2,68E-07	2,68E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	målt	målt	1,34E-07	1,34E-07	0,03		
Benzo(ghi)perylen	målt	målt	6,78E-07	6,78E-07	0,002		
PCB 28	målt	målt	1,28E-08	1,28E-08			
PCB 52	målt	målt	2,80E-09	2,80E-09			
PCB 101	målt	målt	1,69E-09	1,69E-09			
PCB 118	målt	målt	5,82E-10	5,82E-10			
PCB 138	målt	målt	9,68E-10	9,68E-10			
PCB 153	målt	målt	6,07E-10	6,07E-10			
PCB 180	målt	målt	2,27E-10	2,27E-10			
Sum PCB7	målt/mangler	målt/mangler	1,96E-08	1,96E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	målt	målt	1,00E-06	1,00E-06	0,0002	376,2 %	376,2 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C6-1 /Rev. 1
Vedlegg: C6

C6. Risikovurdering for område 6 Brattøra nord

6.1 Arealbruk

Delområde 6 Brattøra nord er i dag trafikkarealer med hurtigbåtkai i ytre basseng, cruisebåtkai ved Turistkipkaia og Hurtigrutekai.

6.2 Risiko for spredning

Det er utført spredningsvurdering for sedimenter grunnere enn 20 m og en vurdering for sedimenter dypere enn 20 m. Følgende spredningsveier er gjeldende for de ulike sedimentarealene:

Område grunnere enn 20 m (258509 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

Område dypere enn 20 m (465106 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

6.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av PAH-komponenter og PCB som overskrider trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C6-3 og C6-4.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH og TBT er summert i kg/år i tabell C6-1 og C6-2.

Tabell C6-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 6 Brattøra nord – sedimenter grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	8.73E+01	8.66E+01	7.02E-01	6.78E-03	22.58
Bly	3.96E+00	6.96E-01	3.26E+00	3.60E-03	1.02
Kadmium	5.86E-01	5.29E-01	5.65E-02	1.43E-04	0.15
Kobber	4.61E+00	1.31E+00	3.29E+00	1.82E-03	1.19
Krom totalt (III + VI)	6.82E+00	2.19E+00	4.63E+00	1.84E-03	1.76
Kvikksølv	2.98E-02	1.14E-02	1.84E-02	5.26E-05	0.008
Nikkel	7.51E+00	4.87E+00	2.64E+00	3.58E-03	1.94
Sink	1.33E+01	5.18E+00	8.05E+00	8.88E-02	3.44
Naftalen	4.37E-01	3.94E-01	3.82E-02	4.24E-03	0.11
Acenaftylen	9.04E-03	4.17E-03	4.71E-03	1.60E-04	0.00
Acenaften	4.97E-02	3.31E-02	1.60E-02	5.77E-04	0.01
Fluoren	1.60E-01	1.14E-01	3.66E-02	8.65E-03	0.04
Fenantren	4.67E-01	2.38E-01	2.01E-01	2.68E-02	0.12
Antracen	1.32E-01	6.30E-02	6.32E-02	6.25E-03	0.03
Fluoranten	4.45E-01	1.55E-01	2.39E-01	5.07E-02	0.11
Pyren	3.33E-01	1.24E-01	1.89E-01	1.97E-02	0.09
Benzo(a)antracen	1.02E-01	8.25E-03	8.84E-02	5.40E-03	0.026
Krysen	1.07E-01	7.90E-03	9.08E-02	8.78E-03	0.028
Benzo(b)fluoranten	1.03E-01	3.96E-03	9.20E-02	7.01E-03	0.03
Benzo(k)fluoranten	7.89E-02	3.45E-03	6.99E-02	5.52E-03	0.020
Benzo(a)pyren	7.36E-02	1.76E-03	6.85E-02	3.39E-03	0.019
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.31E-02	2.41E-04	4.19E-02	9.39E-04	0.0111
Dibenzo(a,h)antracen	1.20E-02	2.43E-04	1.10E-02	7.51E-04	0.0031
Benzo(ghi)perylen	4.57E-02	5.03E-04	4.34E-02	1.85E-03	0.012
PCB 28	1.12E-04	3.28E-05	2.64E-05	5.32E-05	3.E-05
PCB 52	2.87E-04	6.65E-06	2.75E-04	5.32E-06	7.E-05
PCB 101	4.05E-04	1.63E-06	4.02E-04	7.79E-07	1.E-04
PCB 118	2.84E-04	8.82E-07	2.82E-04	4.76E-07	7.E-05
PCB 138	1.30E-03	7.85E-07	1.30E-03	4.01E-07	3.E-04
PCB 153	1.01E-03	5.55E-07	1.01E-03	3.02E-07	3.E-04
PCB 180	5.89E-04	3.88E-07	5.88E-04	2.21E-07	2.E-04
Sum PCB7	3.99E-03				1.0.E-03
Tributyltinn (TBT-ion)	8.78E-03	1.77E-03	6.94E-03	7.06E-05	0.002

Tabell C6-2: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 6. Brattøra nord – sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	6.67E+01	6.66E+01	mangler data	1.59E-02	31.00
Bly	3.09E+01	2.99E+01	mangler data	9.49E-01	14.36
Kadmium	7.95E+00	7.94E+00	mangler data	5.07E-03	3.70
Kobber	2.54E+01	2.52E+01	mangler data	1.62E-01	11.81
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	3.35E-03	1.02
Kvikksølv	1.01E-02	1.00E-02	mangler data	4.65E-05	0.00
Nikkel	2.68E+01	2.68E+01	mangler data	3.64E-02	12.47
Sink	9.89E+01	9.32E+01	mangler data	5.77E+00	46.02
Naftalen	2.02E-01	2.00E-01	mangler data	1.41E-03	0.09
Acenaftylen	1.18E-02	1.11E-02	mangler data	6.68E-04	0.01
Acenaften	1.36E-02	1.31E-02	mangler data	5.37E-04	0.01
Fluoren	2.20E-02	2.08E-02	mangler data	1.23E-03	0.01
Fenantren	6.98E-02	6.47E-02	mangler data	5.17E-03	0.03
Antracen	3.56E-02	3.21E-02	mangler data	3.50E-03	0.02
Fluoranten	9.93E-02	6.49E-02	mangler data	3.44E-02	0.05
Pyren	4.10E-01	2.90E-01	mangler data	1.19E-01	0.19
Benzo(a)antracen	2.05E-02	8.92E-03	mangler data	1.16E-02	0.010
Krysen	6.57E-02	2.03E-02	mangler data	4.54E-02	0.031
Benzo(b)fluoranten	8.92E-02	1.22E-02	mangler data	7.70E-02	0.04
Benzo(k)fluoranten	1.07E-01	1.47E-02	mangler data	9.24E-02	0.050
Benzo(a)pyren	5.82E-02	8.65E-03	mangler data	4.95E-02	0.027
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.12E-03	8.72E-04	mangler data	5.24E-03	0.0028
Dibenzo(a,h)antracen	6.23E-03	5.95E-04	mangler data	5.64E-03	0.0029
Benzo(ghi)perylene	1.04E-02	1.40E-03	mangler data	8.95E-03	0.005
PCB 28	3.30E-04	6.22E-05	mangler data	2.67E-04	2.E-04
PCB 52	9.23E-05	1.46E-05	mangler data	7.76E-05	4.E-05
PCB 101	3.08E-05	5.04E-06	mangler data	2.58E-05	1.E-05
PCB 118	1.25E-05	1.62E-06	mangler data	1.08E-05	6.E-06
PCB 138	1.98E-05	3.19E-06	mangler data	1.66E-05	9.E-06
PCB 153	1.35E-05	2.21E-06	mangler data	1.13E-05	6.E-06
PCB 180	6.36E-06	9.57E-07	mangler data	5.40E-06	3.E-06
Sum PCB7	5.05E-04				2.3.E-04
Tributyltinn (TBT-ion)	1.15E-02	1.06E-02	mangler data	8.06E-04	5.E-03

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C6-5 og C6-6 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdier i Trinn 1. Middelnivåene for sedimenter grunnere enn 20 m overskrider grenseverdi for arsen, kadmium og PAH. Dypere enn 20 m overskrider spredningen fra referansesedimentet for arsen, bly, kadmium, kobber og sink.

6.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk:

- Inntak av fisk og skalldyr

Område dypere enn 20 m med gitte arealbruk:

- Inntak av fisk og skalldyr

Tabell C6-7 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv både grunnere og dypere enn 20 m.

Risikoen er knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skalldyr da de øvrige eksponeringsveiene ikke er aktuelle for arealbruk havn.

6.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 6. Det er tatt ut en prøve fra hhv område grunnere enn 20 m og dypere enn 20 m. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C6-9 og C6-10.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, og TBT for hele delområdet. I sedimenter grunnere enn 20 m overskrider i tillegg tungmetallene arsen, bly, kadmium og nikkel samt TBT og PAH-forbindelsene naftalen, pyren grenseverdien. Det målte porevannskonsentrasjonene er høyere enn beregnet for en del tungmetaller. Dette antas å skyldes metoden porevannskonsentrasjoner er målt for metallene.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og TU verdi for organisk ekstrakt.



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C6-7 /Rev. 1
Vedlegg: C6

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

6.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 6 Brattøra nord

Risikovurdering for delområde 6 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C6-3: Målt sedimentkonsentrasjon grunnere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	21	15	5,21332381	52		
Bly	21	130	31,1880952	83	57 %	
Kadmium	21	1,3	0,52450381	2,6		
Kobber	21	130	31,5042524	51	155 %	
Krom totalt (III + VI)	21	140	44,2159143	560		
Kvikksølv	21	1,1	0,17522476	0,63	75 %	
Nikkel	21	44	25,069581	46		
Sink	21	260	76,9582619	360		
Naftalen	21	4,8	0,31837619	0,29	1555 %	10 %
Acenaftylen	21	0,4	0,04468095	0,033	1112 %	35 %
Acenaften	21	0,96	0,15264762	0,16	500 %	
Fluoren	21	4,3	0,3401	0,26	1554 %	31 %
Fenantren	21	17	1,90664762	0,50	3300 %	281 %
Antracen	21	6,3	0,59958762	0,031	20223 %	1834 %
Fluoranten	21	14	2,28352857	0,17	8135 %	1243 %
Pyren	21	10	1,80321667	0,28	3471 %	544 %
Benzo(a)antracen	21	5,3	0,84572857	0,06	8733 %	1310 %
Krysen	21	4,5	0,86854286	0,28	1507 %	210 %
Benzo(b)fluoranten	21	3,3	0,87997619	0,24	1275 %	267 %
Benzo(k)fluoranten	21	3,1	0,66877619	0,21	1376 %	218 %
Benzo(a)pyren	21	3,4	0,6550019	0,42	710 %	56 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	21	1,9	0,40098571	0,047	3943 %	753 %
Dibenzo(a,h)antracen	21	0,45	0,1053381	0,59		
Benzo(ghi)perylen	21	1,8	0,41518571	0,021	8471 %	1877 %
PCB 28	14	0,00025	0,00025			
PCB 52	14	0,014	0,00263571			
PCB 101	14	0,037	0,00384857			
PCB 118	14	0,023	0,00270214			
PCB 138	14	0,12	0,012435			
PCB 153	14	0,088	0,00969571			
PCB 180	14	0,052	0,00562929			
Sum PCB7	14	3,34E-01	3,72E-02	0,017	1866 %	119 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	17	0,467	0,06602059	0,035	1234 %	89 %



Tabell C6-4: Målt sedimentkonsentrasjon dypere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	10	7,75	52		
Bly	4	70	38,25	83		
Kadmium	4	0,61	0,53	2,6		
Kobber	4	46	40,5	51		
Krom totalt (III + VI)	4	57	48	560		
Kvikksølv	4	0,19	0,155	0,63		
Nikkel	4	34	29,75	46		
Sink	4	130	117,5	360		
Naftalen	4	0,12	0,05225	0,29		
Acenaftylen	4	0,42	0,14675	0,033	1173 %	345 %
Acenaften	4	0,036	0,02675	0,16		
Fluoren	4	0,069	0,03975	0,26		
Fenantren	4	0,45	0,335	0,50		
Antracen	4	0,33	0,1555	0,031	965 %	402 %
Fluoranten	4	2,2	1,2325	0,17	1194 %	625 %
Pyren	4	2,9	1,3725	0,28	936 %	390 %
Benzo(a)antracen	4	0,78	0,545	0,06	1200 %	808 %
Krysen	4	0,64	0,525	0,28	129 %	88 %
Benzo(b)fluoranten	4	3,6	1,4875	0,24	1400 %	520 %
Benzo(k)fluoranten	4	3,2	1,31	0,21	1424 %	524 %
Benzo(a)pyren	4	2,9	1,285	0,42	590 %	206 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	1,5	0,6775	0,047	3091 %	1341 %
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,66	0,23075	0,59	12 %	
Benzo(ghi)perylene	4	1,6	0,705	0,021	7519 %	3257 %
PCB 28	4	0,0019	0,0006625			
PCB 52	4	0,005	0,0025			
PCB 101	4	0,0034	0,002225			
PCB 118	4	0,0035	0,002325			
PCB 138	4	0,0095	0,007075			
PCB 153	4	0,0073	0,005475			
PCB 180	4	0,0038	0,003			
Sum PCB7	4	3,44E-02	2,33E-02	0,017	102 %	37 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,05	0,024225	0,035	43 %	



Tabell C6-5: Beregnet spredning grunnere enn 20 m i delområde 6 Brattøra nord sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	8,87E+01	8,73E+01	5,82E+01	52 %	50 %
Bly	1,43E+01	3,96E+00	1,25E+01	14 %	
Kadmium	6,70E-01	5,86E-01	3,78E-01	77 %	55 %
Kobber	1,49E+01	4,61E+00	1,64E+01		
Krom totalt (III + VI)	1,69E+01	6,82E+00	7,92E+01		
Kvikksølv	1,87E-01	2,98E-02	1,07E-01	75 %	
Nikkel	9,51E+00	7,51E+00	3,67E+01		
Sink	3,27E+01	1,33E+01	6,48E+01		
Naftalen	1,03E+00	4,37E-01	1,43E+02		
Acenaftylen	4,77E-02	9,04E-03	7,43E+00		
Acenaften	1,38E-01	4,97E-02	1,50E+01		
Fluoren	6,87E-01	1,60E-01	1,43E+01		
Fenantren	2,27E+00	4,67E-01	1,20E+01		
Antracen	7,92E-01	1,32E-01	6,05E-01	31 %	
Fluoranten	1,93E+00	4,45E-01	8,16E-01	137 %	
Pyren	1,28E+00	3,33E-01	2,88E+00		
Benzo(a)antracen	5,96E-01	1,02E-01	1,19E-01	400 %	
Krysen	5,24E-01	1,07E-01	1,01E+00		
Benzo(b)fluoranten	3,75E-01	1,03E-01	5,85E-01		
Benzo(k)fluoranten	3,53E-01	7,89E-02	5,23E-01		
Benzo(a)pyren	3,75E-01	7,36E-02	1,00E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,03E-01	4,31E-02	4,24E-02	379 %	2 %
Dibenzo(a,h)antracen	5,05E-02	1,20E-02	6,27E-01		
Benzo(ghi)perylene	1,97E-01	4,57E-02	4,06E-02	384 %	13 %
PCB 28	1,12E-04	1,12E-04			
PCB 52	1,50E-03	2,87E-04			
PCB 101	3,88E-03	4,05E-04			
PCB 118	2,41E-03	2,84E-04			
PCB 138	1,25E-02	1,30E-03			
PCB 153	9,20E-03	1,01E-03			
PCB 180	5,44E-03	5,89E-04			
Sum PCB7	3,51E-02	3,99E-03			
DDT	mangler	mangler	2,07E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	5,13E-02	8,78E-03	1,16E+01		



Tabell C6-6: Beregnet spredning dypere enn 20 m i delområde 6 Brattøra nord sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	6,67E+01	6,67E+01	5,25E+01	27 %	27 %
Bly	3,17E+01	3,09E+01	3,81E+00	731 %	710 %
Kadmium	7,95E+00	7,95E+00	1,06E-01	7401 %	7401 %
Kobber	2,54E+01	2,54E+01	1,10E+01	130 %	130 %
Krom totalt (III + VI)	2,19E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	1,24E-02	1,01E-02	4,10E-02		
Nikkel	2,68E+01	2,68E+01	3,17E+01		
Sink	9,96E+01	9,89E+01	2,70E+01	269 %	266 %
Naftalen	2,03E-01	2,02E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	1,31E-02	1,18E-02	7,38E+00		
Acenaften	1,38E-02	1,36E-02	1,49E+01		
Fluoren	2,29E-02	2,20E-02	1,42E+01		
Fenantren	7,16E-02	6,98E-02	1,19E+01		
Antracen	3,95E-02	3,56E-02	5,98E-01		
Fluoranten	1,26E-01	9,93E-02	7,94E-01		
Pyren	5,43E-01	4,10E-01	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	2,55E-02	2,05E-02	1,13E-01		
Krysen	7,56E-02	6,57E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,99E-01	8,92E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	2,40E-01	1,07E-01	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	1,20E-01	5,82E-02	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,25E-02	6,12E-03	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	1,67E-02	6,23E-03	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	2,17E-02	1,04E-02	3,83E-02		
PCB 28	8,29E-04	3,30E-04			
PCB 52	1,70E-04	9,23E-05			
PCB 101	4,45E-05	3,08E-05			
PCB 118	1,80E-05	1,25E-05			
PCB 138	2,55E-05	1,98E-05			
PCB 153	1,72E-05	1,35E-05			
PCB 180	7,80E-06	6,36E-06			
Sum PCB7	1,11E-03	5,05E-04			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,23E-02	1,15E-02	1,15E+01		

Tabell C6-7: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter grunnere og dypere enn 20 m i delområde 6 Brattøra nord sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,73E-03	2,73E-03	1,00E-04	2627,8 %	2627,8 %
Bly	2,10E-04	2,10E-04	3,60E-04		
Kadmium	3,92E-04	3,92E-04	5,00E-05	685,0 %	685,0 %
Kobber	1,79E-03	1,79E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	6,18E-04	6,18E-04	5,00E-04	23,6 %	23,6 %
Kvikksølv	3,71E-05	3,13E-05	1,00E-05	270,9 %	213,0 %
Nikkel	6,81E-04	6,81E-04	5,00E-03		
Sink	1,74E-02	1,74E-02	3,00E-02		
Naftalen	9,81E-06	9,81E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,45E-06	2,45E-06			
Acenaften	9,81E-07	9,81E-07			
Fluoren	9,81E-07	9,81E-07			
Fenantren	1,96E-06	1,96E-06	4,00E-03		
Antracen	2,45E-07	2,45E-07	4,00E-03		
Fluoranten	4,61E-06	4,61E-06	5,00E-03		
Pyren	2,75E-06	2,75E-06			
Benzo(a)antracen	1,47E-07	1,47E-07	5,00E-04		
Krysen	1,47E-07	1,47E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	7,85E-07	7,85E-07			
Benzo(k)fluoranten	1,47E-07	1,47E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	1,47E-07	1,47E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,45E-07	2,45E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,45E-07	2,45E-07			
Benzo(ghi)perylene	2,45E-07	2,45E-07	3,00E-03		
PCB 28	1,28E-08	1,28E-08			
PCB 52	3,83E-08	3,83E-08			
PCB 101	1,95E-07	1,95E-07			
PCB 118	1,83E-07	1,83E-07			
PCB 138	4,00E-07	4,00E-07			
PCB 153	5,23E-07	5,23E-07			
PCB 180	6,38E-08	6,38E-08			
Sum PCB7	1,42E-06	1,42E-06	2,00E-06	-29,2 %	-29,2 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,08E-05	1,08E-05	2,50E-04		



Tabell C6-8: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	2.27E-03	7.89E-04	1,30E-02	1,30E-02	4,8	170,8 %	170,8 %
Bly	8.39E-04	2.01E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.00E-05	4.03E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	5.33E-03	1.29E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	1.17E-03	3.68E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	1.10E-05	1.75E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	6.22E-03	3.54E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	3.56E-03	1.05E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,9		
Naftalen	2.84E-01	1.88E-02	6,22E-05	6,22E-05	2,4		
Acenaftalen	1.18E-02	1.32E-03	7,36E-07	7,36E-07	1,3		
Acenaften	1.19E-02	1.89E-03	5,95E-06	5,95E-06	3,8		
Fluoren	3.24E-02	2.56E-03	2,17E-05	2,17E-05	2,5		
Fenantren	5.71E-02	6.40E-03	4,75E-05	4,75E-05	1,3		
Antracen	1.72E-02	1.64E-03	1,26E-05	1,26E-05	0,11		
Fluoranten	7.45E-03	1.22E-03	3,38E-05	3,38E-05	0,12		
Pyren	1.31E-02	2.35E-03	2,71E-05	2,71E-05	0,023	17,8 %	17,8 %
Benzo(a)antracen	8.13E-04	1.30E-04	1,96E-06	1,96E-06	0,012		
Krysen	8.70E-04	1.68E-04	1,88E-06	1,88E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	3.12E-04	8.33E-05	1,01E-06	1,01E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	3.00E-04	6.48E-05	8,80E-07	8,80E-07	0,027		
Benzo(a)pyren	3.14E-04	6.06E-05	4,49E-07	4,49E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.23E-05	1.32E-05	6,56E-08	6,56E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	1.78E-05	4.16E-06	6,65E-08	6,65E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	1.35E-04	3.12E-05	1,37E-07	1,37E-07	0,002		
PCB 28	4.73E-07	4.73E-07	8,51E-09	8,51E-09			
PCB 52	2.15E-05	4.05E-06	1,88E-09	1,88E-09			
PCB 101	8.40E-06	8.74E-07	4,99E-10	4,99E-10			
PCB 118	5.22E-07	6.13E-08	2,70E-10	2,70E-10			
PCB 138	1.80E-05	1.86E-06	2,58E-10	2,58E-10			
PCB 153	1.32E-06	1.45E-07	1,83E-10	1,83E-10			
PCB 180	4.09E-06	4.43E-07	1,36E-10	1,36E-10			
Sum PCB7	5.43E-05	7.91E-06	1,17E-08	1,17E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	3.27E-02	4.62E-03	5,00E-07	5,00E-07	0,0002	138,1 %	138,1 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
 Dato: 2011-07-05
 Rev. dato: 2011-10-24
 Side: C6-14 /Rev. 1
 Vedlegg: C6

Tabell C6-9: Porevannskonsentrasjoner for område dypere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.51E-03	1.17E-03	1,00E-02	1,00E-02	4,8	108,3 %	108,3 %
Bly	4.52E-04	2.47E-04	4,30E-03	4,30E-03	2,2	95,5 %	95,5 %
Kadmium	4.69E-06	4.08E-06	1,50E-03	1,50E-03	0,24	525,0 %	525,0 %
Kobber	1.88E-03	1.66E-03	4,80E-03	4,80E-03	0,64	650,0 %	650,0 %
Krom totalt (III + VI)	4.75E-04	4.00E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	1.90E-06	1.55E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	4.80E-03	4.20E-03	5,50E-03	5,50E-03	2,2	150,0 %	150,0 %
Sink	1.78E-03	1.61E-03	1,80E-02	1,80E-02	2,9	520,7 %	520,7 %
Naftalen	7.10E-03	3.09E-03	3,16E-05	3,16E-05	2,4		
Acenaftilen	1.24E-02	4.34E-03	1,97E-06	1,97E-06	1,3		
Acenaften	4.47E-04	3.32E-04	2,35E-06	2,35E-06	3,8		
Fluoren	5.20E-04	3.00E-04	3,95E-06	3,95E-06	2,5		
Fenantren	1.51E-03	1.13E-03	1,29E-05	1,29E-05	1,3		
Antracen	9.00E-04	4.24E-04	6,39E-06	6,39E-06	0,11		
Fluoranten	1.17E-03	6.56E-04	1,42E-05	1,42E-05	0,12		
Pyren	3.79E-03	1.79E-03	6,34E-05	6,34E-05	0,023	175,7 %	175,7 %
Benzo(a)antracen	1.20E-04	8.36E-05	2,12E-06	2,12E-06	0,012		
Krysen	1.24E-04	1.01E-04	4,82E-06	4,82E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	3.41E-04	1.41E-04	3,11E-06	3,11E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	3.10E-04	1.27E-04	3,76E-06	3,76E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	2.68E-04	1.19E-04	2,21E-06	2,21E-06	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.92E-05	2.22E-05	2,37E-07	2,37E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	2.60E-05	9.10E-06	1,63E-07	1,63E-07	0,03		
Benzo(ghi)perylene	1.20E-04	5.30E-05	3,81E-07	3,81E-07	0,002		
PCB 28	3.59E-06	1.25E-06	1,61E-08	1,61E-08			
PCB 52	7.68E-06	3.84E-06	4,14E-09	4,14E-09			
PCB 101	7.72E-07	5.05E-07	1,55E-09	1,55E-09			
PCB 118	7.95E-08	5.28E-08	4,98E-10	4,98E-10			
PCB 138	1.42E-06	1.06E-06	1,05E-09	1,05E-09			
PCB 153	1.09E-07	8.21E-08	7,27E-10	7,27E-10			
PCB 180	2.99E-07	2.36E-07	3,36E-10	3,36E-10			
Sum PCB7	1.40E-05	7.03E-06	2,44E-08	2,44E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	3.50E-03	1.69E-03	3,00E-06	3,00E-06	0,0002	1328,6 %	1328,6 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C7-1 /Rev. 1
Vedlegg: C7

C7. Risikovurdering for område 7 Kanalen

7.1 Arealbruk

Delområde 7 Kanalen er i dag trafikkert av mindre båter og har fått definert arealbruk fra Trondheim kommune som småbåthavn.

