

Opprydding av forurenset sediment i Tromsø havn

Kartlegging av kilder til forurensning i Tromsø indre havneområde og Tromsøysund 2002 – 2003



**Tromsø
kommune**



**Akvaplan
niva**

Akvaplan-niva rapport 412.2508.02

Forsidebilde:
Tromsø indre havneområde og
Tromsøbrua sett fra Tromsdalen

Rapporttittel / Report title

Opprydding av forurenset sediment i
Tromsø havn;

Kartlegging av kilder til forurensning i
Tromsø indre havneområde og
Tromsøysund

Forfatter(e) / Author(s)

Lars-Henrik Larsen
Anita Evenset
Ingrid Ann Berg (Tromsø kommune)
Nina Skjegstad

Akvaplan-niva rapport nr / report no:
Apn-412.2508.02

Dato / Date:
6. november 2003

Antall sider / No. of pages
72

Distribusjon / Distribution
Åpen/open

Oppdragsgiver / Client
Statens Forurensningstilsyn, Vervet AS,
Tromsø kommune og Tromsø Havn

Oppdragsg. ref. / Client ref.
Magny Eggestad

Sammendrag / Summary

Det er konstatert en betydelig forurensning med miljøgifter i havneområdet i Tromsø. For å avdekke kildene til denne forurensningen er det foretatt en gjennomgang av eksisterende kunnskap om 12 ulike typer potensielle tilførselskilder. Videre er resuspensjon av eksisterende sedimentforekomster kort diskutert. Det er foretatt en tabellarisk sammenfatning og rangering av kildene etter relativt bidrag, og datagrunnlaget for de ulike kildene er kommentert. Kildene rangeres i tre grupper; kilder som vurderes som ubetydelige, kilder der datagrunnlaget er spinkelt, men uten spesiell mistanke om alvorlige bidrag samt kilder som vil bli vurdert videre i en kommende tiltaksplan. Kartleggingen har pekt ut kloakkutslipp, skipsverft, sigevann, overvann og skipstrafikk som de mest betydningsfulle kilder til miljøgiftbelastning. Kildekartleggingen er en beskrivelse av kunnskapsnivået pr dato, og vil løpende kunne oppdateres og konklusjonene revideres i takt med at flere resultater fra pilotprosjektet "Opprydding av forurensede sedimenter i Tromsø havn" blir tilgjengelig og/eller tiltak iverksettes mot enkeltkilder.

Emneord:

Tromsø havn
Miljøgifter i sediment
Kildekartlegging
Rangering og prioritering

Key words:

Tromsø harbour
Contaminants in sediments
Mapping of contaminant sources
Ranking and prioritation

Prosjektleder / Project manager

Anita Evenset

Anita Evenset

Kvalitetskontroll / Quality control

Roger Velvin

Roger Velvin

1 Forord

Bunnsedimentet i havneområdet i Tromsø inneholder høye konsentrasjoner av miljøgifter (Jørgensen *m.fl.* 2000), mens nyere undersøkelser av forekomst av miljøgifter utenfor det sentrale havneområdet har vist tilfredsstillende miljøtilstand (Velvin *m.fl.* 2003). I 2002 ble det igangsatt et pilotprosjekt i regi av Fylkesmannen i Troms, SFT, Tromsø kommune, Tromsø havn og Vervet AS, der hensikten dels er å vurdere behovet for opprydding i havneområdet, og dels å opparbeide kunnskap som vil kunne benyttes i andre områder med tilsvarende forurensningsproblemer. Akvaplan-niva, Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) og Norges Geotekniske Institutt (NGI) er utførende institusjoner. Kildekartleggingen er gjennomført i samarbeid mellom Tromsø kommune og Akvaplan-niva.

For å kunne iverksette tiltak mot en konstatert forurensning er det nødvendig å vite hvor denne kommer fra, og hvilket bidrag ulike kilder gir til den samlede belastningen. En viktig innledende del av oppryddingsprosjektet i Tromsø havn er derfor å få foretatt en kartlegging av kildene til forurensningen. Basert på eksisterende data og kunnskap er det i foreliggende rapport foretatt en identifisering, beskrivelse og rangering av kildene til forurensningen av Tromsø havneområde så langt datagrunnlaget har tillatt. I tillegg er det utført et begrenset antall analyser av miljøgifter i noen utvalgte kilder hvor datagrunnlaget har vært meget mangelfullt. Disse analysene vil stort sett representere øyeblikksbilder og det er derfor beheftet med usikkerhet å kvantifisere kildenes bidrag basert på bare disse enkeltdata. En mer nøyaktig kvantifisering av kildenes bidrag er kun mulig gjennom et mer omfattende analyseprogram. Analysene gir likevel en indikasjon på om kilden kan antas å være av betydning og viser også hvilke miljøgiftskomponenter som dominerer de ulike kildene. De innsamlede data har derfor vært benyttet i arbeidet med å rangere kildene i forhold til hverandre, men det er viktig at tallverdiene som angir estimert bidrag til resipient ikke tolkes som eksakte og fullstendig nøyaktige verdier. Det kan være store variasjoner over året, noe som selvsagt ikke vil fanges opp i de få prøvene som er analysert i regi av prosjektet.

Vi har, for å kunne sammenligne de ulike kilder, valgt å presentere alle konsentrasjoner av miljøgifter i vann i mikrogram pr liter ($\mu\text{g/l}$) og i sediment/slam i mikrogram pr kg tørrstoff ($\mu\text{g/kg TS}$). Vi har også valgt å oppgi beregnede belastninger i gram tilførsel pr år. Dette for å forenkle sammenligningen mellom kildene. Det har ikke vært innenfor oppdraget å foreta overprøving av oppgitte utslippsvolumer og kjemiske analysedata. Akvaplan-niva står derfor kun ansvarlig for beregningene gjort i foreliggende rapport, ikke kvalitet og omfang på inngangsdata.

Å presentere og rangere svært ulike kilder til en så kompleks miljøbelastning som miljøgifter i havneområdet utgjør, har vært en metodisk utfordring. Vi har valgt å rangere våre forhåndsutvalgte mulige kilder på en tredelt skala, der noen kilder ikke vurderes som aktuelle for videre oppfølging, noen er i en tvilsom gruppe og kan romme betydelige bidragsyttere, og endelig noen kilder som vurderes som betydelige nok til å bli vurdert i den kommende tiltaksplanen.

Tromsø, 6. november 2003

Lars-Henrik Larsen

Innholdsfortegnelse

1	FORORD.....	I
2	SAMMENDRAG.....	4
3	BAKGRUNN.....	7
3.1	MÅLSETNINGER.....	7
4	TROMSØ HAVN	9
4.1	PLANLAGTE UTBYGGINGER	10
5	KARTLEGGING	11
5.1	NEDBØR OG DEPONERING AV SNØ	11
5.2	OVERVANN FRA BEFESTEDE AREALER (KAIER, VEIER, TUNNELER).....	16
5.3	TILFØRSLER MED HAVVANNET	19
5.4	TILFØRSLER FRA BEKKER OG ELVER.....	20
5.5	KOMMUNAL KLOAKK	21
5.6	UTSLIPP FRA INDUSTRIVIRKSOMHET, SKIPSVERFT OG SLIP PASSER.....	27
5.7	INDIVIDUELLE PUNKTAVLØP	31
5.8	UTSLIPP FRA FORURENSETE LANDOMRÅDER/GRUNN, INKLUDERT SØPPELFYLLINGER, HAVNEUTFYLLINGER, MASSEDEPONI	32
5.9	”GAMLE SYNDER”, UTSLIPP FRA TIDLIGERE TIDERS AKTIVITETER.....	40
5.10	UTSLIPP FRA SKIP (SLITASJE AV BUNNMALING, UTSLIPP AV BALLASTVANN).	41
5.11	UHELLESBETINGETE UTSLIPP (ULYKKER, LEKKASJER OG UTSLIPP)	45
5.12	ULOVLIGE UTSLIPP	47
6	INTERN EKSPONERING.....	48
6.1	OPPVIRVLING AV FORURENSET MASSE I HAVNEBASSENGET SOM FØLGE AV SKIPSTRAFIKK, MUDRING OG ANLEGG.....	48
7	SAMMENSTILLING OG RANGERING AV KILDER.....	50
8	REFERANSER.....	52
9	VEDLEGG.....	55