7.2 Risiko for spredning

Følgende betraktninger er gjort for spredningsvurdering for delområdet (95230 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

7.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av tungmetallene kobber og kvikksølv, PAH, PCB og TBT som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C7-2.

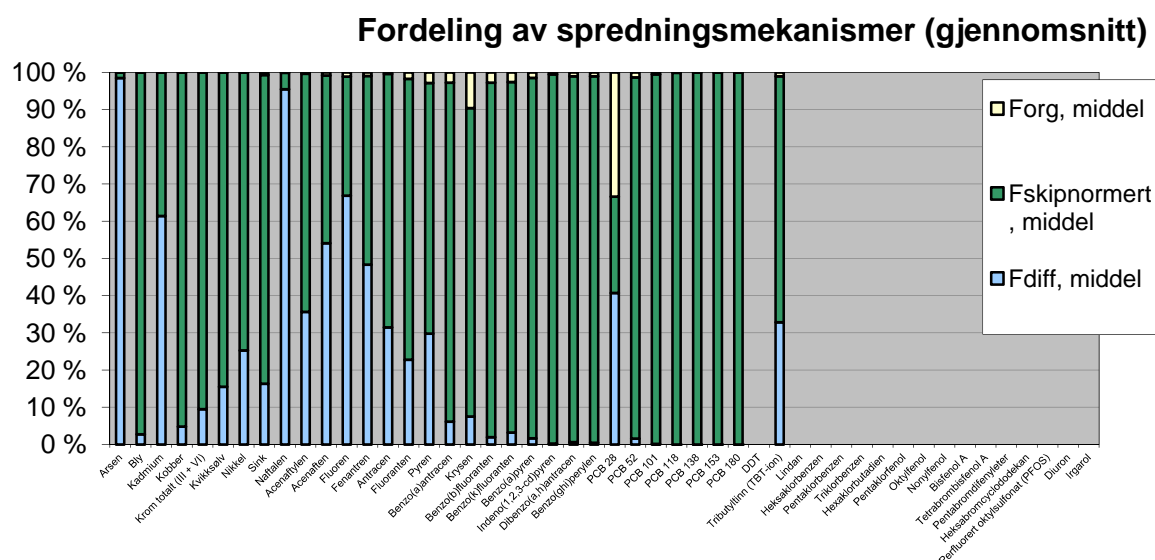
Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette for de det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C7-1.

Tabell C7-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 7 Kanalen.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	3.11E+02	3.07E+02	4.69E+00	4.22E-02	29.64
Bly	2.54E+01	6.96E-01	2.47E+01	1.32E-02	2.42
Kadmium	8.62E-01	5.29E-01	3.32E-01	2.01E-04	0.08
Kobber	2.72E+01	1.31E+00	2.59E+01	5.48E-03	2.59
Krom totalt (III + VI)	2.30E+01	2.19E+00	2.08E+01	1.75E-03	2.19
Kvikksølv	2.77E-01	4.29E-02	2.34E-01	1.99E-04	0.03
Nikkel	1.93E+01	4.87E+00	1.44E+01	3.50E-03	1.83
Sink	7.60E+01	1.24E+01	6.30E+01	5.36E-01	7.23
Naftalen	4.32E-01	4.12E-01	1.91E-02	5.05E-04	0.04
Acenaftylen	4.73E-02	1.69E-02	3.03E-02	1.73E-04	0.00
Acenaften	7.41E-02	4.01E-02	3.34E-02	6.22E-04	0.01
Fluoren	1.13E-01	7.52E-02	3.60E-02	1.29E-03	0.01
Fenantren	6.39E-01	3.09E-01	3.24E-01	6.13E-03	0.06
Antracen	1.64E-01	5.17E-02	1.12E-01	6.66E-04	0.02
Fluoranten	9.95E-01	2.27E-01	7.51E-01	1.73E-02	0.09
Pyren	7.53E-01	2.24E-01	5.07E-01	2.16E-02	0.07
Benzo(a)antracen	2.23E-01	1.37E-02	2.03E-01	6.16E-03	0.021
Krysen	2.78E-01	2.09E-02	2.30E-01	2.67E-02	0.026
Benzo(b)fluoranten	3.88E-01	7.63E-03	3.69E-01	1.08E-02	0.04
Benzo(k)fluoranten	2.26E-01	7.27E-03	2.13E-01	5.89E-03	0.022
Benzo(a)pyren	2.09E-01	3.52E-03	2.02E-01	3.11E-03	0.020
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.31E-01	3.41E-04	1.30E-01	6.82E-04	0.0125
Dibenzo(a,h)antracen	4.63E-02	3.04E-04	4.55E-02	4.94E-04	0.0044
Benzo(ghi)perylen	1.37E-01	6.36E-04	1.35E-01	1.43E-03	0.013
PCB 28	3.43E-04	1.40E-04	8.88E-05	1.14E-04	3.E-05
PCB 52	2.00E-03	3.21E-05	1.94E-03	2.70E-05	2.E-04
PCB 101	2.16E-03	3.70E-06	2.14E-03	1.14E-05	2.E-04
PCB 118	3.47E-03	1.21E-06	3.47E-03	4.39E-06	3.E-04
PCB 138	6.08E-03	1.33E-06	6.08E-03	5.02E-06	6.E-04
PCB 153	4.65E-03	7.76E-07	4.64E-03	3.31E-06	4.E-04
PCB 180	2.50E-03	2.73E-07	2.49E-03	1.02E-06	2.E-04
Sum PCB7	2.12E-02				2.0.E-03
Tributyltinn (TBT-ion)	2.75E-02	9.05E-03	1.82E-02	2.89E-04	3.E-03

I Figur C7-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen. I delområdet er diffusjon styrende for arsen, kadmium, naftalen, acenaften og fluoren, mens spredning ved båttrafikk er styrende for de øvrige PAH og de fleste PCB.



Figur C7-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter i delområde 7 Kanalen.

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C7-3 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdier i Trinn 1.

Middelnivåene overskrider grenseverdi spredningen fra referansesedimentet for arsen, kvikkesølv og enkelte PAH.

7.3 Risiko for human helse

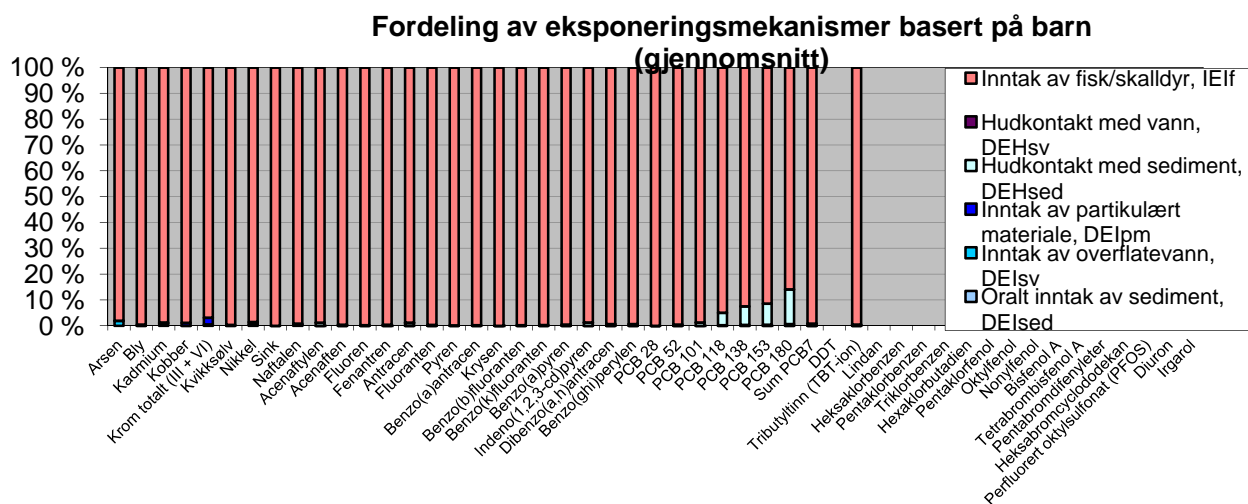
Følgende betraktninger er gjort for delområde 7 knyttet til human helse:

Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk (småbåthavn):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C7-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen og benzo(a)pyren.

Risikoen er hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C7-2.



Figur C7-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for delområde 7 Kanalen.

7.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 7. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C7-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, pyren og TBT. Målt porevannskonsentrasjon for arsen er høyere enn beregnet porevannskonsentrasjon. Årsaken til dette antas å være metodikken for porevannsmålingene.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og TU verdi for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C7-6 /Rev. 1
Vedlegg: C7

7.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 7 Kanalen

Risikovurdering for delområde 7 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C7-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 7 sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	10	18	10,048406	52		
Bly	10	246	70,21	83	196 %	
Kadmium	10	1,6	0,9356964	2,6		
Kobber	10	110	73,41366	51	116 %	44 %
Krom totalt (III + VI)	10	120	59,118322	560		
Kvikksølv	10	2,720054	0,6627174	0,63	332 %	5 %
Nikkel	10	91	40,785224	46	98 %	
Sink	10	260	178,6503	360		
Naftalen	10	0,22	0,0523	0,29		
Acenaftylen	10	0,45	0,0859	0,033	1264 %	160 %
Acenaften	10	0,3	0,0944	0,16	88 %	
Fluoren	10	0,32	0,1017	0,26	23 %	
Fenantren	10	3,8	0,918	0,50	660 %	84 %
Antracen	10	2,3	0,3171792	0,031	7319 %	923 %
Fluoranten	10	7,3	2,132	0,17	4194 %	1154 %
Pyren	10	5,8	1,436375	0,28	1971 %	413 %
Benzo(a)antracen	10	1,6	0,577	0,06	2567 %	862 %
Krysen	10	1,9	0,654	0,28	579 %	134 %
Benzo(b)fluoranten	10	3,6	1,048	0,24	1400 %	337 %
Benzo(k)fluoranten	10	3,6	0,605	0,21	1614 %	188 %
Benzo(a)pyren	10	2,8	0,573649	0,42	567 %	37 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	10	0,97	0,3703	0,047	1964 %	688 %
Dibenzo(a,h)antracen	10	0,53	0,1293	0,59		
Benzo(ghi)perylene	10	1	0,3825	0,021	4662 %	1721 %
PCB 28	3	0,00025	0,00025			
PCB 52	3	0,016	0,0055			
PCB 101	3	0,016	0,00608333			
PCB 118	3	0,027	0,00985			
PCB 138	3	0,044	0,01725			
PCB 153	3	0,032	0,01318333			
PCB 180	3	0,017	0,00708333			
Sum PCB7	3	1,52E-01	5,92E-02	0,017	796 %	248 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,081	0,05118	0,035	131 %	46 %



Tabell C7-3: Beregnet spredning i delområde 7 Kanalen sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	4,15E+02	3,11E+02	7,11E+01	484 %	338 %
Bly	8,74E+01	2,54E+01	3,31E+01	164 %	
Kadmium	1,10E+00	8,62E-01	1,02E+00	7 %	
Kobber	4,01E+01	2,72E+01	2,91E+01	38 %	
Krom totalt (III + VI)	4,45E+01	2,30E+01	2,18E+02		
Kvikksølv	1,14E+00	2,77E-01	2,63E-01	332 %	5 %
Nikkel	3,70E+01	1,93E+01	4,81E+01		
Sink	1,05E+02	7,60E+01	1,54E+02		
Naftalen	6,63E-01	4,32E-01	1,43E+02		
Acenaftylen	1,85E-01	4,73E-02	7,44E+00		
Acenaften	1,66E-01	7,41E-02	1,51E+01		
Fluoren	2,28E-01	1,13E-01	1,44E+01		
Fenantren	1,83E+00	6,39E-01	1,22E+01		
Antracen	8,90E-01	1,64E-01	6,13E-01	45 %	
Fluoranten	3,02E+00	9,95E-01	8,59E-01	252 %	16 %
Pyren	2,42E+00	7,53E-01	2,95E+00		
Benzo(a)antracen	6,02E-01	2,23E-01	1,34E-01	348 %	66 %
Krysen	7,75E-01	2,78E-01	1,08E+00		
Benzo(b)fluoranten	1,32E+00	3,88E-01	6,44E-01	104 %	
Benzo(k)fluoranten	1,31E+00	2,26E-01	5,75E-01	128 %	
Benzo(a)pyren	1,01E+00	2,09E-01	1,11E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,44E-01	1,31E-01	5,41E-02	536 %	143 %
Dibenzo(a,h)antracen	1,89E-01	4,63E-02	7,73E-01		
Benzo(ghi)perylene	3,57E-01	1,37E-01	4,58E-02	679 %	199 %
PCB 28	4,41E-04	3,43E-04			
PCB 52	5,77E-03	2,00E-03			
PCB 101	5,67E-03	2,16E-03			
PCB 118	9,52E-03	3,47E-03			
PCB 138	1,55E-02	6,08E-03			
PCB 153	1,13E-02	4,65E-03			
PCB 180	5,99E-03	2,50E-03			
Sum PCB7	5,42E-02	2,12E-02			
DDT	mangler	mangler	2,56E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4,06E-02	2,75E-02	1,16E+01		

Tabell C7-4: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 7
 Kanalen sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,52E-04	1,42E-04	1,00E-04	152,0 %	41,6 %
Bly	1,52E-04	4,33E-05	3,60E-04		
Kadmium	1,13E-06	6,67E-07	5,00E-05		
Kobber	2,73E-05	1,82E-05	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	1,21E-05	5,96E-06	5,00E-04		
Kvikksølv	2,68E-06	6,53E-07	1,00E-05		
Nikkel	2,59E-05	1,17E-05	5,00E-03		
Sink	2,55E-03	1,75E-03	3,00E-02		
Naftalen	6,99E-06	1,67E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	3,01E-06	5,75E-07			
Acenaften	6,49E-06	2,04E-06			
Fluoren	1,33E-05	4,23E-06			
Fenantren	8,33E-05	2,01E-05	4,00E-03		
Antracen	1,60E-05	2,20E-06	4,00E-03		
Fluoranten	1,94E-04	5,68E-05	5,00E-03		
Pyren	2,86E-04	7,09E-05			
Benzo(a)antracen	5,60E-05	2,02E-05	5,00E-04		
Krysen	2,54E-04	8,73E-05	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,22E-04	3,54E-05			
Benzo(k)fluoranten	1,15E-04	1,93E-05	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	4,98E-05	1,02E-05	2,30E-06	2067,2 %	344,0 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,92E-06	2,26E-06	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	6,66E-06	1,63E-06			
Benzo(ghi)perylene	1,23E-05	4,70E-06	3,00E-03		
PCB 28	3,74E-07	3,74E-07			
PCB 52	2,58E-07	8,86E-08			
PCB 101	9,91E-08	3,77E-08			
PCB 118	4,14E-08	1,51E-08			
PCB 138	4,53E-08	1,77E-08			
PCB 153	2,88E-08	1,19E-08			
PCB 180	9,31E-09	3,88E-09			
Sum PCB7	8,56E-07	5,49E-07	2,00E-06	-57,2 %	-72,5 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,50E-06	9,49E-07	2,50E-04		



Tabell C7-5: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	2.72E-03	1.52E-03	6,10E-02	4,60E-02	4,8	1170,8 %	858,3 %
Bly	1.59E-03	4.53E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.23E-05	7.20E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	4.51E-03	3.01E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	1.00E-03	4.93E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	2.72E-05	6.63E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	1.29E-02	5.76E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	3.56E-03	2.45E-03	2,40E-03	2,40E-03	2,9		
Naftalen	7.39E-03	1.76E-03	9,15E-05	6,50E-05	2,4		
Acenaftilen	7.56E-03	1.44E-03	4,44E-06	2,98E-06	1,3		
Acenaften	2.11E-03	6.65E-04	1,04E-05	7,21E-06	3,8		
Fluoren	1.37E-03	4.35E-04	2,10E-05	1,43E-05	2,5		
Fenantren	7.25E-03	1.75E-03	9,35E-05	6,16E-05	1,3		
Antracen	3.56E-03	4.91E-04	1,48E-05	1,03E-05	0,11		
Fluoranten	2.21E-03	6.44E-04	8,51E-05	4,96E-05	0,12		
Pyren	4.30E-03	1.06E-03	6,35E-05	4,90E-05	0,023	176,0 %	113,0 %
Benzo(a)antracen	1.39E-04	5.03E-05	4,97E-06	3,25E-06	0,012		
Krysen	2.08E-04	7.17E-05	6,63E-06	4,97E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	1.93E-04	5.63E-05	2,59E-06	1,95E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	1.98E-04	3.33E-05	2,48E-06	1,86E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	1.47E-04	3.01E-05	1,27E-06	8,99E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.81E-05	6.90E-06	1,23E-07	9,28E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	1.19E-05	2.90E-06	9,67E-08	8,33E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	4.27E-05	1.63E-05	2,15E-07	1,73E-07	0,002		
PCB 28	2.68E-07	2.68E-07	6,16E-08	3,62E-08			
PCB 52	1.39E-05	4.79E-06	1,55E-08	9,08E-09			
PCB 101	2.06E-06	7.84E-07	1,26E-09	1,13E-09			
PCB 118	3.48E-07	1.27E-07	4,05E-10	3,72E-10			
PCB 138	3.75E-06	1.47E-06	4,46E-10	4,37E-10			
PCB 153	2.72E-07	1.12E-07	2,74E-10	2,55E-10			
PCB 180	7.60E-07	3.17E-07	1,09E-10	9,58E-11			
Sum PCB7	2.14E-05	7.87E-06	7,96E-08	4,76E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	3.22E-03	2.03E-03	3,20E-06	2,55E-06	0,0002	1423,8 %	1114,3 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C8-1/ Rev. 1
Vedlegg: C8

C8. Risikovurdering for område 8 Nidelva

8.1 Arealbruk

Delområde 8 Nidelva er i dag trafikkert av hovedsakelig lastebåter. Langs deler av elva er det boliger og gangveier. Arealbruken for er definert av Trondheim kommune som rekreasjon.

8.2 Risiko for spredning

Følgende betraktninger er gjort for spredningsvurdering for delområdet (234593 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

8.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av kobber, PAH, PCB og TBT som overskrider. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C8-2.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette for de det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

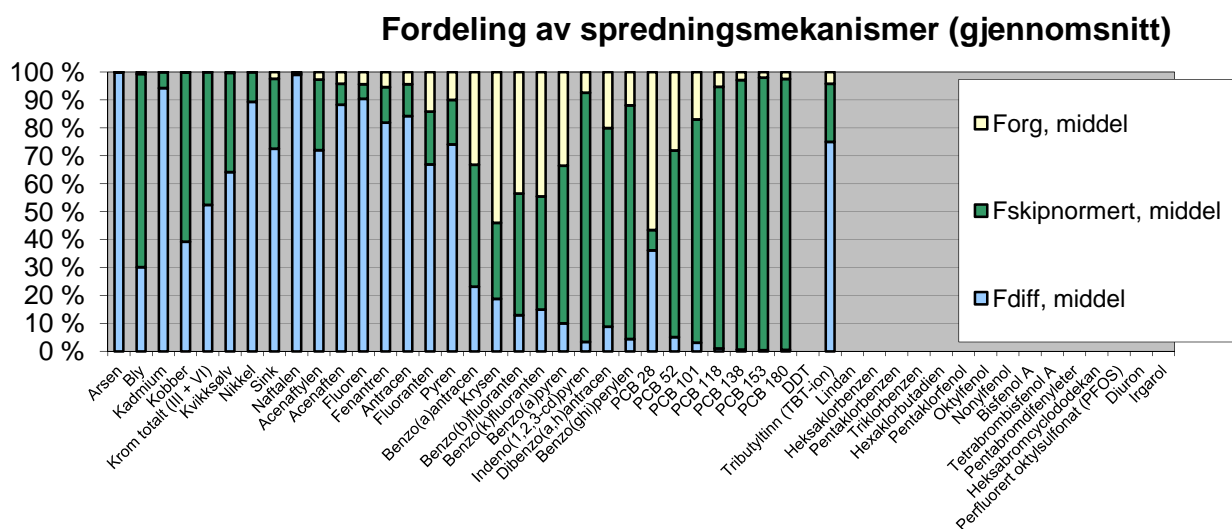
Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C8-1.

Tabell C8-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 8 Nidelva

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	2.37E+02	2.37E+02	3.51E-01	2.39E-02	55.59
Bly	2.31E+00	6.96E-01	1.60E+00	1.59E-02	0.54
Kadmium	5.62E-01	5.29E-01	3.23E-02	1.73E-04	0.13
Kobber	3.35E+00	1.31E+00	2.03E+00	3.87E-03	0.79
Krom totalt (III + VI)	4.18E+00	2.19E+00	1.99E+00	1.66E-03	0.98
Kvikksølv	1.32E-02	8.50E-03	4.70E-03	3.93E-05	0.00
Nikkel	1.31E+01	1.17E+01	1.40E+00	5.21E-03	3.07
Sink	2.10E+01	1.53E+01	5.26E+00	5.14E-01	4.94
Naftalen	2.13E-01	2.11E-01	1.17E-03	9.36E-04	0.05
Acenaftylen	4.52E-03	3.25E-03	1.14E-03	1.22E-04	0.001
Acenaften	2.49E-02	2.20E-02	1.88E-03	1.05E-03	0.01
Fluoren	4.33E-02	3.92E-02	2.27E-03	1.90E-03	0.01
Fenantren	1.33E-01	1.09E-01	1.70E-02	7.21E-03	0.03
Antracen	3.68E-02	3.10E-02	4.20E-03	1.60E-03	0.01
Fluoranten	2.31E-01	1.54E-01	4.37E-02	3.27E-02	0.05
Pyren	2.41E-01	1.79E-01	3.84E-02	2.42E-02	0.06
Benzo(a)antracen	3.37E-02	7.80E-03	1.47E-02	1.12E-02	0.008
Krysen	5.99E-02	1.12E-02	1.63E-02	3.23E-02	0.014
Benzo(b)fluoranten	4.15E-02	5.38E-03	1.81E-02	1.81E-02	0.01
Benzo(k)fluoranten	3.25E-02	4.87E-03	1.32E-02	1.45E-02	0.008
Benzo(a)pyren	2.48E-02	2.49E-03	1.40E-02	8.33E-03	0.006
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9.40E-03	3.19E-04	8.38E-03	6.97E-04	0.0022
Dibenzo(a,h)antracen	3.10E-03	2.75E-04	2.21E-03	6.22E-04	0.0007
Benzo(ghi)perylen	1.24E-02	5.53E-04	1.04E-02	1.49E-03	0.003
PCB 28	1.24E-04	4.47E-05	9.01E-06	7.00E-05	3.E-05
PCB 52	2.37E-04	1.21E-05	1.58E-04	6.66E-05	6.E-05
PCB 101	1.85E-04	5.79E-06	1.48E-04	3.15E-05	4.E-05
PCB 118	2.11E-04	2.23E-06	1.97E-04	1.12E-05	5.E-05
PCB 138	4.70E-04	3.04E-06	4.53E-04	1.37E-05	1.E-04
PCB 153	3.90E-04	1.72E-06	3.81E-04	7.84E-06	9.E-05
PCB 180	1.87E-04	9.42E-07	1.82E-04	4.65E-06	4.E-05
Sum PCB7	1.80E-03				4.2.E-04
Tributyltinn (TBT-ion)	2.70E-02	2.02E-02	5.61E-03	1.13E-03	0.006

I Figur C8-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen.

I delområdet båttrafikk styrende for bly, kobber, en del PAH-komponenter og PCB. Diffusjon er styrende for øvrige tungmetaller, noen PAH og TBT. Spredning via organismer er styrende for krysen og PCB28.



Figur C8-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter i delområde 8 Nidelva.

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C8-3 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillere grenseverdiene i Trinn 1.

Middelnivåene overskrider grenseverdi spredningen fra referansesedimentet for arsen og kadmium.

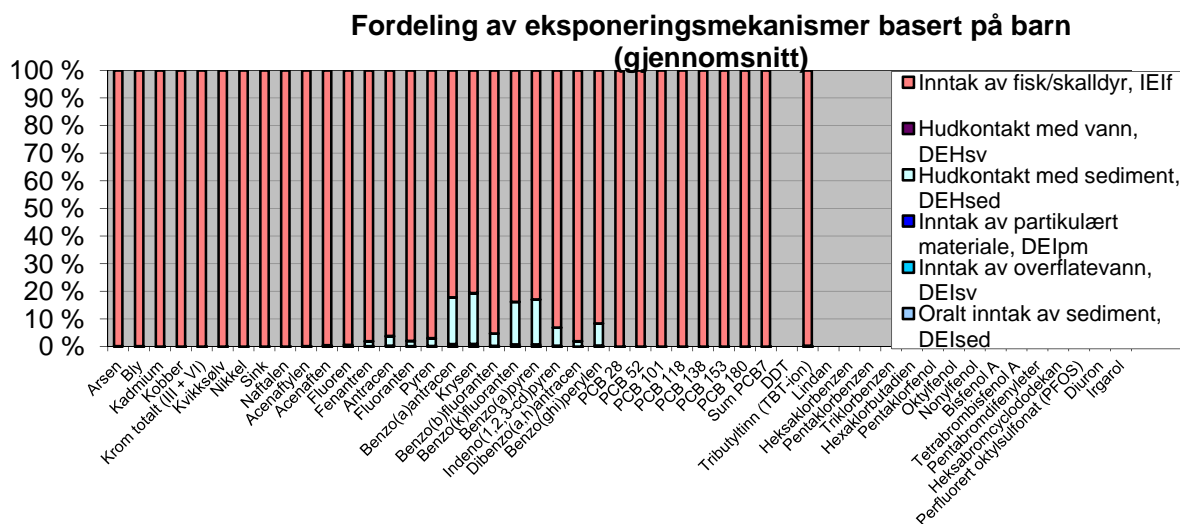
8.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for delområde 8 knyttet til human helse med gitt arealbruk (rekreasjon):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C8-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv og PCB.

Risikoen hovedsakelig knyttet til inntak av fisk/skalldyr som vist i figur C8-2.



Figur C8-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder grunnere enn 20 i Nidelva.

8.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 8. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C8-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, nikkel, sink, pyren og TBT. For arsen er målt porevannskonsentrasjon høyere enn beregnet porevannskonsentrasjon.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og TU verdi for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

8.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 8 Nidelva

Risikovurdering for delområde 8 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C8-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 8 sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	18	16	7,52313756	52		
Bly	18	190	44,5666667	83	129 %	
Kadmium	18	1,8	0,89326	2,6		
Kobber	18	130	56,7181222	51	155 %	11 %
Krom totalt (III + VI)	18	110	55,46453	560		
Kvikksølv	18	0,35	0,1311	0,63		
Nikkel	18	74	38,8512489	46	61 %	
Sink	18	290	146,738128	360		
Naftalen	18	0,077	0,02827778	0,29		
Acenaftylen	18	0,16	0,03181111	0,033	385 %	
Acenaften	18	0,44	0,05172222	0,16	175 %	
Fluoren	18	0,49	0,06238889	0,26	88 %	
Fenantren	18	3,4	0,47333333	0,50	580 %	
Antracen	18	0,62	0,11680044	0,031	1900 %	277 %
Fluoranten	18	4,6	1,21777778	0,17	2606 %	616 %
Pyren	18	3,6	1,07050833	0,28	1186 %	282 %
Benzo(a)antracen	18	3	0,41027778	0,06	4900 %	584 %
Krysen	18	3	0,45488889	0,28	971 %	62 %
Benzo(b)fluoranten	18	2	0,50427778	0,24	733 %	110 %
Benzo(k)fluoranten	18	1,6	0,36744444	0,21	662 %	75 %
Benzo(a)pyren	18	1,6	0,39077444	0,42	281 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	18	0,98	0,23413889	0,047	1985 %	398 %
Dibenzo(a,h)antracen	18	0,18	0,06161111	0,59		
Benzo(ghi)perylene	18	1	0,29038889	0,021	4662 %	1283 %
PCB 28	13	0,00025	0,00025			
PCB 52	13	0,016	0,00441538			
PCB 101	13	0,022	0,00413846			
PCB 118	13	0,039	0,00551			
PCB 138	13	0,061	0,01264615			
PCB 153	13	0,048	0,01063846			
PCB 180	13	0,015	0,00507692			
Sum PCB7	13	2,01E-01	4,27E-02	0,017	1084 %	151 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	15	0,411	0,1542	0,035	1074 %	341 %



Tabell C8-3: Beregnet spredning i delområde 8 Nidelva sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	3,14E+02	2,37E+02	5,44E+01	478 %	336 %
Bly	7,57E+00	2,31E+00	6,78E+00	12 %	
Kadmium	5,95E-01	5,62E-01	1,99E-01	199 %	182 %
Kobber	5,98E+00	3,35E+00	1,29E+01		
Krom totalt (III + VI)	6,14E+00	4,18E+00	4,05E+01		
Kvikksølv	3,53E-02	1,32E-02	6,36E-02		
Nikkel	2,12E+01	1,31E+01	3,33E+01		
Sink	2,75E+01	2,10E+01	3,99E+01		
Naftalen	2,35E-01	2,13E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	1,06E-02	4,52E-03	7,39E+00		
Acenaften	5,57E-02	2,49E-02	1,49E+01		
Fluoren	9,25E-02	4,33E-02	1,42E+01		
Fenantren	3,41E-01	1,33E-01	1,19E+01		
Antracen	7,18E-02	3,68E-02	5,99E-01		
Fluoranten	5,42E-01	2,31E-01	8,01E-01		
Pyren	4,90E-01	2,41E-01	2,84E+00		
Benzo(a)antracen	2,00E-01	3,37E-02	1,15E-01	75 %	
Krysen	3,35E-01	5,99E-02	9,87E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,49E-01	4,15E-02	5,67E-01		
Benzo(k)fluoranten	1,26E-01	3,25E-02	5,08E-01		
Benzo(a)pyren	9,40E-02	2,48E-02	9,71E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,84E-02	9,40E-03	3,91E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	8,54E-03	3,10E-03	5,86E-01		
Benzo(ghi)perylene	4,16E-02	1,24E-02	3,91E-02	6 %	
PCB 28	1,32E-04	1,24E-04			
PCB 52	8,33E-04	2,37E-04			
PCB 101	9,63E-04	1,85E-04			
PCB 118	1,48E-03	2,11E-04			
PCB 138	2,25E-03	4,70E-04			
PCB 153	1,76E-03	3,90E-04			
PCB 180	5,52E-04	1,87E-04			
Sum PCB7	7,97E-03	1,80E-03			
DDT	mangler	mangler	1,93E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4,57E-02	2,70E-02	1,15E+01		

Tabell C8-4: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 8
 Nidelva sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,73E-03	1,45E-03	1,00E-04	2631,5 %	1353,7 %
Bly	2,11E-04	1,06E-04	3,60E-04		
Kadmium	3,93E-04	1,97E-04	5,00E-05	685,0 %	293,8 %
Kobber	1,79E-03	1,31E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	6,19E-04	3,10E-04	5,00E-04	23,7 %	
Kvikksølv	1,23E-04	6,97E-05	1,00E-05	1132,4 %	597,3 %
Nikkel	6,82E-04	3,42E-04	5,00E-03		
Sink	1,74E-02	9,27E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,83E-06	9,82E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,47E-06	2,46E-06			
Acenaften	1,02E-06	9,86E-07			
Fluoren	1,02E-06	9,87E-07			
Fenantren	2,23E-06	2,00E-06	4,00E-03		
Antracen	2,94E-07	2,55E-07	4,00E-03		
Fluoranten	4,97E-06	4,71E-06	5,00E-03		
Pyren	3,03E-06	2,84E-06			
Benzo(a)antracen	3,79E-07	1,79E-07	5,00E-04		
Krysen	3,79E-07	1,83E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	9,39E-07	8,24E-07			
Benzo(k)fluoranten	2,71E-07	1,76E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	2,71E-07	1,77E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,21E-07	2,63E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,59E-07	2,50E-07			
Benzo(ghi)perylen	3,22E-07	2,68E-07	3,00E-03		
PCB 28	1,21E-06	6,09E-07			
PCB 52	2,27E-06	1,15E-06			
PCB 101	1,06E-05	5,38E-06			
PCB 118	1,40E-05	7,07E-06			
PCB 138	1,63E-05	8,32E-06			
PCB 153	3,61E-05	1,83E-05			
PCB 180	1,54E-05	7,73E-06			
Sum PCB7	9,57E-05	4,86E-05	2,00E-06	4686,3 %	2328,4 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,08E-05	1,08E-05	2,50E-04		



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
 Dato: 2011-07-05
 Rev. dato: 2011-10-24
 Side: C8-9/ Rev. 1
 Vedlegg: C8

Tabell C8-5: Porevannskonsentrasjoner for delområde 8 sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	2.42E-03	1.14E-03	4,70E-02	3,55E-02	4,8	879,2 %	639,6 %
Bly	1.23E-03	2.88E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.38E-05	6.87E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	5.33E-03	2.32E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	9.17E-04	4.62E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	3.50E-06	1.31E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	1.05E-02	5.49E-03	3,80E-03	2,40E-03	2,2	72,7 %	9,1 %
Sink	3.97E-03	2.01E-03	3,10E-03	2,95E-03	2,9	6,9 %	1,7 %
Naftalen	3.12E-03	1.14E-03	3,62E-05	3,33E-05	2,4		
Acenaftalen	3.24E-03	6.44E-04	7,40E-07	5,75E-07	1,3		
Acenaften	3.74E-03	4.39E-04	5,54E-06	3,96E-06	3,8		
Fluoren	2.53E-03	3.22E-04	1,13E-05	7,43E-06	2,5		
Fenantren	7.81E-03	1.09E-03	3,33E-05	2,18E-05	1,3		
Antracen	1.16E-03	2.18E-04	8,16E-06	6,19E-06	0,11		
Fluoranten	1.68E-03	4.44E-04	5,53E-05	3,37E-05	0,12		
Pyren	3.22E-03	9.57E-04	6,11E-05	3,90E-05	0,023	165,7 %	69,8 %
Benzo(a)antracen	3.15E-04	4.31E-05	2,66E-06	1,85E-06	0,012		
Krysen	3.97E-04	6.01E-05	3,35E-06	2,67E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	1.30E-04	3.27E-05	1,48E-06	1,37E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	1.06E-04	2.43E-05	1,33E-06	1,24E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	1.01E-04	2.47E-05	6,64E-07	6,37E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.20E-05	5.26E-06	9,37E-08	8,68E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	4.86E-06	1.66E-06	7,62E-08	7,52E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	5.14E-05	1.49E-05	1,71E-07	1,51E-07	0,002		
PCB 28	3.23E-07	3.23E-07	1,37E-08	1,16E-08			
PCB 52	1.68E-05	4.64E-06	5,15E-09	3,43E-09			
PCB 101	3.42E-06	6.43E-07	2,34E-09	1,78E-09			
PCB 118	6.06E-07	8.56E-08	8,60E-10	6,82E-10			
PCB 138	6.26E-06	1.30E-06	1,37E-09	1,00E-09			
PCB 153	4.93E-07	1.09E-07	7,47E-10	5,65E-10			
PCB 180	8.08E-07	2.73E-07	4,67E-10	3,31E-10			
Sum PCB7	2.87E-05	7.37E-06	2,46E-08	1,94E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.97E-02	7.38E-03	7,80E-06	5,70E-06	0,0002	3614,3 %	2614,3 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C9-1 / Rev. 1
Vedlegg: C9

C9. Risikovurdering for område 9 Nyhavna



9.1 Arealbruk

Delområde 9 Nyhavna er trafikkert av lastebåter, taubåter og forsyningsbåter. Trondheim. Det har vært drevet skipsverftsvirksomhet i området inntil nylig. Arealbruken er definert av Trondheim kommune som havn/industri.

9.2 Risiko for spredning

Følgende betraktninger er gjort for spredningsvurdering for delområdet (131 386 m²):

- Diffusjon
- Båttrafikk
- Transport via organismer

9.2.1 Resultater

Det er gjennomsnittsverdier av kobber, sink, PAH, PCB og TBT som overskrider grenseverdi for trinn 1. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C9-2.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er området samlete risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

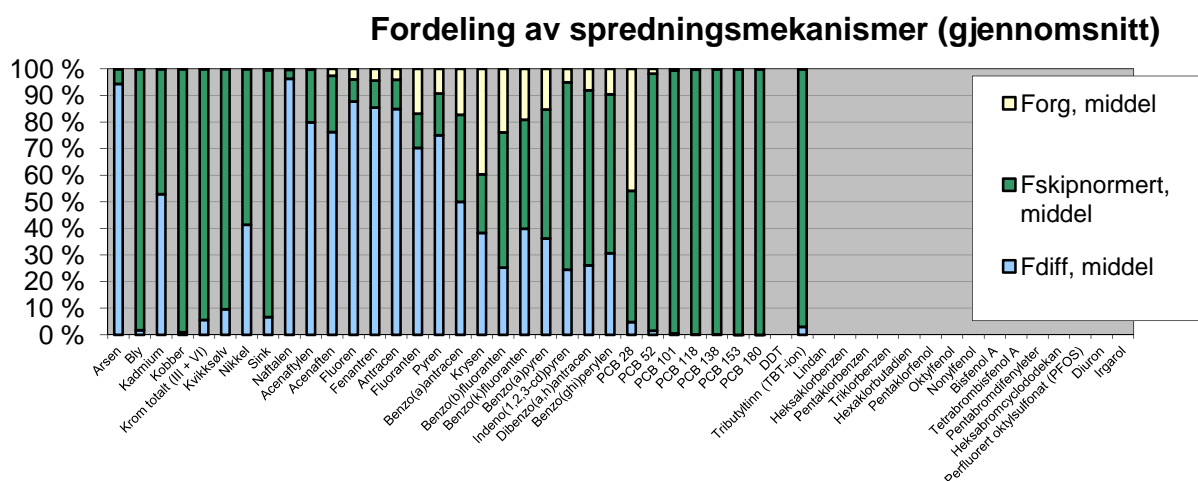
Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C9-1.

Tabell C9-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 9 Nyhavna

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	1.62E+02	1.53E+02	9.12E+00	2.88E-02	21.34
Bly	3.82E+01	6.96E-01	3.75E+01	1.48E-02	5.02
Kadmium	9.42E-01	5.29E-01	4.12E-01	1.43E-04	0.12
Kobber	1.41E+02	1.31E+00	1.39E+02	1.33E-02	18.50
Krom totalt (III + VI)	3.91E+01	2.19E+00	3.69E+01	2.26E-03	5.13
Kvikksølv	1.74E-01	1.67E-02	1.57E-01	7.73E-05	0.023
Nikkel	3.54E+01	1.46E+01	2.08E+01	1.30E-02	4.65
Sink	2.91E+02	2.04E+01	2.69E+02	1.24E+00	38.19
Naftalen	2.23E+00	2.15E+00	7.27E-02	7.32E-03	0.29
Acenaftylen	3.53E-01	2.85E-01	6.65E-02	9.58E-04	0.046
Acenaften	1.81E-01	1.38E-01	3.83E-02	4.60E-03	0.02
Fluoren	6.18E-01	5.43E-01	5.13E-02	2.44E-02	0.08
Fenantren	2.61E+00	2.23E+00	2.64E-01	1.12E-01	0.34
Antracen	1.20E+00	1.02E+00	1.36E-01	5.01E-02	0.16
Fluoranten	8.44E+00	5.94E+00	1.08E+00	1.41E+00	1.11
Pyren	5.47E+00	4.09E+00	8.66E-01	5.08E-01	0.72
Benzo(a)antracen	1.39E+00	6.94E-01	4.56E-01	2.40E-01	0.183
Krysen	2.01E+00	7.72E-01	4.42E-01	7.97E-01	0.264
Benzo(b)fluoranten	1.60E+00	4.01E-01	8.14E-01	3.82E-01	0.21
Benzo(k)fluoranten	1.11E+00	4.34E-01	4.64E-01	2.16E-01	0.146
Benzo(a)pyren	1.01E+00	3.60E-01	4.92E-01	1.54E-01	0.132
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.03E-01	9.89E-02	2.83E-01	2.03E-02	0.0529
Dibenzo(a,h)antracen	1.23E-01	3.21E-02	8.12E-02	9.93E-03	0.0162
Benzo(ghi)perylen	5.07E-01	1.56E-01	3.02E-01	4.83E-02	0.067
PCB 28	1.98E-03	9.46E-05	9.78E-04	9.08E-04	3.E-04
PCB 52	2.59E-03	3.93E-05	2.51E-03	4.58E-05	3.E-04
PCB 101	3.28E-03	1.72E-05	3.24E-03	1.90E-05	4.E-04
PCB 118	3.44E-03	5.55E-06	3.42E-03	8.62E-06	5.E-04
PCB 138	6.28E-03	7.98E-06	6.27E-03	5.53E-06	8.E-04
PCB 153	6.31E-03	5.23E-06	6.30E-03	4.37E-06	8.E-04
PCB 180	4.75E-03	2.29E-06	4.75E-03	4.08E-06	6.E-04
Sum PCB7	2.86E-02				3.8.E-03
Tributyltinn (TBT-ion)	7.45E-01	4.10E-02	7.03E-01	5.13E-04	0.098

I Figur C9-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen.

I delområdet er båttrafikk styrende for de fleste tungmetallene, PCB og TBT. For PAH komponenter er det diffusjon og diffusjon sammen med båttrafikk som er styrende.



Figur C9-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter i delområde 9 Nyhavna

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C9-3 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdiene i Trinn 1.

Middelnivåene overskrider grenseverdi spredningen fra referansesedimentet for arsen, kobber, sink og PAH.

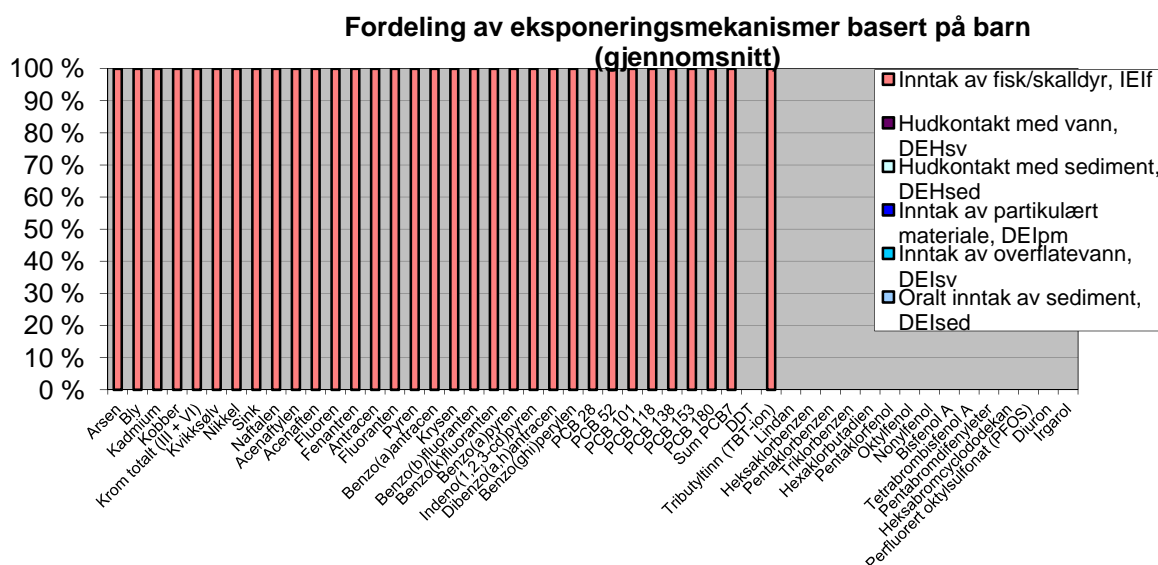
9.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for delområde 9 knyttet til human helse med gitt arealbruk (havn/industri):

- Inntak av fisk og skalldyr

Tabell C9-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene PAH og PCB.

Risikoen hovedsakelig knyttet til inntak av fisk/skalldyr som vist i figur C9-2.



Figur C9-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for Nyhavna

9.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 9. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C9-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, nikkel, sink, PAH og TBT.