Oversikt over figurer

Figur nr	Innhold	Side
1	Tromsøya med Tromsøysund, Sandnessundet og bebyggede områder på Kvaløysletta, i Tromsdalen og Kroken	9
2	Havneområder i Tromsø sentrum og Breivika	10
3	Prøvetaking av snø fra brøytekanth i Tromsø, mars 2003.	12
4	Fordeling av PCB-kongenere i snøprøve fra Tromsø, mars 2003.	14
5	Prinsippskisse av forurensningsspredning fra veg	16
5.1	Ledningsnett og prøvetakingspunkt for overvann i Tromsø sentrum	17
6	Utslippspunkt for kommunal kloakk fra Tromsø pr. november 2002 og kommunale utslippspunkter etter planlagte saneringer frem til 2006	21
7	Forurensede grunnområder ved Tromsøysundet pr 25. august 2003	33
8	Konsentrasjoner av Cd, Pb og Hg i overflatejord fra Tromsø.	34
9	Konsentrasjoner av PAH og PCB (sum 7 PCB) i overflatejord fra Tromsø.	35
10	Skisse av noen viktige prosesser ved oppvirvling av forurensede bunnsediment	48

Oversikt over tabeller

Tabell nr	Innhold	Side
1	PAH, PCB og metaller i snø fra Tromsø, mars 2003	13
2	Beregnet miljøgifttilførsel fra dumpet snø til Tromsøysundet	15
2.1	Miljøgifter i overvann fra Tromsø sentrum, 15. september 2003	17
3	Miljøgifter i slam fra renseanlegg i Tromsø	22
4	Innhold av metaller, PCB, PAH og pesticider i avløpsvann fra tre utslippspunkt i Tromsøysundet	22
5	Målte og beregnede årlige kloakkutslipp til Tromsøysundet	23
6	PAH-konsentrasjoner i utløpsvannet på Strandveien renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000	24
7	PAH-konsentrasjoner i utløpsvannet på Nansenplass renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000	25
8	Konsentrasjoner av tungmetaller i innløps- og utløpsvann på Strandveien og Nansenplass renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000	25
9	Beregnete gjennomsnittlige årlige utslipp av tungmetaller, PAH og PCB til Tromsøysundet fra kommunal kloakk	26
10	Årlige utslipp av spylevann (m ³) til sjø fra Tromsø Skipsverft, samt sum årlig mengde avfall (tonn) og spesialavfall i perioden 1996-2002	28
11	Rapporterte mengder (tonn) av forskjellige typer spesialavfall fra Tromsø Skipsverft i perioden 1996-2002	29
12	Innhold av metaller i spylevann fra Tromsø skipsverft i forbindelse med rensing av 6 ulike fartøy (juli-august 1999)	30
13	Beregnet gjennomsnittlig utslipp av tungmetaller med spylevann fra Tromsø skipsverft i perioden 1996 – 2002	30
14	Undersøkelser av forurensset grunn langs Tromsøysundet, Tromsø kommune	32
15	Oversikt over eiendommer med forurensset grunn i Tromsø	33
16	Innhold av miljøgifter i sigevann fra Ørndalen	37
17	Avsluttede søppeldeponi ved Tromsøysundet	38
18	Beregnet belastning med noen miljøgifter i Tromsøysundet fra sigevannsutslipp ved Ørndalen 1999 – 2002	39
19	Frigivelsesrater for aktivstoffer fra skipes bunnmaling	42
20	Registrerte anløp til Tromsø havn i 2001 i ulike skips kategorier samt antatt gjennomsnittlig skipslengde og gjennomsnittlig liggetid ved kai	43
21	Skrogareal under vannlinjen (bunnsmurt areal) i forskjellige størrelsesklasser, samt beregnet utslipp av TBT	43
22	Beregnet årlig bidrag med TBT fra skip som anløper Tromsø havn og fra permanent hjemmehørende småbåter til Tromsø havneområde og Tromsøysundet	44
23	Registrerte uhellsbetingete utslipp av hydrokarboner til Tromsø havn og Tromsøysundet 1998 – 2003	45
24	Sammenstilling av miljøgiftbelastning av Tromsø havneområde og Tromsøysundet, fordelt på 13 ulike kilder og 4 grupper av miljøgifter	50

2 Sammendrag

Tromsø havneområde er, som en rekke øvrige havner i landet, belastet av høye konsentrasjoner av miljøgifter i bunnsedimentet. Sjøområdene generelt omkring Tromsø (Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn) har tilfredsstillende miljøtilstand (Velvin *m.fl* 2003). Dette tyder på at lokale kilder i og rundt Tromsø havn (inkludert skipstrafikk) bidrar vesentlig til påvirkningen av havneområdet spesielt og Tromsøysundet generelt.

Foreliggende rapport beskriver kildekartlegging for miljøgiftbelastning i pilotprosjektet "Opprydding i Tromsø havn". Kildekartleggingen er gjennomført i samarbeid mellom Tromsø kommune og Akvaplan-niva. Kartleggingen skal ligge til grunn for utarbeidelsen av tiltaksplan. På bakgrunn av den tilgjengelige informasjonen og generell kunnskap om spredningsveier for ulike miljøgifter ble det innledningsvis identifisert 13 potensielle kilder til belastning. Det ble videre besluttet at mulighet for oppvirvling av forurenset sediment i havneområdet skulle diskuteres i arbeidet.

Opplysningene om de ulike kilder til miljøgiftbelastning er gjennomført ved sammenstilling av eksisterende data og tillatte utslippsverdier der dette finnes. Videre er det foretatt analyser av miljøgiftinnhold i kloakkvann, snø og overvann for å bedre datagrunnlaget omkring disse kilder.

Undersøkelser i resipienten har avdekket varierende miljøgiftinnhold, men som oftest går de geografiske gradientene på kryss og tvers av hverandre, samtidig som de ulike mulige kilder ligger såpass tett inn på hverandre at en entydig tilbakesporing ikke er mulig. Eksempelvis har Tromsø skipsverft utslipp i indre havneområde, der også trafikken av båter er mest intens. Undersøkelser i resipienten vil derfor ofte være utilstrekkelig til å skille potensielle kilder fra hverandre uten bruk av spesifikke sporstoffer i utslipp.

Det ble valgt å rangere de identifiserte, potensielle kilder innbyrdes ved å plassere dem i en av tre grupper:

- ☺ Mulige kilder som vurderes å bidra uvesentlig til miljøgiftbelastningen, og som ikke vil bli vurdert i den kommende tiltaksplanen.
- ☹ Mulige kilder som antas å kunne bidra, men som det enten ikke foreligger data på, eller begrunnet mistanke om betydelige bidrag i Tromsø havneområde. Tiltak mot kilder i denne gruppen kan muligens være aktuelle å vurdere i tiltaksplanen.
- ☹ Mulige kilder som bidrar til miljøgiftbelastningen og der tiltak vil bli diskutert og vurdert i tiltaksplanen.