Toksisitetstest utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for TU verdi for organisk ekstrakt. Det ble ikke utført toksisitetstest for porevann pga sedimentets tetthet.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstest utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

9.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 9 Nyhavna

Risikovurdering for delområde 9 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C9-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 9 sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	42	113	12.5838976	52	117 %	
Bly	42	283	61.6085714	83	241 %	
Kadmium	42	2.4	0.67148376	2.6		
Kobber	42	2780	229.04325	51	5351 %	349 %
Krom totalt (III + VI)	42	218	60.5120267	560		
Kvikksølv	42	0.796	0.25770564	0.63	26 %	
Nikkel	42	94	33.8771371	46	104 %	
Sink	42	3280	441.25931	360	811 %	23 %
Naftalen	41	0.6	0.08882927	0.29	107 %	
Acenaftylen	41	0.48	0.10843902	0.033	1355 %	229 %
Acenaften	41	0.2	0.06026829	0.16	25 %	
Fluoren	41	0.35	0.07343902	0.26	35 %	
Fenantren	41	1.9	0.40180488	0.50	280 %	
Antracen	41	1.1	0.20834634	0.031	3448 %	572 %
Fluoranten	41	9	1.69870732	0.17	5194 %	899 %
Pyren	41	6.7	1.37559024	0.28	2293 %	391 %
Benzo(a)antracen	41	5	0.74368293	0.06	8233 %	1139 %
Krysen	41	4.6	0.71621951	0.28	1543 %	156 %
Benzo(b)fluoranten	41	4.2	1.3344878	0.24	1650 %	456 %
Benzo(k)fluoranten	24	3.8	0.75970833	0.21	1710 %	262 %
Benzo(a)pyren	41	3.7	0.80657244	0.42	781 %	92 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	41	1.5	0.46539024	0.047	3091 %	890 %
Dibenzo(a,h)antracen	41	0.6	0.1332439	0.59	2 %	
Benzo(ghi)perylene	41	1.5	0.49595122	0.021	7043 %	2262 %
PCB 28	37	0.0025	0.00158784			
PCB 52	37	0.024	0.00411486			
PCB 101	37	0.046	0.00532784			
PCB 118	37	0.082	0.00562378			
PCB 138	37	0.077	0.01029324			
PCB 153	37	0.089	0.01034459			
PCB 180	37	0.1	0.00779324			
Sum PCB7	37	4.21E-01	4.51E-02	0.017	2374 %	165 %
DDT	0	mangler	mangler	0.02		
Tributyltinn (TBT-ion)	35	10	1.15394857	0.035	28471 %	3197 %



Tabell C9-3: Beregnet spredning i delområde 9 Nyhavna sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.75E+02	1.62E+02	8.47E+01	225 %	92 %
Bly	1.73E+02	3.82E+01	5.44E+01	218 %	
Kadmium	2.00E+00	9.42E-01	1.69E+00	19 %	
Kobber	1.69E+03	1.41E+02	4.23E+01	3910 %	233 %
Krom totalt (III + VI)	1.35E+02	3.91E+01	3.62E+02		
Kvikksølv	5.37E-01	1.74E-01	4.25E-01	26 %	
Nikkel	7.23E+01	3.54E+01	6.02E+01	20 %	
Sink	2.04E+03	2.91E+02	2.47E+02	725 %	18 %
Naftalen	3.28E+00	2.23E+00	1.44E+02		
Acenaftylen	7.97E-01	3.53E-01	7.49E+00		
Acenaften	3.12E-01	1.81E-01	1.52E+01		
Fluoren	1.05E+00	6.18E-01	1.45E+01		
Fenantren	5.21E+00	2.61E+00	1.24E+01		
Antracen	2.17E+00	1.20E+00	6.25E-01	247 %	93 %
Fluoranten	2.11E+01	8.44E+00	9.06E-01	2225 %	831 %
Pyren	1.22E+01	5.47E+00	3.04E+00	301 %	80 %
Benzo(a)antracen	5.73E+00	1.39E+00	1.50E-01	3722 %	826 %
Krysen	9.13E+00	2.01E+00	1.15E+00	692 %	75 %
Benzo(b)fluoranten	4.39E+00	1.60E+00	7.07E-01	522 %	126 %
Benzo(k)fluoranten	4.12E+00	1.11E+00	6.30E-01	554 %	77 %
Benzo(a)pyren	3.59E+00	1.01E+00	1.21E+00	196 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.17E+00	4.03E-01	6.62E-02	1668 %	508 %
Dibenzo(a,h)antracen	4.70E-01	1.23E-01	9.26E-01		
Benzo(ghi)perylene	1.36E+00	5.07E-01	5.13E-02	2548 %	888 %
PCB 28	3.09E-03	1.98E-03			
PCB 52	1.49E-02	2.59E-03			
PCB 101	2.82E-02	3.28E-03			
PCB 118	5.01E-02	3.44E-03			
PCB 138	4.69E-02	6.28E-03			
PCB 153	5.42E-02	6.31E-03			
PCB 180	6.09E-02	4.75E-03			
Sum PCB7	2.58E-01	2.86E-02			
DDT	mangler	mangler	3.08E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	6.17E+00	7.45E-01	1.18E+01		

Tabell C9-4: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 9
 Nyhavna sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	8,45E-04	9,36E-05	1,00E-04	744,9 %	
Bly	2,22E-04	5,17E-05	3,60E-04		
Kadmium	2,77E-06	5,34E-07	5,00E-05		
Kobber	5,27E-04	4,45E-05	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2,66E-05	7,39E-06	5,00E-04		
Kvikksølv	7,81E-07	2,45E-07	1,00E-05		
Nikkel	1,18E-04	4,22E-05	5,00E-03		
Sink	3,02E-02	4,31E-03	3,00E-02	0,6 %	
Naftalen	1,62E-04	2,46E-05	4,00E-03		
Acenaftylen	1,39E-05	3,33E-06			
Acenaften	4,99E-05	1,51E-05			
Fluoren	3,81E-04	7,98E-05			
Fenantren	1,74E-03	3,71E-04	4,00E-03		
Antracen	8,65E-04	1,59E-04	4,00E-03		
Fluoranten	2,45E-02	4,65E-03	5,00E-03	390,4 %	
Pyren	8,09E-03	1,64E-03			
Benzo(a)antracen	5,27E-03	7,82E-04	5,00E-04	954,9 %	56,4 %
Krysen	1,68E-02	2,61E-03	5,00E-03	235,0 %	
Benzo(b)fluoranten	3,93E-03	1,24E-03			
Benzo(k)fluoranten	3,54E-03	6,81E-04	5,00E-04	608,0 %	36,2 %
Benzo(a)pyren	2,32E-03	4,95E-04	2,30E-06	100636,6 %	21432,6 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,14E-04	6,67E-05	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1,46E-04	3,24E-05			
Benzo(ghi)perylen	4,78E-04	1,59E-04	3,00E-03		
PCB 28	4,68E-06	2,97E-06			
PCB 52	8,74E-07	1,50E-07			
PCB 101	5,37E-07	6,21E-08			
PCB 118	4,11E-07	2,82E-08			
PCB 138	1,35E-07	1,81E-08			
PCB 153	1,23E-07	1,43E-08			
PCB 180	1,71E-07	1,33E-08			
Sum PCB7	6,93E-06	3,26E-06	2,00E-06	246,5 %	62,8 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	5,52E-05	3,18E-06	2,50E-04		



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
 Dato: 2011-07-05
 Rev. dato: 2011-10-24
 Side: C9-9 / Rev. 1
 Vedlegg: C9

Tabell C9-5: Porevannskonsentrasjoner for delområde 9 sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv} , maks (mg/l)	C _{pv} , middel (mg/l)	C _{pv} , maks (mg/l)	C _{pv} , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.71E-02	1.90E-03	2,90E-02	2,30E-02	4,8	504,2 %	379,2 %
Bly	1.83E-03	3.98E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	1.85E-05	5.17E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	1.14E-01	9.38E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	1.82E-03	5.04E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	7.96E-06	2.58E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	1.33E-02	4.79E-03	3,00E-03	3,00E-03	2,2	36,4 %	36,4 %
Sink	4.49E-02	6.04E-03	5,10E-03	3,95E-03	2,9	75,9 %	36,2 %
Naftalen	2.48E-02	3.67E-03	4,32E-04	3,38E-04	2,4		
Acenaftylen	9.93E-03	2.24E-03	8,80E-05	5,04E-05	1,3		
Acenaften	1.73E-03	5.23E-04	3,04E-05	2,49E-05	3,8		
Fluoren	1.84E-03	3.87E-04	1,30E-04	1,03E-04	2,5		
Fenantren	4.46E-03	9.43E-04	6,84E-04	4,45E-04	1,3		
Antracen	2.10E-03	3.97E-04	2,37E-04	2,03E-04	0,11	115,6 %	84,6 %
Fluoranten	3.35E-03	6.32E-04	1,71E-03	1,30E-03	0,12	1325,4 %	981,0 %
Pyren	6.12E-03	1.26E-03	1,20E-03	8,94E-04	0,023	5104,5 %	3785,1 %
Benzo(a)antracen	5.36E-04	7.98E-05	2,51E-04	1,65E-04	0,012	1989,3 %	1275,2 %
Krysen	6.21E-04	9.67E-05	2,79E-04	1,84E-04	0,07	298,3 %	162,3 %
Benzo(b)fluoranten	2.78E-04	8.83E-05	1,61E-04	1,02E-04	0,03	435,0 %	241,3 %
Benzo(k)fluoranten	2.57E-04	5.14E-05	1,83E-04	1,11E-04	0,027	577,4 %	309,9 %
Benzo(a)pyren	2.39E-04	5.21E-05	1,60E-04	9,19E-05	0,05	221,0 %	83,7 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.44E-05	1.07E-05	5,21E-05	2,69E-05	0,002	2503,3 %	1246,5 %
Dibenzo(a,h)antracen	1.65E-05	3.67E-06	1,63E-05	8,79E-06	0,03		
Benzo(ghi)perylene	7.88E-05	2.61E-05	8,09E-05	4,25E-05	0,002	3947,0 %	2025,8 %
PCB 28	3.30E-06	2.10E-06	3,08E-08	2,45E-08			
PCB 52	2.58E-05	4.42E-06	1,33E-08	1,11E-08			
PCB 101	7.30E-06	8.45E-07	8,64E-09	5,28E-09			
PCB 118	1.30E-06	8.92E-08	2,55E-09	1,70E-09			
PCB 138	8.07E-06	1.08E-06	4,17E-09	2,62E-09			
PCB 153	9.33E-07	1.08E-07	2,78E-09	1,72E-09			
PCB 180	5.50E-06	4.29E-07	1,16E-09	8,05E-10			
Sum PCB7	5.22E-05	9.06E-06	6,34E-08	4,77E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	4.89E-01	5.64E-02	1,90E-05	1,16E-05	0,0002	8947,6 %	5400,0 %

Risikovurdering for Nyhavna ved arealbruk – Rekreasjon

For vurdering av eventuelle endring av arealbruken ved Nyhavna er det på oppdrag av Trondheim kommune gjennomført en vurdering basert på arealbruken rekreasjon.

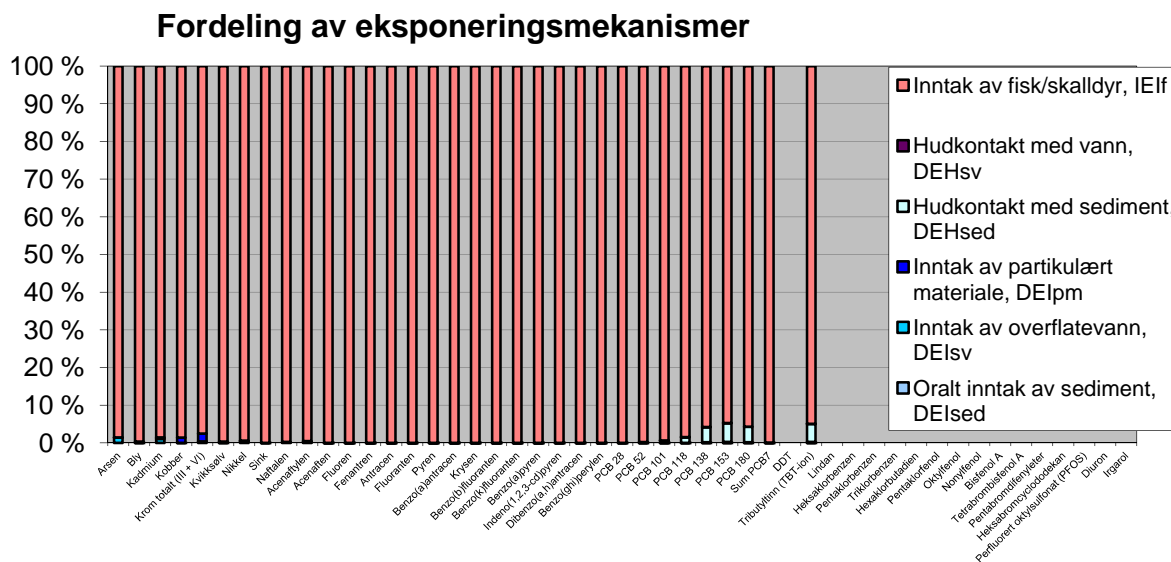
9.6 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for delområde 9 knyttet til human helse med gitt arealbruk (rekreasjon):

- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C9-6 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene PAH og PCB.

Risikoen er hovedsakelig knyttet til inntak av fisk/skalldyr som vist i figur C9-2.



Figur C9-3: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for Nyhavna

Tabell C9-6: Beregnet total livstidseksponering for sedimenter i delområde 9
 Nyhavna sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	8.47E-04	9.59E-05	1.00E-04	747.5 %	
Bly	2.23E-04	4.86E-05	3.60E-04		
Kadmium	1.69E-06	4.77E-07	5.00E-05		
Kobber	5.36E-04	4.42E-05	5.00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2.74E-05	7.62E-06	5.00E-04		
Kvikksølv	7.84E-07	2.54E-07	1.00E-05		
Nikkel	1.18E-04	4.28E-05	5.00E-03		
Sink	3.02E-02	4.06E-03	3.00E-02	0.6 %	
Naftalen	1.62E-04	2.40E-05	4.00E-03		
Acenaftylen	1.39E-05	3.15E-06			
Acenaften	4.99E-05	1.50E-05			
Fluoren	3.81E-04	7.99E-05			
Fenantren	1.74E-03	3.68E-04	4.00E-03		
Antracen	8.65E-04	1.64E-04	4.00E-03		
Fluoranten	2.45E-02	4.63E-03	5.00E-03	390.4 %	
Pyren	8.09E-03	1.66E-03			
Benzo(a)antracen	5.28E-03	7.85E-04	5.00E-04	955.0 %	56.9 %
Krysen	1.68E-02	2.61E-03	5.00E-03	235.0 %	
Benzo(b)fluoranten	3.93E-03	1.25E-03			
Benzo(k)fluoranten	3.54E-03	7.08E-04	5.00E-04	608.0 %	41.6 %
Benzo(a)pyren	2.32E-03	5.05E-04	2.30E-06	100649.8 %	21863.0 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.14E-04	6.64E-05	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1.46E-04	3.25E-05			
Benzo(ghi)perylen	4.78E-04	1.58E-04	3.00E-03		
PCB 28	4.68E-06	2.97E-06			
PCB 52	8.76E-07	1.50E-07			
PCB 101	5.40E-07	6.26E-08			
PCB 118	4.18E-07	2.86E-08			
PCB 138	1.41E-07	1.89E-08			
PCB 153	1.30E-07	1.51E-08			
PCB 180	1.79E-07	1.39E-08			
Sum PCB7	6.96E-06	3.26E-06	2.00E-06	248.1 %	63.0 %
DDT	mangler	mangler	1.00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.53E-05	1.77E-06	2.50E-04		



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato: 2011-10-24
Side: C10-1 /Rev. 1
Vedlegg: C10

C10. Risikovurdering for område 10 Ladehammeren

10.1 Arealbruk

Deler av området benyttes i dag til industrihavn samt at vann fra Ladehammeren renseanlegg slippes ut i området på 42 m dybde. Deler av området defineres også i følge Trondheim kommune som badeplass.

10.2 Risiko for spredning

Det er utført spredningsvurdering for sedimenter grunnere enn 20 m og en vurdering for sedimenter dypere enn 20 m. Det er begrenset med båttrafikk i grunne arealer og følgende spredningsveier er derfor lagt til grunn i vurderingen for de ulike sedimentarealene (grunnere enn 20 m 171 519 m² og dypere enn 20 m 573 756 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

10.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av PAH og PCB i sedimentprøver tatt både grunnere og dypere enn 20 m som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C10-3 og C10-4.

Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette fordi det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C10-1 og C10-2.

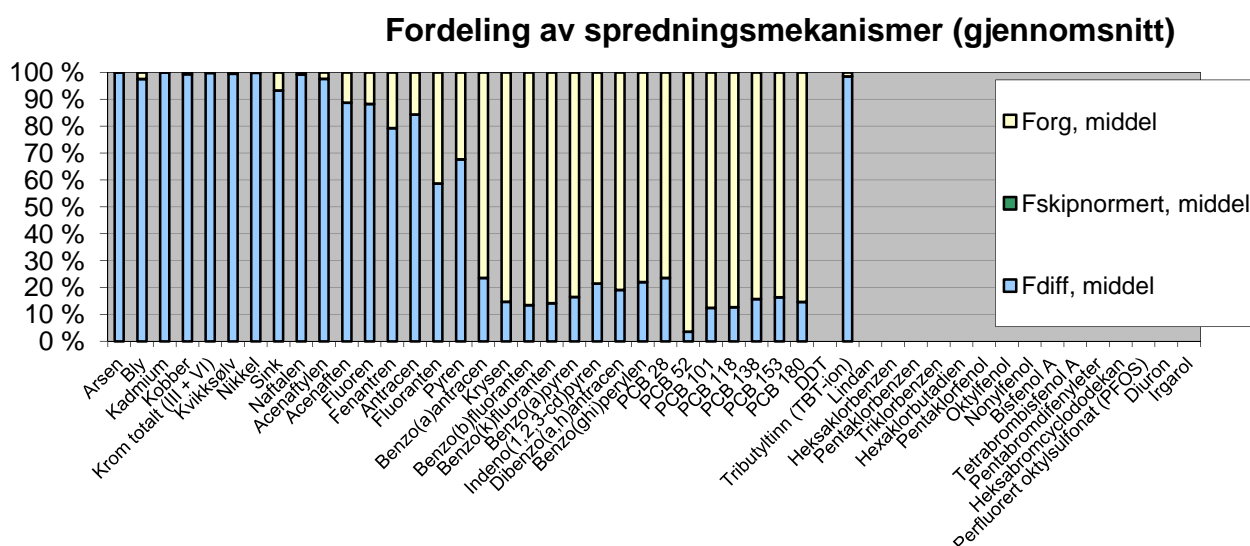
Tabell C10-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 1 Ladehammeren – sedimenter grunnere enn 20m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	8.67E+01	8.66E+01	mangler data	2.42E-02	14.86
Bly	7.13E-01	6.96E-01	mangler data	1.75E-02	0.12
Kadmium	5.30E-01	5.29E-01	mangler data	3.58E-04	0.09
Kobber	1.32E+00	1.31E+00	mangler data	8.75E-03	0.23
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	3.57E-03	0.38
Kvikksølv	3.70E-03	3.68E-03	mangler data	1.70E-05	0.001
Nikkel	4.87E+00	4.87E+00	mangler data	6.53E-03	0.84
Sink	1.44E+01	1.35E+01	mangler data	9.65E-01	2.47
Naftalen	1.36E-01	1.35E-01	mangler data	1.07E-03	0.02
Acenaftylen	2.50E-03	2.44E-03	mangler data	5.97E-05	0.0004
Acenaften	5.60E-03	4.97E-03	mangler data	6.29E-04	0.001
Fluoren	1.68E-02	1.48E-02	mangler data	1.97E-03	0.003
Fenantren	2.96E-02	2.35E-02	mangler data	6.12E-03	0.01
Antracen	1.84E-02	1.55E-02	mangler data	2.87E-03	0.003
Fluoranten	2.78E-02	1.63E-02	mangler data	1.15E-02	0.00
Pyren	3.03E-02	2.05E-02	mangler data	9.80E-03	0.01
Benzo(a)antracen	6.22E-03	1.47E-03	mangler data	4.75E-03	0.001
Krysen	1.74E-02	2.57E-03	mangler data	1.49E-02	0.003
Benzo(b)fluoranten	1.34E-02	1.80E-03	mangler data	1.16E-02	0.002
Benzo(k)fluoranten	1.01E-02	1.43E-03	mangler data	8.69E-03	0.002
Benzo(a)pyren	2.72E-03	4.49E-04	mangler data	2.27E-03	0.000
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.89E-04	1.48E-04	mangler data	5.41E-04	0.0001
Dibenzo(a,h)antracen	4.11E-04	7.88E-05	mangler data	3.33E-04	0.0001
Benzo(ghi)perylen	1.54E-03	3.38E-04	mangler data	1.20E-03	0.0003
PCB 28	5.29E-05	1.25E-05	mangler data	4.04E-05	9.E-06
PCB 52	7.69E-05	2.78E-06	mangler data	7.41E-05	1.E-05
PCB 101	6.90E-06	8.62E-07	mangler data	6.04E-06	1.E-06
PCB 118	3.67E-06	4.65E-07	mangler data	3.20E-06	6.E-07
PCB 138	4.87E-06	7.65E-07	mangler data	4.10E-06	8.E-07
PCB 153	2.68E-06	4.39E-07	mangler data	2.24E-06	5.E-07
PCB 180	1.47E-06	2.15E-07	mangler data	1.25E-06	3.E-07
Sum PCB7	1.49E-04				2.6.E-05
Tributyltinn (TBT-ion)	3.60E-03	3.55E-03	mangler data	5.38E-05	0.001

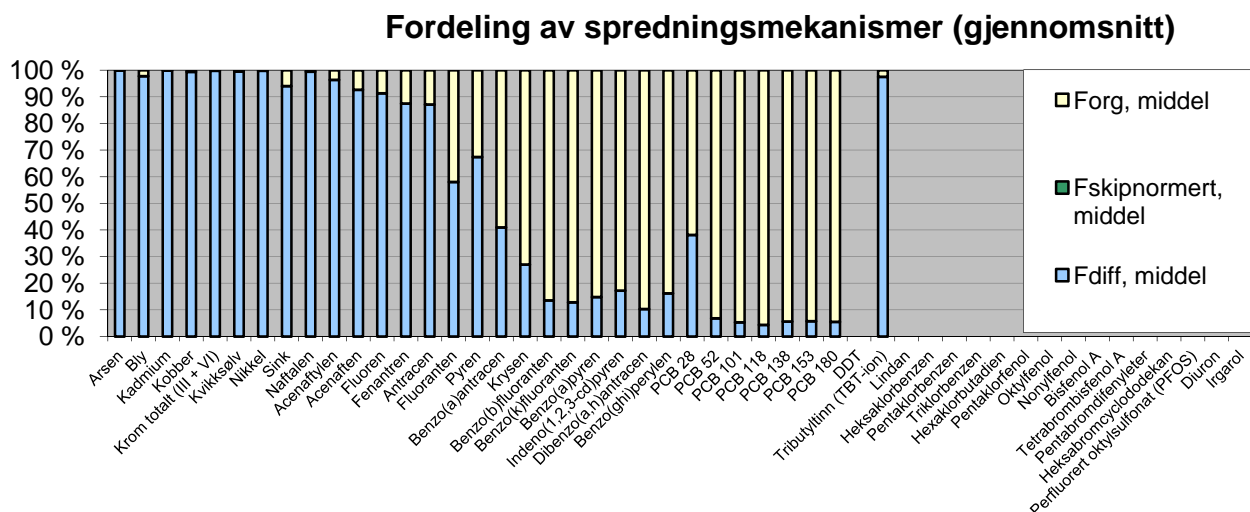
Tabell C10-2: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 10 Ladehammeren – sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	5.67E+01	5.66E+01	mangler data	1.28E-02	32.51
Bly	7.12E-01	6.96E-01	mangler data	1.60E-02	0.41
Kadmium	2.44E+00	2.44E+00	mangler data	1.82E-03	1.40
Kobber	2.80E+01	2.79E+01	mangler data	1.72E-01	16.09
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	3.66E-03	1.26
Kvikksølv	4.93E-03	4.91E-03	mangler data	2.27E-05	0.003
Nikkel	2.00E+01	2.00E+01	mangler data	3.01E-02	11.47
Sink	4.46E+01	4.19E+01	mangler data	2.66E+00	25.58
Naftalen	1.33E-01	1.33E-01	mangler data	6.95E-04	0.08
Acenaftylen	7.68E-03	7.40E-03	mangler data	2.78E-04	0.0044
Acenaften	1.18E-02	1.09E-02	mangler data	8.58E-04	0.007
Fluoren	2.08E-02	1.90E-02	mangler data	1.80E-03	0.012
Fenantren	7.29E-02	6.38E-02	mangler data	9.12E-03	0.04
Antracen	2.03E-02	1.77E-02	mangler data	2.61E-03	0.012
Fluoranten	6.99E-02	4.06E-02	mangler data	2.93E-02	0.04
Pyren	1.33E-01	8.98E-02	mangler data	4.35E-02	0.08
Benzo(a)antracen	1.19E-02	4.89E-03	mangler data	7.05E-03	0.007
Krysen	3.01E-02	8.15E-03	mangler data	2.20E-02	0.017
Benzo(b)fluoranten	3.95E-02	5.35E-03	mangler data	3.42E-02	0.023
Benzo(k)fluoranten	4.85E-02	6.24E-03	mangler data	4.22E-02	0.028
Benzo(a)pyren	2.39E-02	3.55E-03	mangler data	2.03E-02	0.014
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.93E-03	5.05E-04	mangler data	2.43E-03	0.0017
Dibenzo(a,h)antracen	2.98E-03	3.09E-04	mangler data	2.67E-03	0.0017
Benzo(ghi)perylene	4.21E-03	6.82E-04	mangler data	3.53E-03	0.0024
PCB 28	7.22E-05	2.75E-05	mangler data	4.46E-05	4.E-05
PCB 52	1.07E-04	7.31E-06	mangler data	9.98E-05	6.E-05
PCB 101	8.29E-05	4.43E-06	mangler data	7.85E-05	5.E-05
PCB 118	4.38E-05	1.91E-06	mangler data	4.18E-05	3.E-05
PCB 138	4.81E-05	2.72E-06	mangler data	4.53E-05	3.E-05
PCB 153	3.11E-05	1.79E-06	mangler data	2.93E-05	2.E-05
PCB 180	1.39E-05	7.72E-07	mangler data	1.32E-05	8.E-06
Sum PCB7	3.99E-04				2.3.E-04
Tributyltinn (TBT-ion)	3.64E-03	3.55E-03	mangler data	8.85E-05	0.002

I Figur C10-1 og C10-2 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen. Både i områder grunnere og dypere enn 20 m er diffusjon styrende spredningsvei for tungmetaller og TBT. For PAH er diffusjon sammen med spredning ved organismer styrende.



Figur C1-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter grunnere enn 20 m i delområde 10



Figur C10-2: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter dypere enn 20 i delområde 10

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C10-5 og C10-6 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillende grenseverdiene i Trinn 1. Middelnivåene for sedimenter grunnere enn 20 m overskrider spredningen fra referansesediment for arsen og kadmium. For sedimenter dypere enn 20 m overskrides spredningen fra referansesedimentet for arsen, kadmium, kobber og sink.

10.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for de ulike sedimentarealene knyttet til human helse:

Område grunnere enn 20 m med gitte arealbruk:

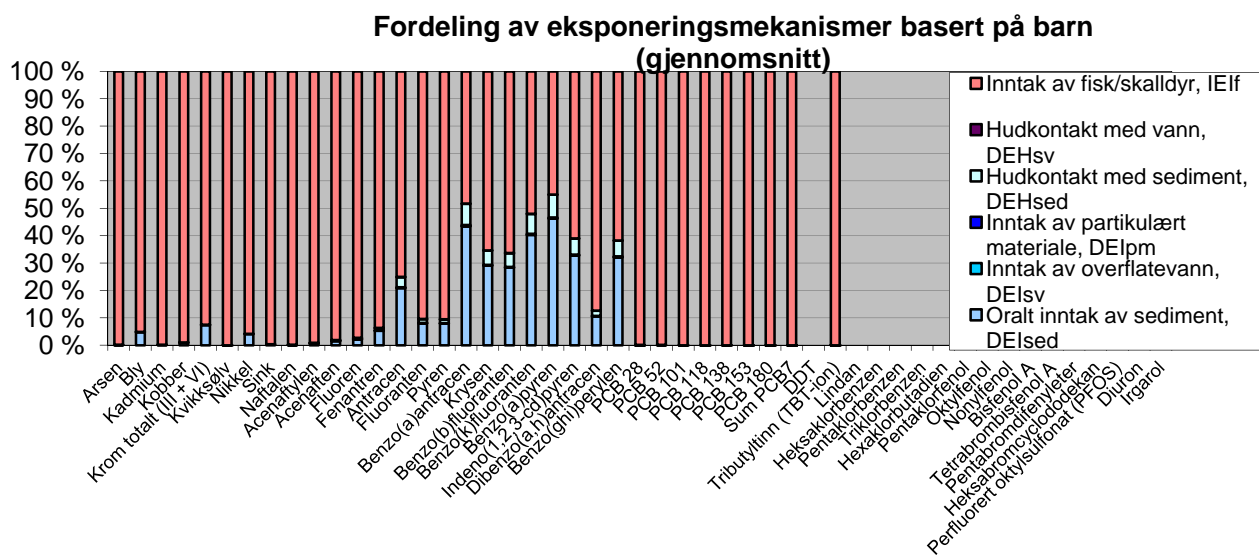
- Inntak av sediment
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Område dypere enn 20 m med gitte arealbruk:

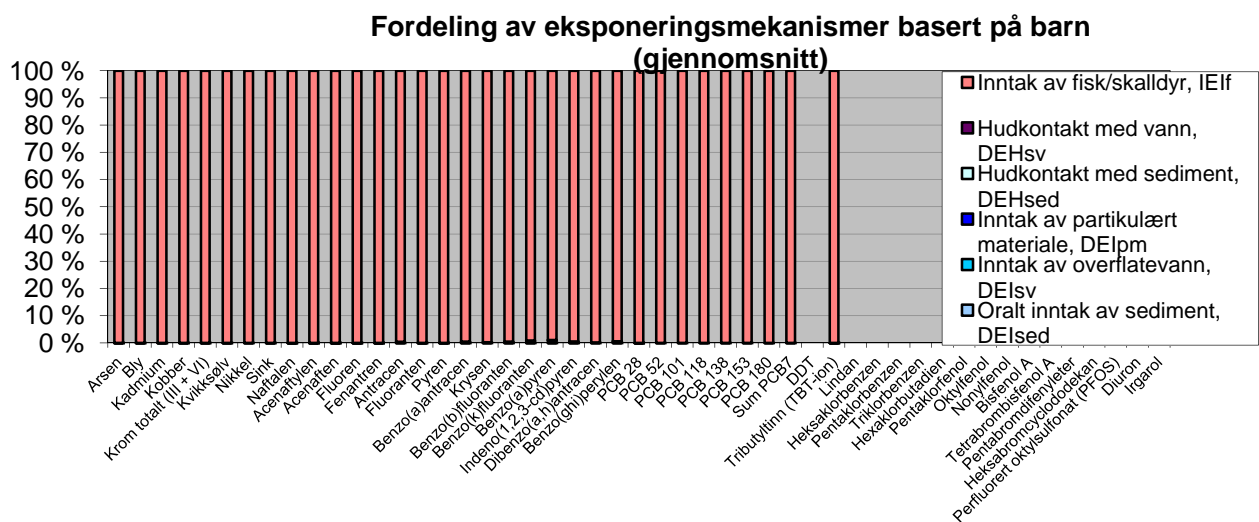
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C10-7 og C10-8 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av stoffene arsen, kadmium, kvikksølv og PCB for område grunnere og dypere enn 20 m.

Risikoen er hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skalldyr. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i figur C10-3 og C10-4.



Figur C10-3: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder grunnere enn 20 m.



Figur C10-4: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for områder dypere enn 20 m.



10.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann to prøver fra delområde 10. Porevannets konsentrasjon er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i tabell C10-9 og C10-10. Kvikksølv er ikke målt i porevannet og beregnes derfor ut fra sedimentkonsentrasjoner.

I sedimenter grunnere enn 20 m overskrider målte middel porevannskonsentrasjoner $PNEC_w$ for arsen og TBT. For sedimenter dypere enn 20 m overskrider porevannskonsentrasjonen $PNEC_w$ for arsen, kadmium, kobber nikkel, sink og TBT.

Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann og TU verdi for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 10 Ladehammeren

Risikovurdering for delområde 10 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.

Tabell C10-3: Målt sedimentkonsentrasjoner grunnere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	5	11	5,58	52		
Bly	5	37	17,48	83		
Kadmium	5	1,1	0,584	2,6		
Kobber	5	68	30,32	51	33 %	
Krom totalt (III + VI)	5	67	42,8	560		
Kvikksølv	5	0,13	0,0568	0,63		
Nikkel	5	40	27,2	46		
Sink	5	180	85,4	360		
Naftalen	5	0,058	0,0286	0,29		
Acenaftylen	5	0,09	0,04418	0,033	173 %	34 %
Acenaften	5	0,11	0,038	0,16		
Fluoren	5	0,15	0,0548	0,26		
Fenantren	5	1,4	0,502	0,50	180 %	0 %
Antracen	5	0,44	0,167	0,031	1319 %	439 %
Fluoranten	5	3,6	1,264	0,17	2018 %	644 %
Pyren	5	3,2	1,098	0,28	1043 %	292 %
Benzo(a)antracen	5	3,1	0,864	0,06	5067 %	1340 %
Krysen	5	3	0,854	0,28	971 %	205 %
Benzo(b)fluoranten	5	2,7	0,922	0,24	1025 %	284 %
Benzo(k)fluoranten	5	2	0,744	0,21	852 %	254 %
Benzo(a)pyren	5	2	0,74	0,42	376 %	76 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	0,7	0,322	0,047	1389 %	585 %
Dibenzo(a,h)antracen	5	0,16	0,073	0,59		
Benzo(ghi)perylene	5	0,57	0,3122	0,021	2614 %	1387 %
PCB 28	5	0,0015	0,0005			
PCB 52	5	0,0058	0,00157			
PCB 101	5	0,0091	0,002744			
PCB 118	5	0,0064	0,002096			
PCB 138	5	0,02	0,007606			
PCB 153	5	0,014	0,005574			
PCB 180	5	0,0089	0,00343			
Sum PCB7	5	6,57E-02	2,35E-02	0,017	286 %	38 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,0242	0,00822	0,035		



Tabell C10-4: Målt sedimentkonsentrasjon dypere enn 20 m sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	5	4,90985	52		
Bly	4	20	14,9	83		
Kadmium	4	0,69	0,51322325	2,6		
Kobber	4	34	28,121125	51		
Krom totalt (III + VI)	4	66	45,193175	560		
Kvikksølv	4	0,13	0,0757475	0,63		
Nikkel	4	44	29,3603	46		
Sink	4	81	68,94925	360		
Naftalen	4	0,048	0,02775	0,29		
Acenaftalen	4	0,15	0,06225	0,033	355 %	89 %
Acenaften	4	0,071	0,0315	0,16		
Fluoren	4	0,11	0,039	0,26		
Fenantren	4	1,1	0,405	0,50	120 %	
Antracen	4	0,44	0,15193	0,031	1319 %	390 %
Fluoranten	4	3,6	1,2825	0,17	2018 %	654 %
Pyren	4	3,2	1,1458125	0,28	1043 %	309 %
Benzo(a)antracen	4	1	0,4425	0,06	1567 %	638 %
Krysen	4	1	0,445	0,28	257 %	59 %
Benzo(b)fluoranten	4	3	1,05	0,24	1150 %	338 %
Benzo(k)fluoranten	4	2,7	0,92	0,21	1186 %	338 %
Benzo(a)pyren	4	2,3	0,8525375	0,42	448 %	103 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,78	0,365	0,047	1560 %	677 %
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,36	0,12225	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,82	0,38	0,021	3805 %	1710 %
PCB 28	3	0,00025	0,00025			
PCB 52	3	0,011	0,00418333			
PCB 101	3	0,01	0,00385667			
PCB 118	3	0,014	0,00524			
PCB 138	3	0,033	0,0132			
PCB 153	3	0,025	0,00993333			
PCB 180	3	0,011	0,00453333			
Sum PCB7	3	1,04E-01	4,12E-02	0,017	513 %	142 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,0072	0,0046	0,035		



Tabell C10-5: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning" for delområde 10 Ladehammeren grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	8,67E+01	8,67E+01	5,25E+01	65 %	65 %
Bly	7,33E-01	7,13E-01	3,81E+00		
Kadmium	5,30E-01	5,30E-01	1,06E-01	400 %	400 %
Kobber	1,33E+00	1,32E+00	1,10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2,20E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	8,46E-03	3,70E-03	4,10E-02		
Nikkel	4,88E+00	4,87E+00	3,17E+01		
Sink	1,55E+01	1,44E+01	2,70E+01		
Naftalen	1,37E-01	1,36E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	2,57E-03	2,50E-03	7,38E+00		
Acenaften	6,79E-03	5,60E-03	1,49E+01		
Fluoren	2,02E-02	1,68E-02	1,42E+01		
Fenantren	4,06E-02	2,96E-02	1,19E+01		
Antracen	2,31E-02	1,84E-02	5,98E-01		
Fluoranten	4,91E-02	2,78E-02	7,94E-01		
Pyren	4,91E-02	3,03E-02	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	1,85E-02	6,22E-03	1,13E-01		
Krysen	5,48E-02	1,74E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	3,57E-02	1,34E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	2,48E-02	1,01E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	6,59E-03	2,72E-03	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,32E-03	6,89E-04	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	8,08E-04	4,11E-04	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	2,52E-03	1,54E-03	3,83E-02		
PCB 28	1,34E-04	5,29E-05			
PCB 52	2,77E-04	7,69E-05			
PCB 101	2,09E-05	6,90E-06			
PCB 118	1,02E-05	3,67E-06			
PCB 138	1,15E-05	4,87E-06			
PCB 153	6,06E-06	2,68E-06			
PCB 180	3,47E-06	1,47E-06			
Sum PCB7	4,62E-04	1,49E-04			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,71E-03	3,60E-03	1,15E+01		



Tabell C10-6: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning" for delområde 10 Ladehammeren dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	5,67E+01	5,67E+01	5,25E+01	8 %	8 %
Bly	7,17E-01	7,12E-01	3,81E+00		
Kadmium	2,44E+00	2,44E+00	1,06E-01	2201 %	2200 %
Kobber	2,81E+01	2,80E+01	1,10E+01	154 %	154 %
Krom totalt (III + VI)	2,20E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	8,46E-03	4,93E-03	4,10E-02		
Nikkel	2,00E+01	2,00E+01	3,17E+01		
Sink	4,51E+01	4,46E+01	2,70E+01	67 %	65 %
Naftalen	1,34E-01	1,33E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	8,07E-03	7,68E-03	7,38E+00		
Acenaften	1,28E-02	1,18E-02	1,49E+01		
Fluoren	2,41E-02	2,08E-02	1,42E+01		
Fenantren	8,85E-02	7,29E-02	1,19E+01		
Antracen	2,52E-02	2,03E-02	5,98E-01		
Fluoranten	1,23E-01	6,99E-02	7,94E-01		
Pyren	2,11E-01	1,33E-01	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	2,08E-02	1,19E-02	1,13E-01		
Krysen	5,75E-02	3,01E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1,03E-01	3,95E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	1,30E-01	4,85E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	5,84E-02	2,39E-02	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,69E-03	2,93E-03	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	8,18E-03	2,98E-03	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	8,29E-03	4,21E-03	3,83E-02		
PCB 28	7,22E-05	7,22E-05			
PCB 52	2,70E-04	1,07E-04			
PCB 101	2,08E-04	8,29E-05			
PCB 118	1,14E-04	4,38E-05			
PCB 138	1,16E-04	4,81E-05			
PCB 153	7,56E-05	3,11E-05			
PCB 180	3,27E-05	1,39E-05			
Sum PCB7	8,88E-04	3,99E-04			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,69E-03	3,64E-03	1,15E+01		

Tabell C10-7: Beregnet total livstidseksponering sammenlignet med MTR/TDI 10% for sedimenter grunnere enn 20 m.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,52E-03	1,85E-03	1,00E-04	3423,1 %	1751,2 %
Bly	3,12E-04	1,55E-04	3,60E-04		
Kadmium	3,07E-04	1,54E-04	5,00E-05	514,2 %	207,7 %
Kobber	2,45E-03	1,27E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,93E-04	2,54E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	7,10E-05	4,39E-05	1,00E-05	609,5 %	338,8 %
Nikkel	5,50E-04	2,82E-04	5,00E-03		
Sink	1,81E-02	9,39E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,87E-06	9,84E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,54E-06	2,49E-06			
Acenaften	1,08E-06	1,02E-06			
Fluoren	1,12E-06	1,03E-06			
Fenantren	4,92E-06	4,09E-06	4,00E-03		
Antracen	6,52E-07	4,00E-07	4,00E-03		
Fluoranten	9,11E-06	6,96E-06	5,00E-03		
Pyren	8,06E-06	6,12E-06			
Benzo(a)antracen	3,25E-06	1,19E-06	5,00E-04		
Krysen	3,55E-06	1,57E-06	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	3,37E-06	1,73E-06			
Benzo(k)fluoranten	2,24E-06	1,08E-06	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	2,14E-06	9,77E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8,91E-07	5,42E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	3,93E-07	3,13E-07			
Benzo(ghi)perylen	7,71E-07	5,33E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,58E-07	2,35E-07			
PCB 52	1,03E-06	5,31E-07			
PCB 101	4,42E-06	2,27E-06			
PCB 118	6,64E-06	3,38E-06			
PCB 138	1,52E-05	7,79E-06			
PCB 153	2,58E-05	1,32E-05			
PCB 180	1,06E-05	5,34E-06			
Sum PCB7	6,42E-05	3,27E-05	2,00E-06	3110,3 %	1535,7 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,42E-05	2,42E-05	2,50E-04		

Tabell C10-8: Beregnet total livstidseksponering sammenlignet med MTR/TDI 10 % for sedimenter dypere enn 20 m.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,51E-03	1,85E-03	1,00E-04	3413,5 %	1746,1 %
Bly	2,81E-04	1,41E-04	3,60E-04		
Kadmium	3,06E-04	1,53E-04	5,00E-05	512,4 %	206,8 %
Kobber	2,39E-03	1,25E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,36E-04	2,18E-04	5,00E-04		
Kvikksølv	7,08E-05	4,38E-05	1,00E-05	608,4 %	338,3 %
Nikkel	5,17E-04	2,59E-04	5,00E-03		
Sink	1,80E-02	9,32E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,82E-06	9,82E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	2,45E-06	2,45E-06			
Acenaften	9,82E-07	9,82E-07			
Fluoren	9,82E-07	9,82E-07			
Fenantren	3,64E-06	3,63E-06	4,00E-03		
Antracen	2,48E-07	2,47E-07	4,00E-03		
Fluoranten	5,81E-06	5,80E-06	5,00E-03		
Pyren	5,12E-06	5,11E-06			
Benzo(a)antracen	3,97E-07	3,95E-07	5,00E-04		
Krysen	7,90E-07	7,87E-07	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	8,97E-07	8,88E-07			
Benzo(k)fluoranten	4,05E-07	3,97E-07	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	3,05E-07	2,98E-07	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,49E-07	2,47E-07	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	2,47E-07	2,46E-07			
Benzo(ghi)perylen	2,49E-07	2,47E-07	3,00E-03		
PCB 28	4,57E-07	2,35E-07			
PCB 52	1,03E-06	5,30E-07			
PCB 101	4,41E-06	2,27E-06			
PCB 118	6,64E-06	3,38E-06			
PCB 138	1,52E-05	7,78E-06			
PCB 153	2,58E-05	1,32E-05			
PCB 180	1,06E-05	5,34E-06			
Sum PCB7	6,41E-05	3,27E-05	2,00E-06	3107,3 %	1534,6 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	9,91E-06	9,91E-06	2,50E-04		



Tabell C10-9: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1.66E-03	8.45E-04	1,30E-02	1,30E-02	4,8	170,8 %	170,8 %
Bly	2.39E-04	1.13E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	8.46E-06	4.49E-06	1,00E-04	1,00E-04	0,24		
Kobber	2.79E-03	1.24E-03	2,50E-04	2,50E-04	0,64		
Krom totalt (III + VI)	5.58E-04	3.57E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	1.30E-06	5.68E-07	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	5.65E-03	3.84E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,2		
Sink	2.47E-03	1.17E-03	2,60E-03	2,60E-03	2,9		
Naftalen	5.01E-03	2.47E-03	2,13E-05	2,13E-05	2,4		
Acenaftylen	3.89E-03	1.91E-03	4,32E-07	4,32E-07	1,3		
Acenaften	1.99E-03	6.89E-04	8,93E-07	8,93E-07	3,8		
Fluoren	1.65E-03	6.04E-04	2,81E-06	2,81E-06	2,5		
Fenantren	6.87E-03	2.46E-03	4,68E-06	4,68E-06	1,3		
Antracen	1.75E-03	6.65E-04	3,09E-06	3,09E-06	0,11		
Fluoranten	2.80E-03	9.83E-04	3,57E-06	3,57E-06	0,12		
Pyren	6.10E-03	2.09E-03	4,49E-06	4,49E-06	0,023		
Benzo(a)antracen	6.95E-04	1.94E-04	3,49E-07	3,49E-07	0,012		
Krysen	8.47E-04	2.41E-04	6,11E-07	6,11E-07	0,07		
Benzo(b)fluoranten	3.73E-04	1.27E-04	4,60E-07	4,60E-07	0,03		
Benzo(k)fluoranten	2.83E-04	1.05E-04	3,66E-07	3,66E-07	0,027		
Benzo(a)pyren	2.70E-04	1.00E-04	1,15E-07	1,15E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.36E-05	1.54E-05	4,03E-08	4,03E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	9.22E-06	4.21E-06	2,16E-08	2,16E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylen	6.26E-05	3.43E-05	9,20E-08	9,20E-08	0,002		
PCB 28	4.14E-06	1.38E-06	3,23E-09	3,23E-09			
PCB 52	1.30E-05	3.52E-06	7,87E-10	7,87E-10			
PCB 101	3.02E-06	9.10E-07	2,64E-10	2,64E-10			
PCB 118	2.12E-07	6.95E-08	1,43E-10	1,43E-10			
PCB 138	4.38E-06	1.67E-06	2,52E-10	2,52E-10			
PCB 153	3.07E-07	1.22E-07	1,44E-10	1,44E-10			
PCB 180	1.02E-06	3.94E-07	7,56E-11	7,56E-11			
Sum PCB7	2.61E-05	8.06E-06	4,90E-09	4,90E-09			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.47E-03	8.40E-04	1,00E-06	1,00E-06	0,0002	376,2 %	376,2 %



Tabell C10-10: Porevannskonsentrasjoner for område dypere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	7.57E-04	7.43E-04	8,50E-03	8,50E-03	4,8	77,1 %	77,1 %
Bly	1.29E-04	9.62E-05	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	5.31E-06	3.95E-06	4,60E-04	4,60E-04	0,24	91,7 %	91,7 %
Kobber	1.39E-03	1.15E-03	5,30E-03	5,30E-03	0,64	728,1 %	728,1 %
Krom totalt (III + VI)	5.50E-04	3.77E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	1.30E-06	7.57E-07	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	6.22E-03	4.15E-03	4,10E-03	4,10E-03	2,2	86,4 %	86,4 %
Sink	1.11E-03	9.45E-04	8,10E-03	8,10E-03	2,9	179,3 %	179,3 %
Naftalen	4.15E-03	2.40E-03	2,09E-05	2,09E-05	2,4		
Acenaftalen	6.48E-03	2.69E-03	1,31E-06	1,31E-06	1,3		
Acenaften	1.29E-03	5.71E-04	1,96E-06	1,96E-06	3,8		
Fluoren	1.21E-03	4.30E-04	3,61E-06	3,61E-06	2,5		
Fenantren	5.40E-03	1.99E-03	1,27E-05	1,27E-05	1,3		
Antracen	1.75E-03	6.05E-04	3,53E-06	3,53E-06	0,11		
Fluoranten	2.80E-03	9.97E-04	8,86E-06	8,86E-06	0,12		
Pyren	6.10E-03	2.19E-03	1,96E-05	1,96E-05	0,023		
Benzo(a)antracen	2.24E-04	9.92E-05	1,16E-06	1,16E-06	0,012		
Krysen	2.82E-04	1.26E-04	1,94E-06	1,94E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	4.15E-04	1.45E-04	1,37E-06	1,37E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	3.82E-04	1.30E-04	1,59E-06	1,59E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	3.11E-04	1.15E-04	9,06E-07	9,06E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.74E-05	1.75E-05	1,37E-07	1,37E-07	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	2.07E-05	7.04E-06	8,45E-08	8,45E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylene	9.00E-05	4.17E-05	1,86E-07	1,86E-07	0,002		
PCB 28	6.90E-07	6.90E-07	7,14E-09	7,14E-09			
PCB 52	2.47E-05	9.38E-06	2,07E-09	2,07E-09			
PCB 101	3.32E-06	1.28E-06	1,36E-09	1,36E-09			
PCB 118	4.64E-07	1.74E-07	5,86E-10	5,86E-10			
PCB 138	7.23E-06	2.89E-06	8,93E-10	8,93E-10			
PCB 153	5.48E-07	2.18E-07	5,90E-10	5,90E-10			
PCB 180	1.26E-06	5.21E-07	2,71E-10	2,71E-10			
Sum PCB7	3.82E-05	1.52E-05	1,29E-08	1,29E-08			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	7.35E-04	4.70E-04	1,00E-06	1,00E-06	0,0002	376,2 %	376,2 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C11-1 / Rev.1
Vedlegg: C11

C11. Risikovurdering for område 11 Munkholmen

11.1 Arealbruk

Delområde 11 Munkholmen er definert som området mellom trafikkerte havneområder og Munkholmen. Arealbruken er iht. Klifs klassifisering gitt som badeplass. Arealbruk er definert av Trondheim kommune.