Rangering av kilder til miljøgiftbelastning i Tromsø havneområde og Tromsøysundet pr. september 2003.



Tilførsler med havvannet
Tilførsler med bekker og elver
Uhellsbetingete utslipp



Nedbør og deponering av snø
Punktutslipp
Gamle synder og tidligere tiders ukontrollerte aktiviteter
Lekkasje fra forurenset grunn
Ulovlige utslipp



Kommunal kloakk
Utslipp fra skipsverft og slip
Sigevann fra Ørndalen og andre søppelfyllinger
Utslipp fra skip inklusiv slitasje av bunnmaling
Overvann fra befestede arealer

Det foreligger ikke data på betydningen av oppvirvling av sediment fra Tromsø havneområde. Denne kilden vil bli nærmere adressert når resultatene av pågående biotilgjengelighetsstudier foreligger. I rapportens respektive kapitler er de ulike kildene og datagrunnlaget for vurderingene kommentert.

3 Bakgrunn

Forurensede bunnsedimenter i havner, fjorder og innsjøer er et omfattende miljøproblem, både i Norge og internasjonalt. I Norge har en rekke undersøkelser, de fleste i statlig regi, ført til økt kunnskap om dette problemet. I 1992 ble det anslått at vi i Norge hadde ca. 30 fjordområder med forurensede sedimenter der tiltak burde vurderes. I årene etter ble det utført flere undersøkelser langs hele kysten, og en kartlegging av forurensede marine sedimenter i 1997/98 viste at vel halvparten av de mest belastede områdene (prioritet 1 og 2) var havner (SFT-rapport 98:11 *Forurensede marine sedimenter*). En rekke aktiviteter, som skipsfart, mudring, utfylling og dumping, medfører oppvirvling og omrøring av sedimentene i havneområder. Derfor er havneområder spesielt utsatt for resuspensjon av miljøgifter som finnes i bunnsedimentene. I tillegg forårsaker sjødyr på og i bunnsedimentene omrøring. Dermed hjelper det lite at nytilførte partikler eventuelt er renere enn det materialet som er der fra før. På grunn av oppvirvling og omrøring vil tidligere tiders forurensninger stadig være tilgjengelige, noe som gjør det vanskelig å få "friskmeldt" forurensede områder. Det er derfor nødvendig med tiltak som kan føre til forbedret miljøtilstand i forurensede havneområder. SFT har foretatt en prioritering av havneområder, og varslet at pålegg om å gjennomføre nødvendige miljøtiltak for å redusere/stanse spredning av forurensede sedimenter er aktuelt for i alt 31 havne- og fjordområder (per september 2003). Ett av disse områdene er Tromsø havn.

For å oppnå en varig miljøforbedring i havneområdene, er det en forutsetning at det også settes i gang tiltak som kan redusere den eksterne tilførselen av miljøskadelige stoffer. Dersom kildene ikke stoppes, vil de fortsatt forurense havneområdet etter at tiltak er gjennomført og sedimentene er "rene." Havnen med tilhørende aktiviteter er én kilde, men det er en rekke andre kilder til forurensningen i Tromsø havn. Kartlegging og rangering av kilder samt vurdering av tiltak mot disse er en viktig del av pilotprosjektet "Opprydding av forurensede sedimenter i Tromsø havn".

3.1 Målsetninger

Hovedprosjektets målsetning er å løse et alvorlig forurensningsproblem, samtidig som lokal og nasjonal kompetanse omkring metoder for vurdering av risiko og konsekvenser av miljøgifter i akvatisk miljø bygges opp. Prosjektets ambisiøse målsetting er at det skal være mulig å drive fangstaktivitet og næringsvirksomhet i Tromsøysundet uten at forurensningssituasjonen legger restriksjoner på dette. Prosjektet er delt inn i tre faser, hvor den første fasen skal bringe frem informasjon og grunnlagsdata for å utarbeide en tiltaksplan. Fase to og tre omfatter eventuelt gjennomføring av tiltak, overvåking samt formidling til myndigheter og andre aktører. Den første fasen er delt inn i fire del-oppgaver:

1. Kildekartlegging
2. Biologiske effektstudier
3. Kartlegging av forurensningens omfang
4. Geotekniske vurderinger og utarbeidelse av tiltaksplan

Foreliggende rapport omhandler kartlegging av kilder til miljøgiftbelastning i Tromsø havneområde og Tromsøysund. En innledende screening identifiserte 13 potensielle kilder og grupper av kilder til miljøbelastning av Tromsø havneområde:

1. Nedbør og deponering av snø.
2. Overvann fra befestede arealer (kaier, veier, tak, plasser og tunneler).
3. Tilførsler med havvannet.
4. Tilførsler fra bekker og elver.
5. Kommunal kloakk.
6. Utslipp fra industrivirksomhet, skipsverft, slip og annen industri.
7. Individuelle punktavløp (bensinstasjoner, bilverksteder, biloppsamlingsplasser, sykehus, tannleger, krematorium, fotografer, gartnerier, analyselaboratorier samt havarivernsenteret på Skattøra).
8. Lekkasje fra forurenset grunn, inkl. sigevann fra søppelfyllinger, havneutfyllinger, massedeponi.
9. Sigevann fra nåværende og avsluttete søppeldeponi.
10. Gamle synder og utslipp fra tidligere tiders ukontrollerte aktiviteter.
11. Utslipp fra skip og båter (slitasje av bunnmaling, utlekking).
12. Uhellsbetingete utslipp (trafikkuhell, lekkasjer og utslipp).
13. Ulovlige utslipp via private eller kommunale kloakkledninger og ulovlig deponering.

Oppvirvling av forurenset sediment i havneområdet ble identifisert som en mulig kilde til eksponering av organismer, men mulige tiltak mot dette vil være av en annen karakter enn tiltak for å bringe tilførsler fra land til opphør. Denne kilden er derfor diskutert, men ikke evaluert på samme måte som de øvrige kildene.

Som det fremgår er listen omfattende. En rekke av kildene representerer en kompleks blanding av organiske og uorganiske forurensningskomponenter, vannløselige, fettløselige og patikkel-adsorberende stoffer, som tilføres i ulik mengde og sammensetning fra de ulike kildene. Når det videre for noen komponenter er nødvendig å vurdere årstidsvariasjoner i tilførsel, deponering og omsetning blir det ikke mulig å foreta detaljerte analyser av alle kombinasjonsmuligheter som fins. Ved vurdering av kildene har vi delt belastningen inn i fire hovedgrupper:

1. Tungmetaller
2. Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH)
3. Polyklorete Bifenyler (PCB) og andre halogenerte miljøgifter
4. Tributyltinn (TBT) og andre organotinn forbindelser.

Datagrunnlag for de ulike miljøgifter og kilder er generelt varierende, og for noen kilder mangler lokale data fra Tromsøområdet. Det har derfor vært nødvendig å foreta et utvalg av miljøgifter og kilder, og å belyse de antatt viktigste bidragsytere mest detaljert. Kriteriene for analyse av de enkelte kildene har vært:

1. Tilgjengelighet av eksisterende data fra Tromsøysundet eller relevante sammenlignbare områder
2. Antatt viktighet for de mest alvorlige grupper miljøgifter generelt
3. Antatt kvantitativt bidrag til samlet miljøbelastning.

For utslipp regulert gjennom utslippstillatelser kan fravær av direkte målinger i utslipp erstattes av grenseverdier satt i utslippstillatelser, og dermed en vurdering av tenkt maksimalt bidrag til belastning. Det er imidlertid relativt få aktiviteter omkring Tromsøysundet som er regulert igjennom utslippstillatelser, og spesielt for tidligere tiders aktiviteter er både datagrunnlag og innholdet i eldre utslippstillatelser sparsomme.