11.2 Risiko for spredning

Følgende spredningsveier er aktuelle for delområdet (4.980 297 m²):

- Diffusjon
- Transport via organismer

Det er sett bort i fra trafikken ut til Munkholmen, da dette er en meget begrenset del av delområdet.

11.2.1 Resultater

Iht. Trinn 1 er det gjennomsnittsverdier av PAH og PCB som overskrider eller tangerer trinn 1 grenseverdi. Trinn 1 risikovurdering er gitt i tabell C11-3.

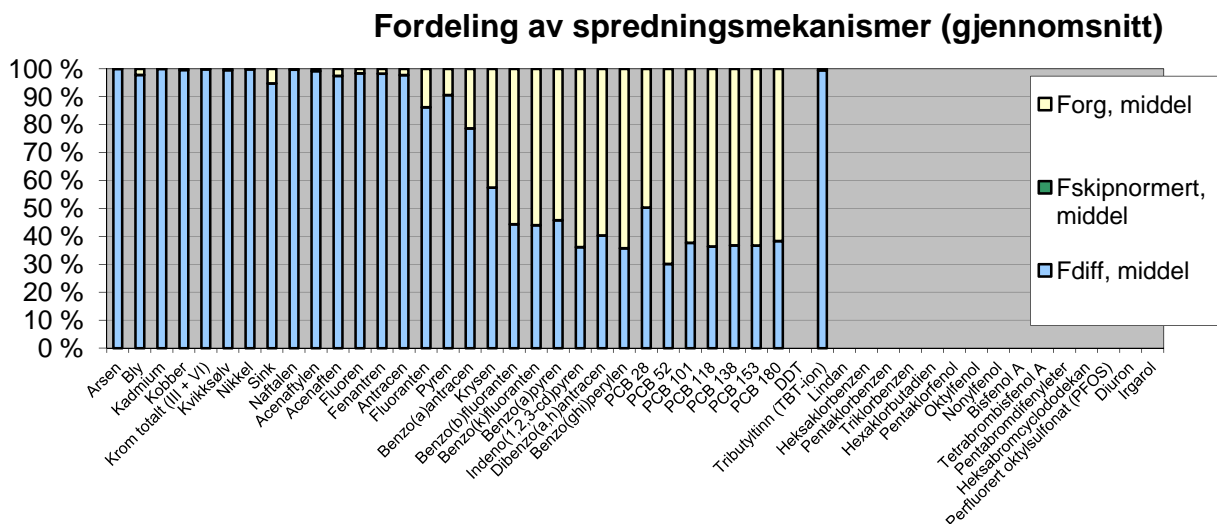
Det blir lagt mest vekt på at middelverdiene overskrides og ikke enkeltprøver. Dette for de det er områdets samlede risiko som vurderes og ikke en enkel prøvestasjon.

Beregnet total spredning i mg/(m² x år) og kg/år basert på midlere konsentrasjoner for tungmetaller, PAH, PCB og TBT er summert i kg/år i tabell C11-1.

Tabell C11-1: Beregnet total spredning basert på midlere konsentrasjoner for delområde 11 Munkholmen

Stoff	Beregnet middel spredning				
	Ftot, middel [mg/m ² /år]	Fdiff, middel [mg/m ² /år]	Fskipnormert, middel [mg/m ² /år]	Forg, middel [mg/m ² /år]	Ftot, middel [kg/år]
Arsen	5.93E+01	5.93E+01	mangler data	1.95E-02	295.47
Bly	7.11E-01	6.96E-01	mangler data	1.55E-02	3.54
Kadmium	1.67E+00	1.67E+00	mangler data	5.12E-04	8.31
Kobber	1.98E+01	1.97E+01	mangler data	8.73E-02	98.62
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	mangler data	2.93E-03	10.92
Kvikksølv	1.01E-02	1.00E-02	mangler data	4.63E-05	0.050
Nikkel	1.83E+01	1.83E+01	mangler data	2.22E-02	91.01
Sink	5.46E+00	5.18E+00	mangler data	2.85E-01	27.20
Naftalen	1.26E-01	1.26E-01	mangler data	3.82E-04	0.63
Acenaftylen	4.55E-03	4.51E-03	mangler data	3.84E-05	0.0227
Acenaften	7.66E-03	7.47E-03	mangler data	1.93E-04	0.038
Fluoren	1.75E-02	1.72E-02	mangler data	2.84E-04	0.087
Fenantren	6.92E-02	6.79E-02	mangler data	1.22E-03	0.34
Antracen	1.19E-02	1.16E-02	mangler data	2.67E-04	0.059
Fluoranten	1.48E-01	1.28E-01	mangler data	2.04E-02	0.74
Pyren	9.62E-02	8.71E-02	mangler data	9.04E-03	0.48
Benzo(a)antracen	1.81E-02	1.43E-02	mangler data	3.87E-03	0.090
Krysen	2.80E-02	1.61E-02	mangler data	1.19E-02	0.139
Benzo(b)fluoranten	1.00E-02	4.45E-03	mangler data	5.57E-03	0.050
Benzo(k)fluoranten	1.09E-02	4.80E-03	mangler data	6.11E-03	0.054
Benzo(a)pyren	5.64E-03	2.58E-03	mangler data	3.06E-03	0.028
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.94E-04	2.15E-04	mangler data	3.80E-04	0.0030
Dibenzo(a,h)antracen	4.06E-04	1.64E-04	mangler data	2.42E-04	0.0020
Benzo(ghi)perylen	1.03E-03	3.70E-04	mangler data	6.64E-04	0.0052
PCB 28	4.49E-05	2.26E-05	mangler data	2.23E-05	2.E-04
PCB 52	1.44E-05	4.34E-06	mangler data	1.01E-05	7.E-05
PCB 101	5.37E-06	2.03E-06	mangler data	3.34E-06	3.E-05
PCB 118	1.99E-06	7.23E-07	mangler data	1.27E-06	1.E-05
PCB 138	3.26E-06	1.20E-06	mangler data	2.06E-06	2.E-05
PCB 153	1.70E-06	6.24E-07	mangler data	1.07E-06	8.E-06
PCB 180	6.65E-07	2.55E-07	mangler data	4.10E-07	3.E-06
Sum PCB7	7.23E-05				3.6.E-04
Tributyltinn (TBT-ion)	3.21E-02	3.19E-02	mangler data	1.67E-04	0.160

I Figur C11-1 er det gitt en grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne spesifikke vurderingen. Diffusjon er styrende for tungmetaller, TBT og for en del PAH-komponenter mens spredning med organismer sammen med diffusjon er styrende for de fleste PCB og øvrige PAH.



Figur C11-1: Prosentvis fordeling av spredningsmekanismer for ulike stoffer i sedimenter i delområde 11 Munkholmen

Risikoveilederen angir ikke noen allmenne akseptgrenser for spredning alene, og det finnes ikke lokale akseptgrenser for spredning. Tabell C11-3 viser hvor mange ganger totalspredningen fra sedimentene overskrider spredningen fra et referansesediment som akkurat tilfredsstillere grenseverdiene i Trinn 1.

Middelnivåene overskrider grenseverdi spredningen fra referansesedimentet for arsen, kadmium og kobber.

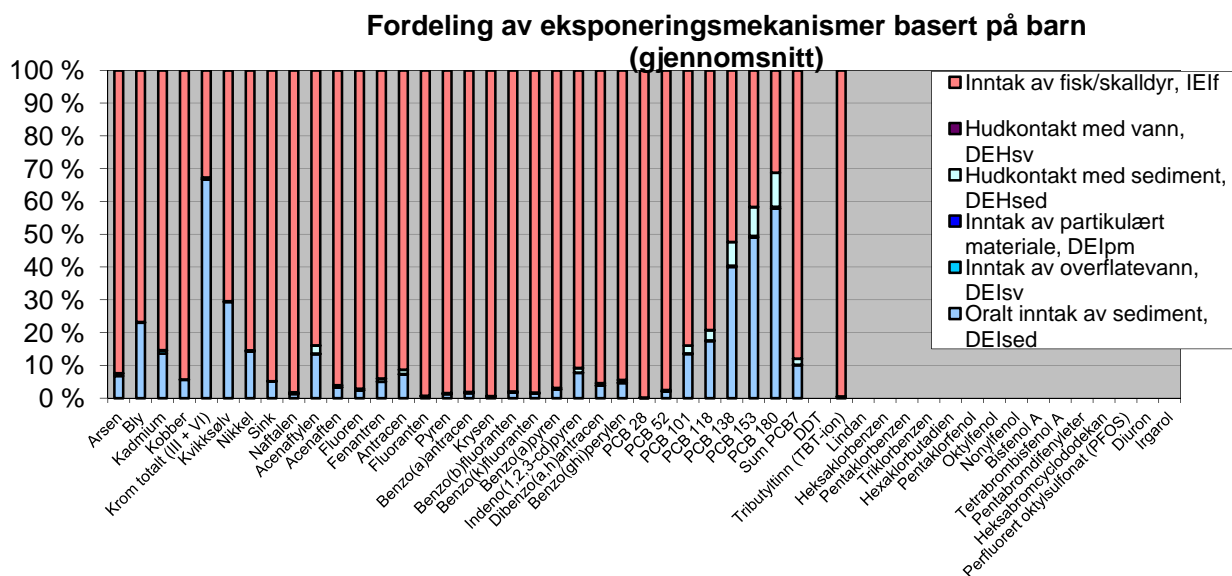
11.3 Risiko for human helse

Følgende betraktninger er gjort for delområde 11 knyttet til human helse:

Delområde 11 med gitte arealbruk (badeplass):

- Inntak av sediment
- Inntak av overflatevann
- Inntak av partikulært materiale
- Inntak av fisk og skalldyr
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann

Tabell C11-4 viser at det er overskridelse av beregnet total livstidsdose for gjennomsnittsnivået av benso(a)pyren. Risikoen hovedsakelig knyttet til eksponering av de overskridende stoffene gjennom konsum av fisk og skaldyr. Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer er vist i Figur C11-2.



Figur C11-2: Prosentvis fordeling av eksponeringsmekanismer for delområde 11 Munkholmen

11.4 Risiko for økologiske effekter

For vurdering av økologisk risiko er det utført analyser av porevann i to prøver fra delområde 11. Porevannets konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier for økologisk risiko ($PNEC_w$) i Tabell C11-5.

Målte porevannskonsentrasjoner overskrider $PNEC_w$ for arsen, kadmium, kobber, nikkel og TBT. Toksisitetstester utført på en prøve fra området overskrider grenseverdi for porevann men er lavere enn TU verdi for organisk ekstrakt.

Porevannskonsentrasjoner sammen med toksisitetstester utført i området viser at det foreligger en risiko for toksiske effekter på sedimentlevende organismer i området.

11.5 Samlet risikovurdering trinn 2 delområde 11 Munkholmen

Risikovurdering for delområde 11 viser at det er uakseptabel risiko for spredning, human eksponering og økologisk effekt.



Tabell C11-2: Målt sedimentkonsentrasjon i delområde 11 sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	11	25	11,4141273	52		
Bly	11	85,4	37,3	83	3 %	
Kadmium	11	0,85	0,65167082	2,6		
Kobber	11	70	41,4937364	51	37 %	
Krom totalt (III + VI)	11	72	47,8275818	560		
Kvikksølv	11	0,69	0,15447909	0,63	10 %	
Nikkel	11	44	29,5443636	46		
Sink	11	180	123,433273	360		
Naftalen	11	0,14	0,03995455	0,29		
Acenaftalen	11	0,33	0,04931818	0,033	900 %	49 %
Acenaften	11	0,3	0,05324545	0,16	88 %	
Fluoren	11	0,24	0,05591818	0,26		
Fenantren	11	2,1	0,52290909	0,50	320 %	5 %
Antracen	11	0,64	0,1704	0,031	1965 %	450 %
Fluoranten	11	3,7	1,01018182	0,17	2076 %	494 %
Pyren	11	2,9	0,96079545	0,28	936 %	243 %
Benzo(a)antracen	11	1,7	0,50254545	0,06	2733 %	738 %
Krysen	11	1,8	0,499	0,28	543 %	78 %
Benzo(b)fluoranten	11	3,4	0,78127273	0,24	1317 %	226 %
Benzo(k)fluoranten	11	3,1	0,71118182	0,21	1376 %	239 %
Benzo(a)pyren	11	3	0,66406364	0,42	614 %	58 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	11	0,69	0,25863636	0,047	1368 %	450 %
Dibenzo(a,h)antracen	11	0,34	0,07771818	0,59		
Benzo(ghi)perylene	11	0,69	0,26345455	0,021	3186 %	1155 %
PCB 28	9	0,00025	0,00025			
PCB 52	9	0,0092	0,00171111			
PCB 101	9	0,033	0,00430889			
PCB 118	9	0,016	0,00223			
PCB 138	9	0,097	0,01260556			
PCB 153	9	0,079	0,01010111			
PCB 180	9	0,048	0,00608			
Sum PCB7	9	2,82E-01	3,73E-02	0,017	1561 %	119 %
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	11	0,0276	0,00474545	0,035		



Tabell C11-3: Beregnet spredning i delområde 11 Munkholmen sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	6,40E+01	5,93E+01	5,25E+01	22 %	13 %
Bly	7,31E-01	7,11E-01	3,81E+00		
Kadmium	2,81E+00	1,67E+00	1,06E-01	2549 %	1475 %
Kobber	2,75E+01	1,98E+01	1,10E+01	149 %	79 %
Krom totalt (III + VI)	2,20E+00	2,19E+00	2,05E+01		
Kvikksølv	4,49E-02	1,01E-02	4,10E-02	10 %	
Nikkel	2,19E+01	1,83E+01	3,17E+01		
Sink	5,59E+00	5,46E+00	2,70E+01		
Naftalen	1,89E-01	1,26E-01	1,42E+02		
Acenaftylen	6,74E-03	4,55E-03	7,38E+00		
Acenaften	1,11E-02	7,66E-03	1,49E+01		
Fluoren	2,83E-02	1,75E-02	1,42E+01		
Fenantren	1,20E-01	6,92E-02	1,19E+01		
Antracen	1,96E-02	1,19E-02	5,98E-01		
Fluoranten	2,69E-01	1,48E-01	7,94E-01		
Pyren	1,36E-01	9,62E-02	2,83E+00		
Benzo(a)antracen	3,60E-02	1,81E-02	1,13E-01		
Krysen	6,60E-02	2,80E-02	9,77E-01		
Benzo(b)fluoranten	2,93E-02	1,00E-02	5,59E-01		
Benzo(k)fluoranten	3,16E-02	1,09E-02	5,00E-01		
Benzo(a)pyren	1,67E-02	5,64E-03	9,55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,28E-03	5,94E-04	3,74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	1,26E-03	4,06E-04	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	2,21E-03	1,03E-03	3,83E-02		
PCB 28	5,90E-05	4,49E-05			
PCB 52	6,18E-05	1,44E-05			
PCB 101	2,86E-05	5,37E-06			
PCB 118	1,02E-05	1,99E-06			
PCB 138	1,76E-05	3,26E-06			
PCB 153	9,32E-06	1,70E-06			
PCB 180	3,56E-06	6,65E-07			
Sum PCB7	1,90E-04	7,23E-05			
DDT	mangler	mangler	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	6,13E-02	3,21E-02	1,15E+01		

Tabell C11-4: Beregnet total livstidsseksponering for sedimenter i delområde 11 Munkholmen sammenlignet med MTR/TDI 10 %

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	1,61E-04	7,40E-05	1,00E-04	61,3 %	
Bly	1,89E-04	8,25E-05	3,60E-04		
Kadmium	2,95E-06	2,25E-06	5,00E-05		
Kobber	5,42E-04	3,21E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	7,56E-05	5,02E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	1,26E-06	2,83E-07	1,00E-05		
Nikkel	1,46E-04	9,78E-05	5,00E-03		
Sink	1,51E-03	1,04E-03	3,00E-02		
Naftalen	4,52E-06	1,29E-06	4,00E-03		
Acenaftylen	1,14E-06	1,71E-07			
Acenaften	3,84E-06	6,82E-07			
Fluoren	4,20E-06	9,80E-07			
Fenantren	1,80E-05	4,49E-06	4,00E-03		
Antracen	3,88E-06	1,03E-06	4,00E-03		
Fluoranten	2,48E-04	6,78E-05	5,00E-03		
Pyren	9,19E-05	3,05E-05			
Benzo(a)antracen	4,44E-05	1,31E-05	5,00E-04		
Krysen	1,42E-04	3,93E-05	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	8,25E-05	1,90E-05			
Benzo(k)fluoranten	8,99E-05	2,06E-05	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	4,80E-05	1,06E-05	2,30E-06	1985,2 %	361,6 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,95E-06	1,48E-06	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	3,77E-06	8,63E-07			
Benzo(ghi)perylen	6,32E-06	2,41E-06	3,00E-03		
PCB 28	7,33E-08	7,33E-08			
PCB 52	1,85E-07	3,45E-08			
PCB 101	1,14E-07	1,49E-08			
PCB 118	4,44E-08	6,19E-09			
PCB 138	1,41E-07	1,84E-08			
PCB 153	1,00E-07	1,28E-08			
PCB 180	5,49E-08	6,95E-09			
Sum PCB7	7,14E-07	1,67E-07	2,00E-06	-64,3 %	-91,6 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,20E-06	5,51E-07	2,50E-04		



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
 Dato: 2011-07-05
 Rev. dato: 2011-10-24
 Side: C11-9 / Rev.1
 Vedlegg: C11

Tabell C11-5: Porevannskonsentrasjoner for område grunnere enn 20 m sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3.78E-03	1.73E-03	9,60E-03	8,90E-03	4,8	100,0 %	85,4 %
Bly	5.51E-04	2.41E-04	1,00E-04	1,00E-04	2,2		
Kadmium	6.54E-06	5.01E-06	5,30E-04	3,15E-04	0,24	120,8 %	31,3 %
Kobber	2.87E-03	1.70E-03	5,20E-03	3,75E-03	0,64	712,5 %	485,9 %
Krom totalt (III + VI)	6.00E-04	3.99E-04	5,00E-04	5,00E-04	3,4		
Kvikksølv	6.90E-06	1.54E-06	ikke målt	ikke målt	0,048		
Nikkel	6.22E-03	4.17E-03	4,50E-03	3,75E-03	2,2	104,5 %	70,5 %
Sink	2.47E-03	1.69E-03	1,00E-03	1,00E-03	2,9		
Naftalen	1.08E-02	3.07E-03	2,96E-05	1,98E-05	2,4		
Acenaftylen	1.27E-02	1.90E-03	1,15E-06	7,97E-07	1,3		
Acenaften	4.84E-03	8.59E-04	1,80E-06	1,34E-06	3,8		
Fluoren	2.35E-03	5.48E-04	5,13E-06	3,27E-06	2,5		
Fenantren	9.17E-03	2.28E-03	2,29E-05	1,35E-05	1,3		
Antracen	2.27E-03	6.04E-04	3,71E-06	2,32E-06	0,11		
Fluoranten	2.56E-03	6.99E-04	4,24E-05	2,79E-05	0,12		
Pyren	4.92E-03	1.63E-03	2,37E-05	1,90E-05	0,023	2,9 %	
Benzo(a)antracen	3.39E-04	1.00E-04	5,44E-06	3,39E-06	0,012		
Krysen	4.52E-04	1.25E-04	5,51E-06	3,82E-06	0,07		
Benzo(b)fluoranten	4.18E-04	9.61E-05	1,29E-06	1,13E-06	0,03		
Benzo(k)fluoranten	3.90E-04	8.95E-05	1,27E-06	1,23E-06	0,027		
Benzo(a)pyren	3.61E-04	7.98E-05	7,46E-07	6,59E-07	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.94E-05	1.10E-05	7,35E-08	5,85E-08	0,002		
Dibenzo(a,h)antracen	1.74E-05	3.99E-06	5,56E-08	4,48E-08	0,03		
Benzo(ghi)perylen	6.74E-05	2.57E-05	1,27E-07	1,01E-07	0,002		
PCB 28	6.14E-07	6.14E-07	9,52E-09	5,86E-09			
PCB 52	1.84E-05	3.42E-06	2,16E-09	1,23E-09			
PCB 101	9.74E-06	1.27E-06	9,24E-10	6,21E-10			
PCB 118	4.72E-07	6.58E-08	3,55E-10	2,22E-10			
PCB 138	1.89E-05	2.46E-06	5,87E-10	3,94E-10			
PCB 153	1.54E-06	1.97E-07	3,06E-10	2,05E-10			
PCB 180	4.91E-06	6.22E-07	1,13E-10	8,95E-11			
Sum PCB7	5.46E-05	8.64E-06	1,40E-08	8,62E-09			
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	0,001		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.51E-03	4.31E-04	1,70E-05	9,00E-06	0,0002	7995,2 %	4185,7 %



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev.dato: 2011-10-24
Side: C12-1 / Rev.1
Vedlegg: C12