4 Tromsø havn

Tromsø havn er et viktig knutepunkt i Nord-Norge og videreutvikling av havnen er sentralt både for sjøtransporten og den regionale næringsutviklingen. Fiskeriminister Svein Ludvigsen omtalte på Transportbrukernes Fellesorganisasjons havne- og sjøtransportkonferanse i Tromsø i mai 2002, Tromsø havn som sterk kandidat til å bli en av de 2 - 3 nasjonale knutepunkthavnene. Tromsø havn oppfyller kriteriene for havnestatus satt av Kystverket og havnen arbeider aktivt med å tilrettelegge for å betjene den internasjonale fiskeflåten, samt transport og logistikkbehov knyttet til olje- og gassutviklingen i Barentshavet og Nordvest-Russland.

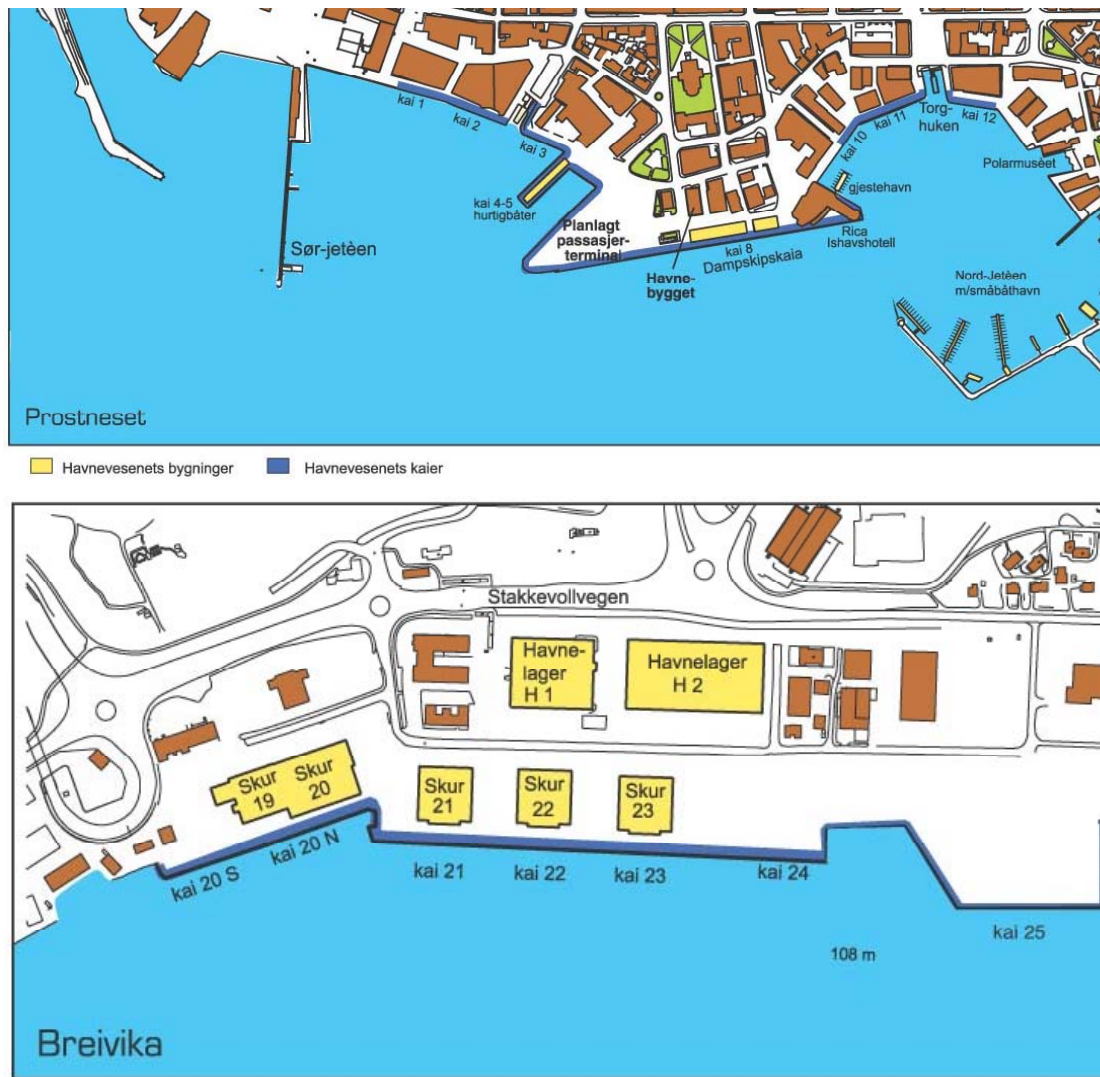
Tromsø havn er spredt ut over et relativt stort område, og omfatter to havneanlegg: Det gamle havneanlegget i sentrum (Prostneset) og et relativt nytt og moderne anlegg i Breivika 4 km nord for sentrum (Figur 1 og 2). Havneområdet ligger i Tromsøysundet, et sund som ligger mellom fastlandet og Tromsøya. Det er sterk strøm i sundet, ved springflo ca 3 knop, men under ekstraordinære forhold opp til 5 knop (Norges Sjøkartverk 1988), noe som fører til at det kun finnes relativt grovkornet sediment i store deler av sundet. Inne i havneområdet finnes imidlertid områder med lavere strømhastighet og finere sediment (deposisjonsområder). Det er videre relativt store tidevannsforskjeller i området (middels tidevannsamplitude er 1,68 m).

Trafikken i havneområdet er økende og det totale antall anløp i Tromsø havn var i 2001 på 10331 fartøyer fordelt på offentlige og private kaier. Av disse anløpene var ca. 4 000 til "indre havn". Størstedelen av anløpene i "indre havn" er hurtigbåter og hurtigruta, samt fiskefartøyer og mindre lystbåter. Anløp av lastefartøylene, de største cruisebåtene og hovedtyngden av de store fiskefartøylene skjer til havneområdet i Breivika. Det er ingen tyngre industri i havneområdet, men flere fiskeindustribedrifter langs Tromsøysundet, i tillegg til mekaniske verksteder, skipsverft og bunkersanlegg for olje.



Figur 1

Tromsøya med Tromsøysundet, Sandnessundet og bebyggede områder på Kvaløysletta, i Tromsdalen og Kroken.



Figur 2 Havneområder i Tromsø sentrum (øverst) og Breivika (nederst).

4.1 Planlagte utbygginger

Det er planlagt flere store utbygginger, som vil berøre Tromsø havn i de kommende år. Kaiområdet i indre havn (Prostneset) planlegges utbygd, med byggestart i 2004. For å kunne skaffe det nødvendige areal for de planlagte aktivitetene er det nødvendig å bygge ut kaistrukturen omkring Prostneset. Dette innebærer utfylling/kaibygging på til sammen 4500 m². Samtidig vil det være nødvendig å se på de tilstøtende kaiene når det gjelder opprusting og vedlikehold generelt.

Skipsverftet i Tromsø skal i nær fremtid flyttes ut av Tromsø sentrum og Vervet AS planlegger å bygge et boligkompleks på verftstomta. Utbyggingen vil berøre forurensede masser, både på land og i sjøen. Videre er det også signalisert ønsker fra Mack bryggeri om å utvide produksjonsarealet utover i havneområdet.

5 Kartlegging

Den alvorligste miljøgiftsbelastningen er konstatert i havneområdet i sentrum av Tromsø (indre havn), samt i området rundt og nord for brohodet til Tromsøbrua. Kildene trenger imidlertid ikke å være lokalisert i umiddelbar nærhet av disse områdene for å bidra til påvirkningen, og vi har i kartleggingen fokusert på tilførsler til Tromsøysundet generelt.

5.1 Nedbør og deponering av snø

5.1.1 Beskrivelse av kilden

Nedbør i form av regn og snø inneholder spor av de forurensninger som forekommer i luften. Typiske eksempler er svovelholdig (sur) nedbør assosiert med utslipp fra industri. Nedbøren vil avspeile lokale forhold (utslipp) og en langtransportert komponent. Typiske lokale forurensningsbidrag som avsettes med regn og snø er vann- og partikkelbåren forurensing fra veitrafikk, herunder sot og eksoskomponenter.

Bruk av veisalt og grus bidrar sammen med eksos og dekkslitasje fra biler til økte mengder av salter, metaller og organiske miljøgifter i snø. Tilførsel av miljøgifter via eksos og slitasje er avhengig av trafikkmengden (Bækken 1994), mens behovet for grusing og salting er avhengig av værforholdene. Snø kan ses som en mellomlagringsstasjon for miljøgifter og spredning av forurensing til resipienten vil derfor være i to former: Dumping av snø ved tippeplasser i resipienten eller spredning av smeltet snø via overvann (kap. 5.2). I tidligere undersøkelser av snø er det lagt hovedvekt på kjemisk analyse av miljøgiftinnhold i smeltet snø samlet inn om våren (bl.a. Johannessen & Henriksen 1996a, 1996b) og trafikkforurensset snø (Bækken 1994, Bækken & Tjomsland 2001). Gammel snø kan inneholde mye partikler og forhøyede nivåer av forurensing som følge av akkumulering over tid. Miljøgifter bindes gjerne til partikler og vil derfor kunne holdes igjen i snøen gjennom smelte-fryse sykluser.

Mye av datagrunnlaget om miljøgifter i snø er basert på prøver samlet inn i Sør-Norge hvor vintersesongens varighet og snøfjernings-strategi er annerledes enn i Tromsø. Det forventes at verdier fra større byer i sør-Norge er å regne som øvre grense for forurensing i snø fra Tromsø.

5.1.2 Datagrunnlag fra Tromsøområdet

I Tromsø faller det vanligvis mest nedbør i perioden fra midten av oktober til midten av november med mer enn 120 mm i gjennomsnitt over 30 døgn, mens det er tørrest i perioden fra midten av mai til midten av juni med under 50 mm i snitt over 30 døgn. Et "normal år" gir om lag 1000 millimeter nedbør i Tromsø. For nåværende normalperiode 1961-90 falt det i gjennomsnitt 1031 mm nedbør ved værvarslingen på toppen av Tromsøya (<http://met.no>).

De høye fjellene rundt Tromsø gjør vindforholdene i byen rolige. Snøbygene blir liggende lenge og har en tendens til å legge fra seg store mengder. Den første snøen kommer vanligvis i oktober, men de helt store mengdene kommer som regel ikke før i mars-april, med et gjennomsnittlig maksimum på ca. 1 meter rundt den 5. april. Snøen forsvinner som regel i løpet av mai. I 1997 var forholdene ekstreme. Det ble noterte rekord for månedsgjennomsnitt alle månedene (januar t.o.m. juni) og absoluttrekord for mars t.o.m. juni. Vinterens største snødybde ble 240 cm den 29. april.

Snøbrøyting er helt nødvendig i Tromsø, og en vanlig måte å bli kvitt snøen på er å tippe den i sjøen. Snø fra Tromsøya og boligområder på fastlandet og Kvaløysletta-Eidkjosen

strekningen tippes per i dag 12 forskjellige steder. Tre av dumpeplassene for snø ligger på østsiden av øya (Transportterminalen og Kullkranen langs Stakkevollveien og parkeringsplassen sør for Polarmiljøsenteret på Strandveien), av hvilke to er felles tippeplasser for kommunen og Mesta Tromsø (tidl. Statens vegvesen). Breivika havn ble tidligere brukt som tippeplass av kommunen. Vintersesongen i Tromsø er lenger enn i Sør-Norge, med mer snøfall. Herved vil større andel av 'fersk' snø bli dumpet, noe som i sin tur medfører at snøen i utgangspunktet forventes å inneholde lavere konsentrasjoner av forurensing sammenlignet med snø fra større byer sørpå. I tillegg brukes mindre mengder veisalt og grus sammenlignet med lenger sør, men til gjengjeld kjører flere med piggedekk, noe som medfører økt asfaltslitasje.

5.1.3 Bidrag til miljøbelastning

Størst miljøbelastning fra forurenset snø i Tromsø er å forvente i smeltesesongen (april-mai). Smeltet snø samles opp i overvannsledninger og gjennomgår mekanisk rensing (sandfang) før det slippes ut i det kommunale avløpsnettet. I perioder med stor smelting vil imidlertid sandfangene ikke klare å ta unna alt, og urensset overvann vil gå ut på det kommunale nettet. Miljøgiftbidraget fra nedbør til resipient fordeles derfor på både snø som tippes direkte i sundet, smeltevann som infiltreres i jorden og siger til resipient, og vann som går ut som overflatevann (kap. 5.2). Snødumping medfører dermed tilførsel av partikler til resipienten, og har i Tromsø havneområde tidligere medført behov for mudring i området ved Torghuken. Ved smelting av snø holdes derimot partikler i høyere grad tilbake i jordsmonnet.

Vannmengden som avgis fra snø når den smelter varierer etter hvor hardt pakket snøen er, og etter innhold av is. Snø inneholder generelt 30-50% vann (Bækken 1994). I vurderingene her benyttes 40 % som en gjennomsnittsverdi. Vi har ikke klart å finne data som angir konsentrasjoner av miljøgifter i bysnø fra Tromsø. Det ble derfor i mars 2003 tatt en snøprøve fra en brøytekanth på parkeringsplassen utenfor Kunstmuseet i Tromsø (Figur 3). Snøprøven besto av "gammel" snø med høyt partikkelinnhold og det ble derfor antatt at den representerer bortimot maksimal miljøgiftinnhold i snø. Fersk snø vil sannsynligvis ha lavere konsentrasjoner av de fleste miljøgifter sml. foreliggende prøve. Det ble analysert for metaller, PAH og klororganiske miljøgifter. Resultatene er gitt i Tabell 1.



Figur 3

Innsamling av snø fra brøytekanth i Tromsø, mars 2003.

Tabell 1 PAH, PCB og metaller i snø fra Tromsø, mars 2003. Innhold er rapportert som målt mengde pr liter smeltet snø. Alle konsentrasjoner er gitt i (µg/l).