C12. STEDSSPESIFIKKE DATA FOR ALLE DELOMRÅDER

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\uten porevann\1 Høvringen dypere enn 20 m uten porevann.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.07	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	1201961	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	138983341	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		Minimalt areal pga minimal trafikk
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.02	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\uten porevann\1 Høvringen dypere enn 20 m uten porevann.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\uten porevann\1 Høvringen dypere enn 20 m uten porevann.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for sediment dypere enn 20 m
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\1 Høvringen grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.07	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	90632	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	138983341	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	130	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	100	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (Industrihavn og sand)
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	45316	50 % av sedimentarealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.1	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\1 Høvringen grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\1 Høvringen grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.7	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	311434	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	17030501	Grovt anslag av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		Ingen vurdering av oppvirvling for arealer dypere enn 20 m
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2\mu\text{m}$	ingen standard	0.13	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for sediment dypere enn 20 m
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.7	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	80815	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	17030501	Grovt anslag av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	15	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	1000	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (industrihavn med leirig sandig silt)
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	80815	Benytter hele arealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.05	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\2 Fagervika grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\3 Ilsvika øst.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.8	Snittverdi av analysene
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	62279	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	748942	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	3500	Hentes fra havnemyndigheter - Fiskebåter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	15	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (småbåthavn/sand)
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	62279	Hele arealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.01	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\3 Ilsvika øst.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\3 IIsvika øst.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\4 llabassenget.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.3	Snittverdi av analyseresultater
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	95464	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	582860	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	400	Hentes fra havnemyndigheter (270 større pr år + småbåter)
Mengde oppvirlvet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	1000	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	95464	Hele sedimentarealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.04	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\4 Ilabassenget.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for småbåthavn
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\4 Ilabassenget.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.96	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	375163	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	15894858	Grovt anslag av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter. Begrenset antall anløp i området
Mengde oppvirllet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		Begrenset areal i området
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.04	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ism}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for sediment dypere enn 20 m
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m^2]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m^2]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m^2]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør grunnere enn 20.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.96	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	142404	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	15894858	Anslått av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter. Begrenset antall anløp i området
Mengde oppvirllet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		Begrenset areal i området
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.04	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør grunnere enn 20.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\5 Brattøra sør grunnere enn 20.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.3	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	465106	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	17546035	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.03	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.3	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	258509	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	17546035	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	2251	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	200	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	258509	Hele sedimentareal over 20 m
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.03	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\6 Brattøra nord grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokestesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	2.29	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	95230	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	303877	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	1300	Hentes fra havnemyndigheter småbåter og munkholmbåten
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	150	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder silt + småbåthavn
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	95230	Hele sedimentarealet
Fraksjon suspendert f_{susp} = sedimentfraksjon < 2 μ m	ingen standard	0.086	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μ m, er $f = 0,05$)
Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømming av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF _r	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DE _{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,ised} [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk småbåthavn
Inntak av sediment, Di _{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DE _{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,sv} [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di _{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DE _{ipm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,ipm} [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di _{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				
Parametere for hudkontakt med sediment, DE _{Hsed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,hsed} [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA _{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD _{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB _{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET _{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DE _{Hsv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,hsv} [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA _{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET _{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IE _f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI _f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\8 Nidelva.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.9	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	234593	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	945943	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	600	Hentes fra havnemyndigheter (kail10-13 + småbåter)
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	100	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (sand + industrihavn)
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	234593	Hele sedimentarealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.07	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\8 Nidelva.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\8 Nidelva.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna rekreasjon.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.86	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	131386	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	855908	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	500	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	1000	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (siltig sand og industrihavn)
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	131386	Hele sedimentarealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.08	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna rekreasjon.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk rekreasjon
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	Arealbruk rekreasjon
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna rekreasjon.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.20E-02	Arealbruk rekreasjon
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	Arealbruk rekreasjon
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1.86	Snittverdi fra analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	131386	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	855908	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	500	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirlt sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	1000	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder (siltig sand og industrihavn)
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	131386	Hele sedimentarealet
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.08	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn/industri
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn/industri
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn/industri
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\9 Nyhavna.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn/industri
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m^2]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m^2]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuell for arealbruk havn/industri
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m^2]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.89	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	573756	
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	31873333	
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter ingen trafikk
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	573756	
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.02	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuelt dypere enn 20 m
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren dypere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	0.00E+00	0.00E+00	Ikke aktuelt dypere enn 20 m
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	0.89	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	171519	
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	31873333	
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter Badeplasser ingen anløp
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	171519	
Fraksjon suspendert $f_{susp} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.02	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\10 Ladehammeren grunnere enn 20 m.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\11 Munkholmen.xls1a. Stedsspesifikke data

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)	x		Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	1	Snittverdi av analyser
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0.8	0.8	
Porøsitet, ϵ	0.7	0.7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	4980297	Beregnet av NGI
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	365907161	Beregnet av NGI
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard		

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard		Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirlt sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard		Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard		
Fraksjon suspendert $f_{\text{susp}} = \text{sedimentfraksjon} < 2 \mu\text{m}$	ingen standard	0.07	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm , er $f = 0,05$)

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\11 Munkholmen.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0.25	0.25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0.47	0.47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1.3	1.3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.35	0.35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1			
Matriksfaktor, mf	0.15	0.15			
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0.00003	0.00003			
Kontaminert fraksjon, KF_f	0.5	0.5			
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0.00035	0.001	0.00035	0.001	
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0.05	0.05	0.05	0.05	
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				

P:\2008\17\20081794\Risikovurdering\Trinn 2\Med biota og porevann\11 Munkholmen.xls1a. Stedsspesifikke data

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sed}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m ²]	0.28	0.17	0.28	0.17	
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m ²]	0.0375	0.0051	0.0375	0.0051	
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0.005	0.010	0.005	0.01	
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8	
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,h_{sv}}$ [d/d]	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	8.22E-02	
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m ²]	1.80	0.95	1.8	0.95	
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2	
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0.138	0.028	0.138	0.028	



Dokumentnr.: 20081794-00-52-R
Dato: 2011-07-05
Rev. dato: 2011-10-24
Side: C13-1 /Rev. 1
Vedlegg: C13

C13. SPREDNING FRA TILSTANDSKLASSE 3 SEDIMENT

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot} , maks (mg/m ² /år)	F _{tot} , middel (mg/m ² /år)		Maks	Middel
	Arsen	1.54E+02		1.54E+02	5.40E+01
Bly	2.56E+00	1.62E+00	6.19E+00		
Kadmium	5.54E-01	5.43E-01	1.81E-01	207 %	200 %
Kobber	3.07E+00	2.19E+00	1.25E+01		
Krom totalt (III + VI)	3.06E+00	2.75E+00	3.66E+01		
Kvikksølv	3.19E-02	8.93E-03	5.91E-02		
Nikkel	1.41E+01	1.40E+01	3.30E+01		
Sink	3.56E+01	3.30E+01	3.73E+01		
Naftalen	5.07E+00	3.68E+00	1.42E+02		
Acenaftylen	2.71E-01	1.72E-01	7.38E+00		
Acenaften	5.59E+00	2.90E+00	1.49E+01		
Fluoren	2.86E+01	1.73E+01	1.42E+01	102 %	22 %
Fenantren	1.73E+02	9.12E+01	1.19E+01	1352 %	664 %
Antracen	3.40E+01	1.66E+01	5.99E-01	5572 %	2673 %
Fluoranten	5.48E+02	2.31E+02	7.99E-01	68481 %	28765 %
Pyren	2.28E+02	1.14E+02	2.84E+00	7921 %	3906 %
Benzo(a)antracen	9.57E+01	5.55E+01	1.14E-01	83586 %	48431 %
Krysen	8.61E+02	4.34E+02	9.85E-01	87334 %	43952 %
Benzo(b)fluoranten	6.93E+01	3.95E+01	5.66E-01	12147 %	6883 %
Benzo(k)fluoranten	4.50E+01	2.28E+01	5.06E-01	8780 %	4408 %
Benzo(a)pyren	3.01E+01	1.67E+01	9.68E-01	3006 %	1628 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.24E+00	1.72E+00	3.88E-02	10837 %	4328 %
Dibenzo(a,h)antracen	1.95E+00	1.11E+00	5.81E-01	235 %	91 %
Benzo(ghi)perylene	2.26E+01	1.11E+01	3.89E-02	57970 %	28467 %
PCB 28	1.43E-04	1.43E-04			
PCB 52	3.59E-04	1.76E-04			
PCB 101	2.14E-04	1.15E-04			
PCB 118	1.32E-04	4.53E-05			
PCB 138	5.10E-04	2.38E-04			
PCB 153	2.76E-04	1.39E-04			
PCB 180	1.76E-04	8.13E-05			
Sum PCB7	1.81E-03	9.38E-04			
DDT	mangler	mangler	1.91E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.23E-01	9.02E-02	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK 3 og TK4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot} , maks (mg/m ² /år)	F _{tot} , middel (mg/m ² /år)		Maks	Middel
	Arsen	1.54E+02		1.54E+02	7.89E+01
Bly	2.56E+00	1.62E+00	7.46E+00		
Kadmium	5.54E-01	5.43E-01	1.04E+00		
Kobber	3.07E+00	2.19E+00	1.35E+01		
Krom totalt (III + VI)	3.06E+00	2.75E+00	3.85E+02		
Kvikksølv	3.19E-02	8.93E-03	8.07E-02		
Nikkel	1.41E+01	1.40E+01	8.61E+01		
Sink	3.56E+01	3.30E+01	6.12E+01		
Naftalen	5.07E+00	3.68E+00	4.90E+02		
Acenaftylen	2.71E-01	1.72E-01	1.90E+01		
Acenaften	5.59E+00	2.90E+00	3.36E+01		
Fluoren	2.86E+01	1.73E+01	2.78E+01	3 %	
Fenantren	1.73E+02	9.12E+01	2.86E+01	505 %	218 %
Antracen	3.40E+01	1.66E+01	1.93E+00	1658 %	760 %
Fluoranten	5.48E+02	2.31E+02	6.11E+00	8868 %	3675 %
Pyren	2.28E+02	1.14E+02	2.84E+01	702 %	301 %
Benzo(a)antracen	9.57E+01	5.55E+01	1.72E-01	55691 %	32254 %
Krysen	8.61E+02	4.34E+02	9.85E-01	87334 %	43952 %
Benzo(b)fluoranten	6.93E+01	3.95E+01	1.15E+00	5898 %	3320 %
Benzo(k)fluoranten	4.50E+01	2.28E+01	1.16E+00	3785 %	1872 %
Benzo(a)pyren	3.01E+01	1.67E+01	1.91E+00	1472 %	774 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.24E+00	1.72E+00	5.78E-02	7244 %	2873 %
Dibenzo(a,h)antracen	1.95E+00	1.11E+00	1.18E+00	65 %	
Benzo(ghi)perylene	2.26E+01	1.11E+01	5.75E-02	39238 %	19252 %
PCB 28	1.43E-04	1.43E-04			
PCB 52	3.59E-04	1.76E-04			
PCB 101	2.14E-04	1.15E-04			
PCB 118	1.32E-04	4.53E-05			
PCB 138	5.10E-04	2.38E-04			
PCB 153	2.76E-04	1.39E-04			
PCB 180	1.76E-04	8.13E-05			
Sum PCB7	1.81E-03	9.38E-04			
DDT	mangler	mangler	4.68E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.23E-01	9.02E-02	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	1.54E+02	1.54E+02	5.25E+01	194 %	193 %
Bly	7.79E-01	7.37E-01	3.81E+00		
Kadmium	5.50E-01	5.35E-01	1.06E-01	419 %	405 %
Kobber	1.38E+00	1.34E+00	1.10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.20E+00	2.19E+00	2.05E+01		
Kvikksølv	4.61E-02	2.00E-02	4.10E-02	12 %	
Nikkel	1.37E+01	1.36E+01	3.17E+01		
Sink	4.29E+01	3.43E+01	2.70E+01	59 %	27 %
Naftalen	2.88E+00	2.87E+00	1.42E+02		
Acenaftilen	1.11E-01	1.05E-01	7.38E+00		
Acenaften	4.34E-01	4.08E-01	1.49E+01		
Fluoren	1.39E+00	1.36E+00	1.42E+01		
Fenantren	6.41E+00	6.24E+00	1.19E+01		
Antracen	1.51E+00	1.43E+00	5.98E-01	153 %	139 %
Fluoranten	3.98E+00	3.43E+00	7.94E-01	401 %	332 %
Pyren	3.71E+00	3.41E+00	2.83E+00	31 %	21 %
Benzo(a)antracen	1.13E+00	9.47E-01	1.13E-01	905 %	741 %
Krysen	1.02E+01	7.05E+00	9.77E-01	944 %	622 %
Benzo(b)fluoranten	1.89E+00	1.26E+00	5.59E-01	239 %	125 %
Benzo(k)fluoranten	1.05E+00	7.07E-01	5.00E-01	110 %	41 %
Benzo(a)pyren	6.93E-01	4.49E-01	9.55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.55E-01	1.43E-01	3.74E-02	580 %	283 %
Dibenzo(a,h)antracen	7.24E-02	4.30E-02	5.64E-01		
Benzo(ghi)perylene	1.38E+00	5.99E-01	3.83E-02	3494 %	1462 %
PCB 28	1.35E-04	1.35E-04			
PCB 52	4.05E-05	4.05E-05			
PCB 101	1.80E-05	1.80E-05			
PCB 118	9.30E-06	9.30E-06			
PCB 138	1.27E-05	9.69E-06			
PCB 153	1.11E-05	7.28E-06			
PCB 180	3.62E-06	3.62E-06			
Sum PCB7	2.31E-04	2.24E-04			
DDT	mangler	mangler	1.85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	9.71E-02	7.89E-02	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grense TK3 og TK4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	1.54E+02	1.54E+02	7.67E+01	101 %	100 %
Bly	7.79E-01	7.37E-01	4.59E+00		
Kadmium	5.50E-01	5.35E-01	6.11E-01		
Kobber	1.38E+00	1.34E+00	1.19E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.20E+00	2.19E+00	2.16E+02		
Kvikksølv	4.61E-02	2.00E-02	5.60E-02		
Nikkel	1.37E+01	1.36E+01	8.26E+01		
Sink	4.29E+01	3.43E+01	4.43E+01		
Naftalen	2.88E+00	2.87E+00	4.90E+02		
Acenaftilen	1.11E-01	1.05E-01	1.90E+01		
Acenaften	4.34E-01	4.08E-01	3.36E+01		
Fluoren	1.39E+00	1.36E+00	2.78E+01		
Fenantren	6.41E+00	6.24E+00	2.86E+01		
Antracen	1.51E+00	1.43E+00	1.93E+00		
Fluoranten	3.98E+00	3.43E+00	6.07E+00		
Pyren	3.71E+00	3.41E+00	2.83E+01		
Benzo(a)antracen	1.13E+00	9.47E-01	1.69E-01	570 %	461 %
Krysen	1.02E+01	7.05E+00	9.77E-01	944 %	622 %
Benzo(b)fluoranten	1.89E+00	1.26E+00	1.14E+00	66 %	10 %
Benzo(k)fluoranten	1.05E+00	7.07E-01	1.14E+00		
Benzo(a)pyren	6.93E-01	4.49E-01	1.89E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.55E-01	1.43E-01	5.58E-02	357 %	157 %
Dibenzo(a,h)antracen	7.24E-02	4.30E-02	1.15E+00		
Benzo(ghi)perylene	1.38E+00	5.99E-01	5.66E-02	2335 %	958 %
PCB 28	1.35E-04	1.35E-04			
PCB 52	4.05E-05	4.05E-05			
PCB 101	1.80E-05	1.80E-05			
PCB 118	9.30E-06	9.30E-06			
PCB 138	1.27E-05	9.69E-06			
PCB 153	1.11E-05	7.28E-06			
PCB 180	3.62E-06	3.62E-06			
Sum PCB7	2.31E-04	2.24E-04			
DDT	mangler	mangler	4.54E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	9.71E-02	7.89E-02	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK3 og TK 4(mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel		F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.89E+02	2.75E+02	5.35E+01	441 %	415 %	Arsen	2.89E+02	2.75E+02	7.81E+01	270 %	252 %
Bly	3.41E+01	1.44E+01	5.35E+00	538 %	169 %	Bly	3.41E+01	1.44E+01	6.45E+00	429 %	123 %
Kadmium	9.57E-01	7.43E-01	1.54E-01	520 %	382 %	Kadmium	9.57E-01	7.43E-01	8.90E-01	8 %	
Kobber	5.70E+01	2.70E+01	1.20E+01	375 %	125 %	Kobber	5.70E+01	2.70E+01	1.29E+01	340 %	108 %
Krom totalt (III + VI)	4.27E+00	3.22E+00	3.09E+01			Krom totalt (III + VI)	4.27E+00	3.22E+00	3.25E+02		
Kvikksølv	6.61E-02	2.88E-02	5.27E-02	25 %		Kvikksølv	6.61E-02	2.88E-02	7.20E-02		
Nikkel	6.76E+00	5.53E+00	3.25E+01			Nikkel	6.76E+00	5.53E+00	8.49E+01		
Sink	2.00E+02	9.65E+01	3.37E+01	492 %	186 %	Sink	2.00E+02	9.65E+01	5.52E+01	261 %	75 %
Naftalen	6.55E-01	6.16E-01	1.42E+02			Naftalen	6.55E-01	6.16E-01	4.90E+02		
Acenaftalen	3.81E-02	2.91E-02	7.38E+00			Acenaftalen	3.81E-02	2.91E-02	1.90E+01		
Acenaften	1.45E-01	9.81E-02	1.49E+01			Acenaften	1.45E-01	9.81E-02	3.36E+01		
Fluoren	5.34E-01	2.85E-01	1.42E+01			Fluoren	5.34E-01	2.85E-01	2.78E+01		
Fenantren	1.68E+00	8.15E-01	1.19E+01			Fenantren	1.68E+00	8.15E-01	2.86E+01		
Antracen	4.12E-01	1.94E-01	5.99E-01			Antracen	4.12E-01	1.94E-01	1.93E+00		
Fluoranten	1.32E+00	4.07E-01	7.97E-01	66 %		Fluoranten	1.32E+00	4.07E-01	6.10E+00		
Pyren	5.97E-01	2.63E-01	2.84E+00			Pyren	5.97E-01	2.63E-01	2.84E+01		
Benzo(a)antracen	6.62E-02	2.49E-02	1.14E-01			Benzo(a)antracen	6.62E-02	2.49E-02	1.71E-01		
Krysen	5.56E-02	3.89E-02	9.82E-01			Krysen	5.56E-02	3.89E-02	9.82E-01		
Benzo(b)fluoranten	1.19E+00	2.23E-01	5.63E-01	112 %		Benzo(b)fluoranten	1.19E+00	2.23E-01	1.15E+00	4 %	
Benzo(k)fluoranten	1.18E-01	3.81E-02	5.04E-01			Benzo(k)fluoranten	1.18E-01	3.81E-02	1.15E+00		
Benzo(a)pyren	7.94E-02	2.50E-02	9.63E-01			Benzo(a)pyren	7.94E-02	2.50E-02	1.90E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.05E-02	6.06E-03	3.83E-02			Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.05E-02	6.06E-03	5.71E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	8.96E-03	2.86E-03	5.75E-01			Dibenzo(a,h)antracen	8.96E-03	2.86E-03	1.17E+00		
Benzo(ghi)perylene	2.73E-02	8.44E-03	3.87E-02			Benzo(ghi)perylene	2.73E-02	8.44E-03	5.72E-02		
PCB 28	2.37E-04	2.37E-04				PCB 28	2.37E-04	2.37E-04			
PCB 52	1.38E-03	5.17E-04				PCB 52	1.38E-03	5.17E-04			
PCB 101	6.53E-04	2.54E-04				PCB 101	6.53E-04	2.54E-04			
PCB 118	3.80E-04	1.44E-04				PCB 118	3.80E-04	1.44E-04			
PCB 138	1.16E-03	4.04E-04				PCB 138	1.16E-03	4.04E-04			
PCB 153	3.62E-04	1.33E-04				PCB 153	3.62E-04	1.33E-04			
PCB 180	1.86E-04	6.80E-05				PCB 180	1.86E-04	6.80E-05			
Sum PCB7	4.35E-03	1.76E-03				Sum PCB7	4.35E-03	1.76E-03			
DDT	mangler	mangler	1.89E-02			DDT	mangler	mangler	4.64E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	2.12E-03	1.94E-03	1.15E+01			Tributyltinn (TBT-ion)	2.12E-03	1.94E-03	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK 3 og TK4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel		F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	3.20E+02	3.20E+02	5.25E+01	510 %	510 %	Arsen	3.20E+02	3.20E+02	7.67E+01	317 %	317 %
Bly	7.19E-01	7.15E-01	3.81E+00			Bly	7.19E-01	7.15E-01	4.59E+00		
Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	1.06E-01	400 %	400 %	Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	6.11E-01		
Kobber	1.33E+00	1.33E+00	1.10E+01			Kobber	1.33E+00	1.33E+00	1.19E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.05E+01			Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.16E+02		
Kvikksølv	3.65E-02	3.16E-02	4.10E-02			Kvikksølv	3.65E-02	3.16E-02	5.60E-02		
Nikkel	4.87E+00	4.87E+00	3.17E+01			Nikkel	4.87E+00	4.87E+00	8.26E+01		
Sink	5.65E+00	5.58E+00	2.70E+01			Sink	5.65E+00	5.58E+00	4.43E+01		
Naftalen	2.07E-01	2.06E-01	1.42E+02			Naftalen	2.07E-01	2.06E-01	4.90E+02		
Acenaftalen	2.39E-03	2.36E-03	7.38E+00			Acenaftalen	2.39E-03	2.36E-03	1.90E+01		
Acenaften	2.98E-02	2.95E-02	1.49E+01			Acenaften	2.98E-02	2.95E-02	3.36E+01		
Fluoren	4.81E-02	4.73E-02	1.42E+01			Fluoren	4.81E-02	4.73E-02	2.78E+01		
Fenantren	1.18E-01	1.15E-01	1.19E+01			Fenantren	1.18E-01	1.15E-01	2.86E+01		
Antracen	3.85E-02	3.74E-02	5.98E-01			Antracen	3.85E-02	3.74E-02	1.93E+00		
Fluoranten	7.04E-02	6.32E-02	7.94E-01			Fluoranten	7.04E-02	6.32E-02	6.07E+00		
Pyren	6.99E-02	6.20E-02	2.83E+00			Pyren	6.99E-02	6.20E-02	2.83E+01		
Benzo(a)antracen	1.12E-02	8.15E-03	1.13E-01			Benzo(a)antracen	1.12E-02	8.15E-03	1.69E-01		
Krysen	2.08E-02	1.45E-02	9.77E-01			Krysen	2.08E-02	1.45E-02	9.77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1.97E-02	1.18E-02	5.59E-01			Benzo(b)fluoranten	1.97E-02	1.18E-02	1.14E+00		
Benzo(k)fluoranten	1.56E-02	9.79E-03	5.00E-01			Benzo(k)fluoranten	1.56E-02	9.79E-03	1.14E+00		
Benzo(a)pyren	7.92E-03	4.80E-03	9.55E-01			Benzo(a)pyren	7.92E-03	4.80E-03	1.89E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.48E-03	9.45E-04	3.74E-02			Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.48E-03	9.45E-04	5.58E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	1.05E-03	7.54E-04	5.64E-01			Dibenzo(a,h)antracen	1.05E-03	7.54E-04	1.15E+00		
Benzo(ghi)perylene	3.00E-03	2.07E-03	3.83E-02			Benzo(ghi)perylene	3.00E-03	2.07E-03	5.66E-02		
PCB 28	6.16E-05	6.16E-05				PCB 28	6.16E-05	6.16E-05			
PCB 52	1.73E-04	7.88E-05				PCB 52	1.73E-04	7.88E-05			
PCB 101	1.01E-05	7.06E-06				PCB 101	1.01E-05	7.06E-06			
PCB 118	6.70E-06	4.48E-06				PCB 118	6.70E-06	4.48E-06			
PCB 138	8.77E-06	5.71E-06				PCB 138	8.77E-06	5.71E-06			
PCB 153	5.31E-06	3.70E-06				PCB 153	5.31E-06	3.70E-06			
PCB 180	3.67E-06	2.15E-06				PCB 180	3.67E-06	2.15E-06			
Sum PCB7	2.69E-04	1.63E-04				Sum PCB7	2.69E-04	1.63E-04			
DDT	mangler	mangler	1.85E-02			DDT	mangler	mangler	4.54E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	3.67E-03	3.63E-03	1.15E+01			Tributyltinn (TBT-ion)	3.67E-03	3.63E-03	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grense TK 3 og TK4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel		F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	3.39E+01	2.86E+01	5.35E+01			Arsen	3.39E+01	2.86E+01	7.81E+01		
Bly	1.62E+01	1.02E+01	5.22E+00	211 %	95 %	Bly	1.62E+01	1.02E+01	6.29E+00	158 %	62 %
Kadmium	7.50E-01	6.07E-01	1.50E-01	400 %	305 %	Kadmium	7.50E-01	6.07E-01	8.66E-01		
Kobber	6.49E+00	2.97E+00	1.19E+01			Kobber	6.49E+00	2.97E+00	1.29E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.27E+01	7.06E+00	3.00E+01			Krom totalt (III + VI)	2.27E+01	7.06E+00	3.16E+02		
Kvikksølv	4.02E-01	8.05E-02	5.17E-02	678 %	56 %	Kvikksølv	4.02E-01	8.05E-02	7.06E-02	470 %	14 %
Nikkel	2.83E+01	2.76E+01	3.26E+01			Nikkel	2.83E+01	2.76E+01	8.49E+01		
Sink	1.91E+02	1.47E+02	3.32E+01	475 %	343 %	Sink	1.91E+02	1.47E+02	5.43E+01	251 %	170 %
Naftalen	5.15E-01	4.96E-01	1.42E+02			Naftalen	5.15E-01	4.96E-01	4.91E+02		
Acenaftalen	6.88E-03	6.76E-03	7.40E+00			Acenaftalen	6.88E-03	6.76E-03	1.91E+01		
Acenaften	3.68E-02	2.94E-02	1.50E+01			Acenaften	3.68E-02	2.94E-02	3.37E+01		
Fluoren	8.40E-02	7.35E-02	1.42E+01			Fluoren	8.40E-02	7.35E-02	2.79E+01		
Fenantren	3.52E-01	2.76E-01	1.20E+01			Fenantren	3.52E-01	2.76E-01	2.87E+01		
Antracene	6.66E-02	5.93E-02	6.00E-01			Antracene	6.66E-02	5.93E-02	1.94E+00		
Fluoranten	4.30E-01	2.40E-01	7.99E-01			Fluoranten	4.30E-01	2.40E-01	6.11E+00		
Pyren	4.00E-01	2.80E-01	2.84E+00			Pyren	4.00E-01	2.80E-01	2.84E+01		
Benzo(a)antracene	9.50E-02	4.37E-02	1.14E-01			Benzo(a)antracene	9.50E-02	4.37E-02	1.71E-01		
Krysen	2.19E-01	9.94E-02	9.83E-01			Krysen	2.19E-01	9.94E-02	9.83E-01		
Benzo(b)fluoranten	3.16E-01	1.21E-01	5.63E-01			Benzo(b)fluoranten	3.16E-01	1.21E-01	1.15E+00		
Benzo(k)fluoranten	8.38E-02	5.08E-02	5.04E-01			Benzo(k)fluoranten	8.38E-02	5.08E-02	1.15E+00		
Benzo(a)pyren	5.99E-02	2.68E-02	9.63E-01			Benzo(a)pyren	5.99E-02	2.68E-02	1.90E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.23E-02	1.29E-02	3.83E-02			Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.23E-02	1.29E-02	5.70E-02		
Dibenzo(a,h)antracene	1.92E-02	7.11E-03	5.75E-01			Dibenzo(a,h)antracene	1.92E-02	7.11E-03	1.17E+00		
Benzo(ghi)perylene	4.29E-02	1.63E-02	3.87E-02	11 %		Benzo(ghi)perylene	4.29E-02	1.63E-02	5.71E-02		
PCB 28	8.59E-04	8.59E-04				PCB 28	8.59E-04	8.59E-04			
PCB 52	4.93E-04	3.08E-04				PCB 52	4.93E-04	3.08E-04			
PCB 101	1.62E-04	9.84E-05				PCB 101	1.62E-04	9.84E-05			
PCB 118	1.04E-04	6.14E-05				PCB 118	1.04E-04	6.14E-05			
PCB 138	1.23E-04	6.77E-05				PCB 138	1.23E-04	6.77E-05			
PCB 153	8.22E-05	4.56E-05				PCB 153	8.22E-05	4.56E-05			
PCB 180	3.72E-05	2.19E-05				PCB 180	3.72E-05	2.19E-05			
Sum PCB7	1.86E-03	1.46E-03				Sum PCB7	1.86E-03	1.46E-03			
DDT	mangler	mangler	1.89E-02			DDT	mangler	mangler	4.63E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	7.00E-03	6.11E-03	1.16E+01			Tributyltinn (TBT-ion)	7.00E-03	6.11E-03	1.16E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.41E+02	2.33E+02	7.05E+01	241 %	231 %
Bly	9.81E+01	3.18E+01	3.17E+01	210 %	0 %
Kadmium	1.05E+00	8.35E-01	9.79E-01	7 %	
Kobber	4.16E+01	2.20E+01	2.83E+01	47 %	
Krom totalt (III + VI)	2.07E+01	1.46E+01	2.09E+02		
Kvikksølv	2.69E-01	9.92E-02	2.53E-01	6 %	
Nikkel	1.74E+01	1.43E+01	4.76E+01		
Sink	2.53E+02	2.04E+02	1.48E+02	71 %	37 %
Naftalen	4.29E-01	4.18E-01	1.44E+02		
Acenaftylen	1.68E-02	1.34E-02	7.50E+00		
Acenaften	6.26E-02	4.38E-02	1.52E+01		
Fluoren	8.68E-02	6.59E-02	1.45E+01		
Fenantren	5.26E-01	3.25E-01	1.23E+01		
Antracen	1.15E-01	6.96E-02	6.17E-01		
Fluoranten	5.48E-01	3.73E-01	8.61E-01		
Pyren	5.29E-01	3.80E-01	2.96E+00		
Benzo(a)antracen	1.55E-01	1.13E-01	1.34E-01	16 %	
Krysen	2.46E-01	1.86E-01	1.08E+00		
Benzo(b)fluoranten	2.94E-01	1.72E-01	6.42E-01		
Benzo(k)fluoranten	1.58E-01	1.09E-01	5.73E-01		
Benzo(a)pyren	1.25E-01	8.46E-02	1.10E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8.90E-02	5.26E-02	5.34E-02	67 %	
Dibenzo(a,h)antracen	3.08E-02	1.70E-02	7.65E-01		
Benzo(ghi)perylene	8.97E-02	5.80E-02	4.55E-02	97 %	27 %
PCB 28	2.42E-04	2.42E-04			
PCB 52	1.87E-03	7.60E-04			
PCB 101	1.87E-03	8.52E-04			
PCB 118	2.23E-03	9.23E-04			
PCB 138	8.73E-03	3.69E-03			
PCB 153	8.73E-03	3.53E-03			
PCB 180	5.03E-03	2.11E-03			
Sum PCB7	2.87E-02	1.21E-02			
DDT	mangler	mangler	2.53E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	8.55E-02	3.52E-02	1.18E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK3 og TK4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.41E+02	2.33E+02	1.03E+02	133 %	126 %
Bly	9.81E+01	3.18E+01	3.82E+01	157 %	
Kadmium	1.05E+00	8.35E-01	5.65E+00		
Kobber	4.16E+01	2.20E+01	3.05E+01	36 %	
Krom totalt (III + VI)	2.07E+01	1.46E+01	2.20E+03		
Kvikksølv	2.69E-01	9.92E-02	3.45E-01		
Nikkel	1.74E+01	1.43E+01	1.24E+02		
Sink	2.53E+02	2.04E+02	2.43E+02	4 %	
Naftalen	4.29E-01	4.18E-01	4.97E+02		
Acenaftylen	1.68E-02	1.34E-02	1.93E+01		
Acenaften	6.26E-02	4.38E-02	3.42E+01		
Fluoren	8.68E-02	6.59E-02	2.84E+01		
Fenantren	5.26E-01	3.25E-01	2.94E+01		
Antracen	1.15E-01	6.96E-02	1.99E+00		
Fluoranten	5.48E-01	3.73E-01	6.58E+00		
Pyren	5.29E-01	3.80E-01	2.96E+01		
Benzo(a)antracen	1.55E-01	1.13E-01	2.01E-01		
Krysen	2.46E-01	1.86E-01	1.08E+00		
Benzo(b)fluoranten	2.94E-01	1.72E-01	1.31E+00		
Benzo(k)fluoranten	1.58E-01	1.09E-01	1.31E+00		
Benzo(a)pyren	1.25E-01	8.46E-02	2.17E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8.90E-02	5.26E-02	7.95E-02	12 %	
Dibenzo(a,h)antracen	3.08E-02	1.70E-02	1.56E+00		
Benzo(ghi)perylene	8.97E-02	5.80E-02	6.72E-02	33 %	
PCB 28	2.42E-04	2.42E-04			
PCB 52	1.87E-03	7.60E-04			
PCB 101	1.87E-03	8.52E-04			
PCB 118	2.23E-03	9.23E-04			
PCB 138	8.73E-03	3.69E-03			
PCB 153	8.73E-03	3.53E-03			
PCB 180	5.03E-03	2.11E-03			
Sum PCB7	2.87E-02	1.21E-02			
DDT	mangler	mangler	6.21E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	8.55E-02	3.52E-02	1.18E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	6.20E+01	6.20E+01	5.25E+01	18 %	18 %
Bly	1.63E+00	1.61E+00	3.81E+00		
Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	1.06E-01	400 %	400 %
Kobber	1.33E+00	1.32E+00	1.10E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.05E+01		
Kvikksølv	1.95E-02	4.24E-03	4.10E-02		
Nikkel	1.32E+01	1.32E+01	3.17E+01		
Sink	4.71E+01	4.52E+01	2.70E+01	74 %	67 %
Naftalen	6.95E-01	6.93E-01	1.42E+02		
Acenaftilen	6.48E-03	5.80E-03	7.38E+00		
Acenaften	4.53E-02	4.32E-02	1.49E+01		
Fluoren	9.60E-02	8.30E-02	1.42E+01		
Fenantren	3.67E-01	2.79E-01	1.19E+01		
Antracen	5.79E-02	4.09E-02	5.98E-01		
Fluoranten	2.29E-01	9.83E-02	7.94E-01		
Pyren	1.82E-01	1.04E-01	2.83E+00		
Benzo(a)antracen	5.38E-02	1.37E-02	1.13E-01		
Krysen	1.65E-01	3.99E-02	9.77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1.70E-01	3.95E-02	5.59E-01		
Benzo(k)fluoranten	1.38E-01	3.07E-02	5.00E-01		
Benzo(a)pyren	6.89E-02	1.61E-02	9.55E-01		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.06E-02	2.63E-03	3.74E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	7.64E-03	1.75E-03	5.64E-01		
Benzo(ghi)perylene	1.75E-02	4.57E-03	3.83E-02		
PCB 28	6.98E-05	6.98E-05			
PCB 52	3.31E-05	1.27E-05			
PCB 101	1.02E-05	3.67E-06			
PCB 118	3.97E-06	1.43E-06			
PCB 138	7.64E-06	2.61E-06			
PCB 153	4.87E-06	1.66E-06			
PCB 180	3.16E-06	1.06E-06			
Sum PCB7	1.33E-04	9.30E-05			
DDT	mangler	mangler	1.85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.81E-03	1.78E-03	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi mellom tilstandsklasse 3 og 4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	6.20E+01	6.20E+01	7.67E+01		
Bly	1.63E+00	1.61E+00	4.59E+00		
Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	6.11E-01		
Kobber	1.33E+00	1.32E+00	1.19E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.16E+02		
Kvikksølv	1.95E-02	4.24E-03	5.60E-02		
Nikkel	1.32E+01	1.32E+01	8.26E+01		
Sink	4.71E+01	4.52E+01	4.43E+01	6 %	2 %
Naftalen	6.95E-01	6.93E-01	4.90E+02		
Acenaftilen	6.48E-03	5.80E-03	1.90E+01		
Acenaften	4.53E-02	4.32E-02	3.36E+01		
Fluoren	9.60E-02	8.30E-02	2.78E+01		
Fenantren	3.67E-01	2.79E-01	2.86E+01		
Antracen	5.79E-02	4.09E-02	1.93E+00		
Fluoranten	2.29E-01	9.83E-02	6.07E+00		
Pyren	1.82E-01	1.04E-01	2.83E+01		
Benzo(a)antracen	5.38E-02	1.37E-02	1.69E-01		
Krysen	1.65E-01	3.99E-02	9.77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1.70E-01	3.95E-02	1.14E+00		
Benzo(k)fluoranten	1.38E-01	3.07E-02	1.14E+00		
Benzo(a)pyren	6.89E-02	1.61E-02	1.89E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.06E-02	2.63E-03	5.58E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	7.64E-03	1.75E-03	1.15E+00		
Benzo(ghi)perylene	1.75E-02	4.57E-03	5.66E-02		
PCB 28	6.98E-05	6.98E-05			
PCB 52	3.31E-05	1.27E-05			
PCB 101	1.02E-05	3.67E-06			
PCB 118	3.97E-06	1.43E-06			
PCB 138	7.64E-06	2.61E-06			
PCB 153	4.87E-06	1.66E-06			
PCB 180	3.16E-06	1.06E-06			
Sum PCB7	1.33E-04	9.30E-05			
DDT	mangler	mangler	4.54E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	1.81E-03	1.78E-03	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK 3 og TK 4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel		F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	9.33E+01	9.33E+01	5.25E+01	78 %	78 %	Arsen	9.33E+01	9.33E+01	7.67E+01	22 %	22 %
Bly	3.94E+00	3.85E+00	3.81E+00	4 %	1 %	Bly	3.94E+00	3.85E+00	4.59E+00		
Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	1.06E-01	400 %	400 %	Kadmium	5.30E-01	5.30E-01	6.11E-01		
Kobber	1.32E+00	1.32E+00	1.10E+01			Kobber	1.32E+00	1.32E+00	1.19E+01		
Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.05E+01			Krom totalt (III + VI)	2.19E+00	2.19E+00	2.16E+02		
Kvikksølv	4.23E-02	1.89E-02	4.10E-02	3 %		Kvikksølv	4.23E-02	1.89E-02	5.60E-02		
Nikkel	1.17E+01	1.17E+01	3.17E+01			Nikkel	1.17E+01	1.17E+01	8.26E+01		
Sink	7.25E+01	7.01E+01	2.70E+01	168 %	159 %	Sink	7.25E+01	7.01E+01	4.43E+01	64 %	58 %
Naftalen	1.41E-01	1.39E-01	1.42E+02			Naftalen	1.41E-01	1.39E-01	4.90E+02		
Acenaftalen	6.27E-03	6.02E-03	7.38E+00			Acenaftalen	6.27E-03	6.02E-03	1.90E+01		
Acenaften	2.99E-02	2.44E-02	1.49E+01			Acenaften	2.99E-02	2.44E-02	3.36E+01		
Fluoren	5.86E-02	4.47E-02	1.42E+01			Fluoren	5.86E-02	4.47E-02	2.78E+01		
Fenantren	2.30E-01	1.90E-01	1.19E+01			Fenantren	2.30E-01	1.90E-01	2.86E+01		
Antracene	4.39E-02	3.94E-02	5.98E-01			Antracene	4.39E-02	3.94E-02	1.93E+00		
Fluoranten	1.12E-01	7.73E-02	7.94E-01			Fluoranten	1.12E-01	7.73E-02	6.07E+00		
Pyren	1.77E-01	1.52E-01	2.83E+00			Pyren	1.77E-01	1.52E-01	2.83E+01		
Benzo(a)antracene	2.76E-02	1.60E-02	1.13E-01			Benzo(a)antracene	2.76E-02	1.60E-02	1.69E-01		
Krysen	1.14E-01	6.17E-02	9.77E-01			Krysen	1.14E-01	6.17E-02	9.77E-01		
Benzo(b)fluoranten	1.51E-01	7.67E-02	5.59E-01			Benzo(b)fluoranten	1.51E-01	7.67E-02	1.14E+00		
Benzo(k)fluoranten	9.93E-02	5.38E-02	5.00E-01			Benzo(k)fluoranten	9.93E-02	5.38E-02	1.14E+00		
Benzo(a)pyren	6.39E-02	3.33E-02	9.55E-01			Benzo(a)pyren	6.39E-02	3.33E-02	1.89E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.24E-02	6.76E-03	3.74E-02			Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.24E-02	6.76E-03	5.58E-02		
Dibenzo(a,h)antracene	7.09E-03	3.78E-03	5.64E-01			Dibenzo(a,h)antracene	7.09E-03	3.78E-03	1.15E+00		
Benzo(ghi)perylene	3.27E-02	1.74E-02	3.83E-02			Benzo(ghi)perylene	3.27E-02	1.74E-02	5.66E-02		
PCB 28	1.29E-04	1.29E-04				PCB 28	1.29E-04	1.29E-04			
PCB 52	5.18E-05	2.25E-05				PCB 52	5.18E-05	2.25E-05			
PCB 101	3.88E-05	2.15E-05				PCB 101	3.88E-05	2.15E-05			
PCB 118	1.06E-05	5.15E-06				PCB 118	1.06E-05	5.15E-06			
PCB 138	2.27E-05	1.51E-05				PCB 138	2.27E-05	1.51E-05			
PCB 153	1.18E-05	8.99E-06				PCB 153	1.18E-05	8.99E-06			
PCB 180	4.05E-06	3.04E-06				PCB 180	4.05E-06	3.04E-06			
Sum PCB7	2.69E-04	2.05E-04				Sum PCB7	2.69E-04	2.05E-04			
DDT	mangler	mangler	1.85E-02			DDT	mangler	mangler	4.54E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	3.84E-03	3.65E-03	1.15E+01			Tributyltinn (TBT-ion)	3.84E-03	3.65E-03	1.15E+01		