Variabel	Konsentrasjon (µg/l)	Variabel	Konsentrasjon (µg/l)
Naftalen	<0,13	Pb	7,212
Fenantren	15,4	Cd	0,103
Antracen	3,3	V	2,26
Acenaftylen	1,1	Cr	4,6
Acenaften	5,0	Co	2,26
Fluoren	3,1	Ni	4,39
Fluoranten	42,5	Cu	25,13
Pyren	128	Zn	67,5
Benzo(a)antracen	6,9	As	0,31
Krysen	42,5	Al	1892,0
Benzo(b+k)fluoranten	*		
Benzo(a)pyren	*	Hg	<10 (ng/l)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7,1	Variabel	Konsentrasjon (µg/l)
Benzo(ghi)perylen	24,5	Sum PCB ₇ **	0,0136
Dibenzo(a,h)antracen	3,3	Sum PCB	0,0251

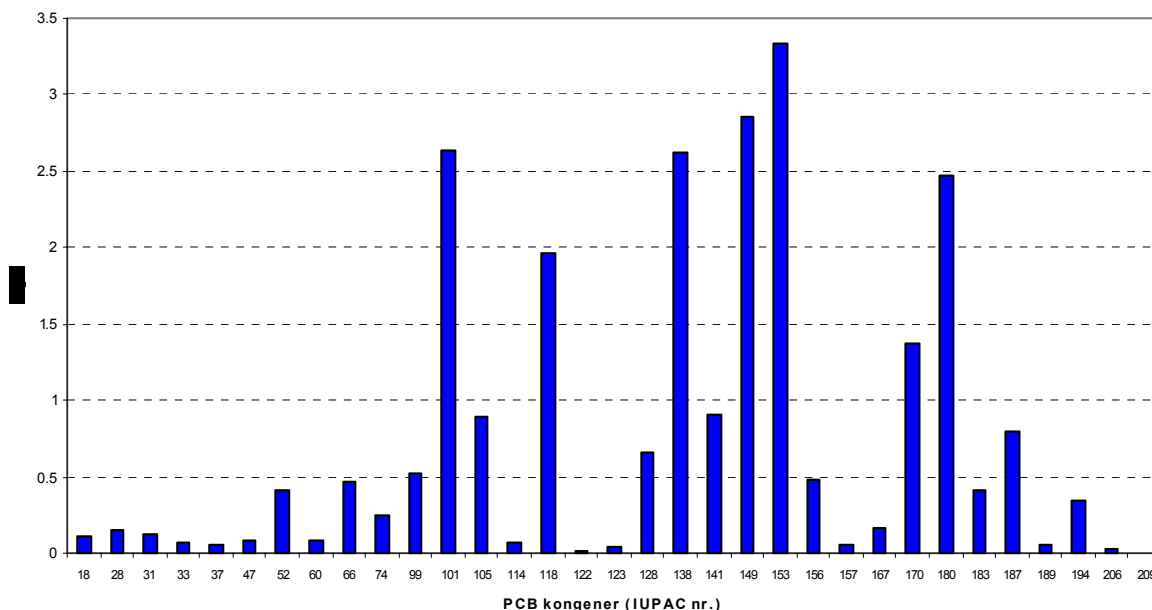
* lot seg ikke kvantifisere. Dermed er det ikke mulig å beregne PAH₁₆ EPA.

** sum seven dutch PCB (Sum IUPAC nr 28, 52, 101, 118, 138, 152, 180).

Snø fra brøytekanter langs 5 ulikt trafikkerte veier i Oslo ble undersøkt i februar og mars 1994 (Bækken 1994). Innholdet av forurensninger varierte fra sted til sted, først og fremst avhengig av trafikk tettheten, men det ble funnet relativt høye konsentrasjoner av flere miljøgifter. Konsentrasjonene av f.eks. kadmium, kobber, bly og sink varierte mye (Cd 0,6 – 20,9 µg/l, Cu 37-943 µg/l, Pb 62 – 1711 µg/l og Zn 106 – 3342 µg/l) men var vesentlig høyere enn det som ble funnet i snøprøven fra Tromsø (Tabell 1).

Utfasing av blyholdig bensin utover på nittitallet er en meget vesentlig årsak til lavere blykonsentrasjoner i prøver av nyere dato. Prøvene av "Oslosnø" inneholdt videre opp til 200µg/l PAH. Konsentrasjonen av PAH (tilnærmet sum 16 EPA) i snøprøven fra Tromsø var høyere enn dette (minimum 312 µg/l ekskl. de to ikke kvantifiserbare komponenter (Tabell 1)). PAH stammer høyst sannsynlig fra trafikken. Når det gjelder sumPCB så var konsentrasjonen i Tromsøprøven 25,1 ng PCB/l, mens en konsentrasjon av 10PCB (10 kongenerer) på 32,5 ng/l ble målt i en snøprøve fra Oslo. Konsentrasjonen av PCB var således lavere i snøprøven fra Tromsø enn i en tilsvarende snøprøve tatt i Oslo i 1994. Det er imidlertid ikke grunnlag for å anta at PCB stammer fra biltrafikk.

PCB-konsentrasjoner tilsvarende konsentrasjonen i snøprøven fra Tromsø har imidlertid nylig også blitt målt i snø fra Bjørnøya (Akvaplan-niva, upubliserte data). PCB i snø fra Bjørnøya kan ikke relateres til trafikk eller andre urbane aktiviteter, og de målte konsentrasjoner representerer derfor bidraget fra langtransportert forurensning. De målte konsentrasjoner i snøprøven fra Tromsø kan derfor også representere luftbåren forurensning heller enn kilder i nærområdet. Kongenerfordelingen i snøprøven fra Tromsø (Figur 4) er imidlertid nokså atypisk for en prøve som er forurensset av langtransportert forurensning, ettersom forekomst av lavere klorerte forbindelser er lav. Dette kan imidlertid skyldes en dårlig gjenvinning for disse kongenerene i analysen. Snøprøven inneholdt mye partikler, noe som førte til gjenvinningsproblemer i opparbeidingsfasen. Den reelle PCB konsentrasjonen kan dermed ha vært noe høyere enn det som analysen viser.



Figur 4 Fordeling av PCB-kongenere i snøprøve fra Tromsø, mars 2003.

Snøbrøyting utføres av både Mesta Tromsø og Tromsø kommune. I følge opplysninger fra førstnevnte inneholder et gjennomsnittlig billass 10 m³ snø. I en 'normalvinter' kjører Statens vegvesen bort 14 000 kubikkmeter snø for deponering i Tromsøysundet. I tillegg freses snø fra Tromsøbrua (ca. 600 m³) rett i Tromsøysundet. Med et vanninnhold på 40 % i snøen vil tilført vannmengde da være ca. 6 000 tonn per vinter.

Snøbrøyting foretatt av Tromsø kommune registreres ved at sjåførene leverer inn kort, som angir antall lass. I følge opplysninger fra Tromsø Kommune inneholder et gjennomsnittlig billass 12 m³ snø. Totalt antall lass snø i vintrene 2000/01 og 2001/02 var henholdsvis 4700 og 3200, som tilsvarer 56 400 m³ snø i vinteren 2000/01 og 38 400 m³ vinteren 2001/02. Av dette deponeres en tredjedel på tippeplassene til Tromsøysundet, slik at under forutsetning av et gjennomsnittlig vanninnhold på 40 % blir det samlede bidraget fra kommunal snøtømming de to vintre h.h.v 7520 og 5120 tonn vann. Totalt bidrag av vann i form av deponert snø i Tromsøysundet de to vintrene vil dermed bli ca. 13 520 tonn (13,5 millioner liter) vinteren 2000/01, og ca 11 120 tonn (11,1 millioner liter) vinteren 2001/02.

5.1.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag

Beregning av tilførsler av miljøgifter fra den mengden snø som fysisk kjøres til resipient er basert på analyser av en enkelt prøve av skitten snø. Dette medfører i seg selv en stor usikkerhet. Nysnø vil høyst sannsynlig inneholde vesentlig lavere konsentrasjoner av flere miljøgifter enn skitten, partikkelholdig snø. Konsentrasjonene målt i den skitne snøprøven representerer trolig maksimalverdier for det som normalt forekommer i snø som kjøres bort fra Tromsø. Der er derfor sannsynlig at mengdene miljøgifter som tilføres Tromsøysundet via snødumping er lavere enn de beregnede mengder i Tabell 2.