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom C _{sed} er lik grenseverdi TK 3 og TK 4 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel		F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	2.75E+02	1.62E+02	8.47E+01	225 %	92 %	Arsen	2.75E+02	1.62E+02	1.24E+02	122 %	31 %
Bly	1.73E+02	3.82E+01	5.44E+01	218 %		Bly	1.73E+02	3.82E+01	6.55E+01	164 %	
Kadmium	2.00E+00	9.42E-01	1.69E+00	19 %		Kadmium	2.00E+00	9.42E-01	9.75E+00		
Kobber	1.69E+03	1.41E+02	4.23E+01	3910 %	233 %	Kobber	1.69E+03	1.41E+02	4.56E+01	3618 %	209 %
Krom totalt (III + VI)	1.35E+02	3.91E+01	3.62E+02			Krom totalt (III + VI)	1.35E+02	3.91E+01	3.81E+03		
Kvikksølv	5.37E-01	1.74E-01	4.25E-01	26 %		Kvikksølv	5.37E-01	1.74E-01	5.80E-01		
Nikkel	7.23E+01	3.54E+01	6.02E+01	20 %		Nikkel	7.23E+01	3.54E+01	1.57E+02		
Sink	2.04E+03	2.91E+02	2.47E+02	725 %	18 %	Sink	2.04E+03	2.91E+02	4.04E+02	404 %	
Naftalen	3.28E+00	2.23E+00	1.44E+02			Naftalen	3.28E+00	2.23E+00	4.96E+02		
Acenaftalen	7.97E-01	3.53E-01	7.49E+00			Acenaftalen	7.97E-01	3.53E-01	1.93E+01		
Acenaften	3.12E-01	1.81E-01	1.52E+01			Acenaften	3.12E-01	1.81E-01	3.42E+01		
Fluoren	1.05E+00	6.18E-01	1.45E+01			Fluoren	1.05E+00	6.18E-01	2.85E+01		
Fenantren	5.21E+00	2.61E+00	1.24E+01			Fenantren	5.21E+00	2.61E+00	2.97E+01		
Antracen	2.17E+00	1.20E+00	6.25E-01	247 %	93 %	Antracen	2.17E+00	1.20E+00	2.02E+00	8 %	
Fluoranten	2.11E+01	8.44E+00	9.06E-01	2225 %	831 %	Fluoranten	2.11E+01	8.44E+00	6.93E+00	204 %	22 %
Pyren	1.22E+01	5.47E+00	3.04E+00	301 %	80 %	Pyren	1.22E+01	5.47E+00	3.04E+01		
Benzo(a)antracen	5.73E+00	1.39E+00	1.50E-01	3722 %	826 %	Benzo(a)antracen	5.73E+00	1.39E+00	2.25E-01	2448 %	518 %
Krysen	9.13E+00	2.01E+00	1.15E+00	692 %	75 %	Krysen	9.13E+00	2.01E+00	1.15E+00	692 %	75 %
Benzo(b)fluoranten	4.39E+00	1.60E+00	7.07E-01	522 %	126 %	Benzo(b)fluoranten	4.39E+00	1.60E+00	1.44E+00	204 %	11 %
Benzo(k)fluoranten	4.12E+00	1.11E+00	6.30E-01	554 %	77 %	Benzo(k)fluoranten	4.12E+00	1.11E+00	1.44E+00	186 %	
Benzo(a)pyren	3.59E+00	1.01E+00	1.21E+00	196 %		Benzo(a)pyren	3.59E+00	1.01E+00	2.40E+00	50 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.17E+00	4.03E-01	6.62E-02	1668 %	508 %	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.17E+00	4.03E-01	9.86E-02	1087 %	308 %
Dibenzo(a,h)antracen	4.70E-01	1.23E-01	9.26E-01			Dibenzo(a,h)antracen	4.70E-01	1.23E-01	1.88E+00		
Benzo(ghi)perylene	1.36E+00	5.07E-01	5.13E-02	2548 %	888 %	Benzo(ghi)perylene	1.36E+00	5.07E-01	7.57E-02	1694 %	570 %
PCB 28	3.09E-03	1.98E-03				PCB 28	3.09E-03	1.98E-03			
PCB 52	1.49E-02	2.59E-03				PCB 52	1.49E-02	2.59E-03			
PCB 101	2.82E-02	3.28E-03				PCB 101	2.82E-02	3.28E-03			
PCB 118	5.01E-02	3.44E-03				PCB 118	5.01E-02	3.44E-03			
PCB 138	4.69E-02	6.28E-03				PCB 138	4.69E-02	6.28E-03			
PCB 153	5.42E-02	6.31E-03				PCB 153	5.42E-02	6.31E-03			
PCB 180	6.09E-02	4.75E-03				PCB 180	6.09E-02	4.75E-03			
Sum PCB7	2.58E-01	2.86E-02				Sum PCB7	2.58E-01	2.86E-02			
DDT	mangler	mangler	3.08E-02			DDT	mangler	mangler	7.55E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	6.17E+00	7.45E-01	1.18E+01			Tributyltinn (TBT-ion)	6.17E+00	7.45E-01	1.18E+01		

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebaseng. Delrapport 1B: Risikovurdering			Dokument nr./Document No. 20081794-00-52-R, rev. 1						
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2011-07-05					
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No. Rev. 1 datert 2011-10-24					
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited							
		<input type="checkbox"/> Ingen/None							
Oppdragsgiver/Client Trondheim kommune									
Emneord/Keywords									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Sør-Trøndelag				Havområde/Offshore area					
Kommune/Municipality Trondheim				Felt navn/Field name					
Sted/Location Trondheim				Sted/Location					
Kartblad/Map 1621 IV Trondheim				Felt, blokknr./Field, Block No.					
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7035620 E568946									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	MMo		GBR/ RGr					
1	Endring kapittel 7, tabell 12, 13, 14, 17 og 19	MMo		RGr					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager Randi Skirstad Grini					

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no



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

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

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

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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