Smeltende snø som ikke ligger på veier og befestede arealer vil infiltreres i grunnen, men vil også bidra med en del overflateavrenning som går inn på det kommunale ledningsnett, spesielt hvis marka er frossen. Omfanget av dette bidraget er vanskelig å kvantifisere, og det foreligger ikke brukbare data. Endelig vil en del overvann ved stor snøsmeltning føre til overløp på ledningsnett, slik at målinger på utslippssteder ikke vil være representative for tilført mengde miljøgifter over tid.

Tabell 2 Beregnet miljøgifttilførsel fra dumpet snø til Tromsøysundet ved plassene på Tromsøya, med bruk av de beregnede snømengder og målte konsentrasjoner av miljøgifter (Tabell 1) i en enkelt snøprøve.

Komponent	Beregnet tilførsel til Tromsøysund ved snøtømme plassene Transportterminalen, Kullkranen og Strandveien vinteren 2000/01 (gram)	Beregnet mengde tilført Tromsøysund ved snøtømme plassene Transportterminalen, Kullkranen og Strandveien vinteren 2001/02 (gram)
Naftalen	1,76	1,44
Fenantren	207,9	170,9
Antracen	44,6	36,6
Acenaftylen	14,9	12,2
Acenaften	67,5	55,5
Fluoren	41,9	34,4
Fluoranten	574	472
Pyren	1 728	1 420
Benzo(a)antracen	93,2	76,6
Krysen	574	472
Benzo(b+k)fluoranten	---	---
Benzo(a)pyren	---	---
Indeno(1,2,3-cd)pyren	95,9	78,8
Benzo(ghi)perylene	331	272
Dibenzo(a,h)antracen	44,6	36,6
I alt PAH	3 819	3 139
Pb	97,4	80,1
Cd	1,4	1,1
V	30,5	25,1
Cr	62,1	51,1
Co	30,5	25,1
Ni	59,3	48,8
Cu	339,3	278,9
Zn	911,3	249,3
As	4,2	3,4
Al	25 542	21 001
Hg	<0,14	<0,11
PCB ₇	0,184	0,151
Sum PCB	0,339	0,279

Snødumpning i sjø er ikke en ekstra kilde til miljøgiftbelastning av Tromsø havn og Tromsøysundet, siden snøen stammer fra områder der avsmeltning ville ha gått til kloaknettet som går til Tromsøysundet uansett. Det er, av geografiske årsaker, sannsynligvis lite snø som kjøres til tømme plasser utenfor Tromsøysundet, og sannsynligvis er det lite inntransport av snø som har falt utenfor nedslagsfeltet til Tromsøysundet. Det er således kun den mengden miljøgifter som ville ha bundet seg til jordsmonnet ved snøsmeltning på ikke-frossen mark, som tilføres resipienten ekstra når snøen kjøres bort på lastbil.

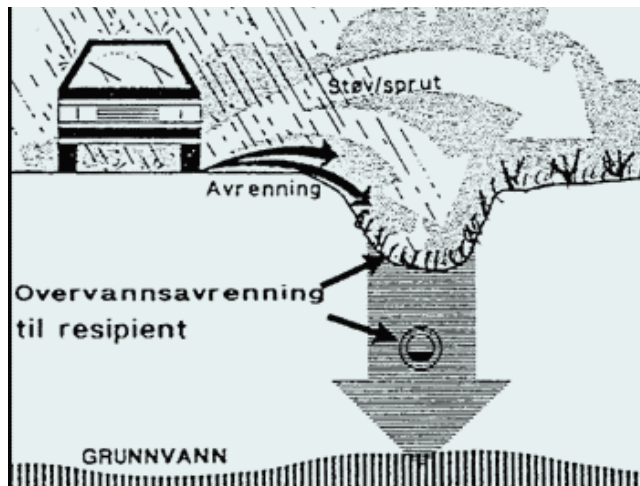


Snødumpning i Tromsø havneområde er ikke i seg selv en kilde til økt belastning med miljøgifter, men kan medføre en lokal konsentrasjon rundt tippeplasser, fremfor en generell belastning fra smeltende snø. Datagrunnlaget for mengdeestimatene er imidlertid svært spinkle og bør forbedres. Det samme gjelder datagrunnlaget på bidraget fra nedbør direkte.

5.2 Overvann fra befestede arealer (kaier, veier, tunneler)

5.2.1 Beskrivelse av kilden

Overvann stammer fra nedbør og snøsmeltning. Denne kilden behandles selvstendig siden denne typen avrenning fra veier, gater og andre tette flater i tettbygde strøk kan medføre vannforurensning (Figur 5). Analyser av overvann fra veier har vist at innhold av tungmetaller, organiske miljøgifter (bl.a. PAH), næringsstoffer (fosfor og nitrogen), partikler, salt og oljerester henger nøye sammen med trafikkmengden.



Figur 5

Prinsippskisse av forurensningsspredning fra veg (Åstebøl & Hvitved-Jacobsen 1996).

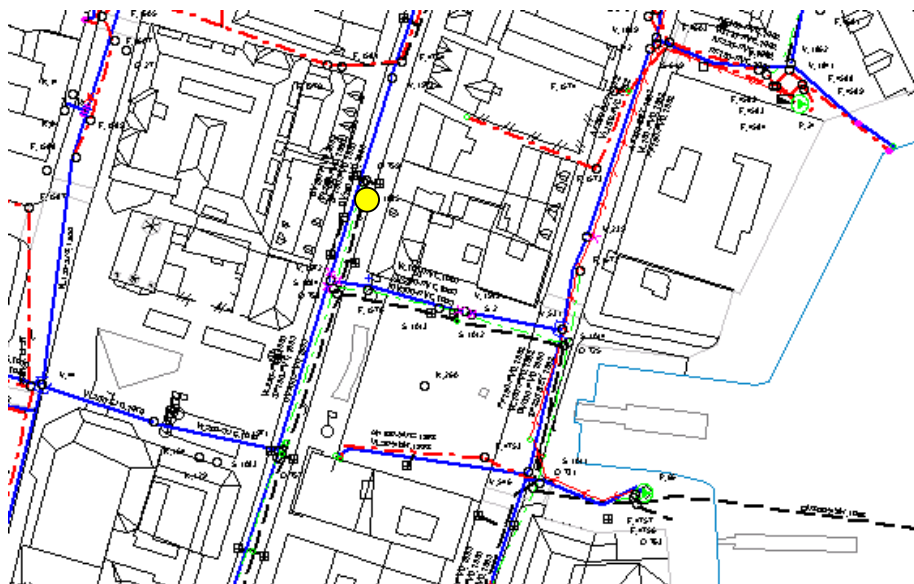
5.2.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

I 2001 var det registrert 30 527 motorkjøretøy i Tromsø kommune, noe som inkluderer bl.a. biler, busser, lastebiler, traktorer, motorsykler og scootere. Av dette var det 22 779 person- og kombibiler (tall fra Statistisk Sentralbyrå). Utslipp fra biltrafikk omfatter kobber fra bl.a. bremsebelegg, sink fra bl.a. dekkslitasje og PAH-forbindelser fra eksos. Det er funnet forhøyede verdier av bly, kobber, sink og PAH i jordsmonnet i de eldre og sentrale delene av Tromsø by, hvor trafikkbelastningen antas å ha vært størst over lengst tid (Jartun *m.fl.* 2002).

I Tromsø er det plassert sandfang mellom veikummene og det kommunale avløpsnettet for å skille ut større partikler fra overvannet før det går inn i det kommunale nettet. Sandfangene tømmeres 1-2 ganger i året. Fra kommunens vegnmyndighet, Park & Vei (Leif Harald Pedersen, pers.med. desember 2002) ble det opplyst at strøsand, asfaltstøv, grus mm fra sluker/overvann (samlet opp bl.a. fra sandfang) tidligere ble kjørt til fyllinga i Tromsdalen. I de senere år har dette i stedet blitt brukt som fyllmasser ved bygging av nye lagerarealer på det kommunaltekniske industriområdet ("Slottet") på Skattøra. Undersøkelser utført av Jordforsk (2000a, b) viser at innhold av miljøgifter i veistøv fra Tromsø er lavt. Det er derfor vurdert som uproblematisk å bruke disse massene som fyllmasser.

Biltrafikken i Tromsø går også gjennom tunnelsystem. Veistøv og spylevann fra tunnelene blir samlet opp i kummer og går gjennom renseanlegg (sandfilter og oljeutskiller) før det slippes ut i resipienten. I en undersøkelse av vann og slam fra Tromsøysundtunnellen fra 1996 konkludertes det med at vann fra tunnelen neppe bidrar til miljøbelastningen i Tromsøysundet (Evenset 1996), mens det ble funne høye verdier av PAH i slam fra rensekummene. Dette slammet føres ikke til resipient. En undersøkelse av vann og slam fra sentrumstangenten viste

I Tromsø samles det meste av overvann fra gater og veier i det kommunale avløpsnett, og det er derfor vanskelig å ta prøver av overvann som ikke er blandet med kloakk. Det finnes imidlertid en overvannsledning i den nordlige del av Storgata, som på denne strekning er gågate. Som en del av prosjektet ble det den 15.09.03 tatt to overvannsprøver fra denne ledningen, en på formiddagen mens det regnet lite, og en på ettermiddagen der det var kraftig regn. Prøvene ble tatt fra kummen utenfor Veitasenteret, som er en endekum (Figur 5.1).



Vann fra takrenner, drenering rundt bygningene og overvann fra vei føres til kummen. Antakelig er det bare kvartalet fra og med Veitasenteret og inn til den katolske kirken, samt bygningene på samme strekning på nedsiden av gågata som drenerer til kummen. Analyseresultater fra de to prøvene er sammenfattet i tabell 2.1.

Klasse I ubetydelig – lite forurenset	Klasse II Moderat forurenset	Klasse III Markert forurenset	Klasse IV Sterkt forurenset	Klasse V Meget sterkt forurenset
---	------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--

Måleparameter	Prøve 1 (µg/l)	Prøve 2 (µg/l)
Kadmium (Cd)	0,069	0,062
Krom (Cr)	6,93	5,95
Kobber (Cu)	54,9	53,5
Kvikksølv (Hg)	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	1,5	1,5
Bly (Pb)	0,872	0,862
Sink (Zn)	133	131
sumPAH ₁₆	0,3183	0,2420
PCB _{7_dutch}	< lod	0,02785
Sum PCB	0.00425*	0.02785

Akvaplan-niva AS, Tromsø
APN 412.2508.01
side 17

5.2.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Enkeltstående undersøkelser har ikke avdekket forhold som tyder på at veistøv i tunnelvann bidrar vesentlig til miljøgiftbelastning. Men overvannsprøvene fra Tromsø sentrum 15. september 2003 er imidlertid sterkt forurensset med både sink og kobber, samt har forhøyet innhold av krom. Videre har den ene prøven et forhøyd innhold av PCB₇, mens PAH innholdet var høyere enn det som ble funnet i overvann fra Sentrumstangenten (Olsson 2000), og lå om lag 30 ganger over kravet til drikkevannskvalitet (Sosial & Helsedepartementet 1995).

Datagrunnlaget er imidlertid spinkelt, og bør suppleres gjennom regelmessig overvåking. Det foreligger ikke mengdeberegninger av hvor stor del av den årlige nedbøren som omdannes til overvann. Et pålitelig anslag over tilført mengde miljøgifter med denne kilden er dermed ikke mulig å oppnå.

5.2.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Flere undersøkelser har antydnet at veistøv og overvann er en mindre betydningsfull kilde til miljøgifter i Tromsøysundet og Tromsø havn. Resultater fra analyser av overvann uten innblanding av kloakk viste imidlertid svært høye konsentrasjoner av tungmetallene kobber og sink, samt forhøyd innhold av PCB. Det foreliggende datagrunnlaget representerer et øyeblikksbilde, slik at det samlede bidraget fra denne kilden er dårlig belyst.

5.3 Tilførsler med havvannet

5.3.1 Beskrivelse av kilden

Vannstrømmen langs norskekysten er spredningsvei for en rekke stoffer, både oppløst i vannet og i partikkelform. Langs norskekysten er det Den Norske Kyststrømmen, som har sin opprinnelse i Skagerrak og Østersjøen, som styrer vannbevegelse og transport. Noen typer forurensningskomponenter som finnes i dette vannet vil kunne registreres langs hele kysten mellom Stadt og Nordkapp, mens andre enten felles ut, omdannes eller nedbrytes på turen nordover. Når kyststrømmen når Troms, er vannmassen relativt ren og uforurenset, slik at vannet som strømmer inn til Tromsø området inneholder minimalt med forurensning fra områder lenger sør.

5.3.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Lokalt er vannutskiftningen i Tromsøysundet dominert av tidevannet som setter opp en sterk strøm. Langs land finnes det imidlertid store områder med ulike bakevjer til ulike tider av tidevannssyklusen (Næser *m.fl.* 1975). Rundt Tromsøya er det en netto vannbevegelse nordover mot Grøtsundet, slik at det er evt. innhold av miljøgifter i det innstrømmende vannet via Malangen – Ryastraumen som teoretisk kan bidra til belastning. Langs Malangen – Straumfjorden og ytre del av Balsfjorden er det ikke lokalisert industri eller kjente punktkilder til miljøgifter. Undersøkelser gjennomført i områder uten større befolkningskonsentrasjoner viser at det generelle bakgrunnsnivået av miljøgifter i Nord Norge er lavt. Vannet som strømmer inn til Tromsøområdet har sin opprinnelse i den Norske Kyststrømmen, og det er dermed lite sannsynlig at tilførsler med havstrømmen bidrar til belastningen av havneområdet i Tromsø.

Både i 1991-92 og i 2001-02 gjennomført en omfattende undersøkelse av marine resipienter rundt Tromsø (Holte *m.fl.* 1992, Velvin *m.fl.* 2003). Disse undersøkelsene viste tilfredsstillende tilstand for miljøgifter for området utenfor det sentrale havnebassenget. Dersom det hadde vært en generell belastning med miljøgifter i det innstrømmende sjøvannet, ville dette ha gitt utslag i disse undersøkelsene.

5.3.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Det foreligger ikke data om innhold av miljøgifter i vannet som strømmer inn via Ryastraumen, men resipientundersøkelsen i 2001-02 og tidligere resipientundersøkelser gir ikke grunnlag for mistanke om spesiell tilstedeværelse av miljøgifter i vannet som strømmer inn til Tromsø området.

5.3.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



På tross av begrenset datagrunnlag vurderes denne kilden som uvesentlig for miljøgiftbelastningen i Tromsøysundet og Tromsø havn.

5.4 Tilførsler fra bekker og elver

Avrenning fra elver betyr i noen områder svært mye for miljøet i kyst- og fjordområder. Tromsøysundet har imidlertid svært liten ferskvannstilførsel. Det er to små elver som munner ut i Tromsøysundet; Krokvelven og Tromsdalselven. Annen ferskvannstilførsel til sundet er begrenset til noen få, små grøfter uten betydelig volum. Tromsdalselven drenerer Tromsdalen der det ligger en skytebane, og løper ut i Tromsøysundet mellom et område dominert av en gammel søppelfylling på sørsiden, og dagens grovavfallsylling på nordsiden.

5.4.1 Datagrunnlag fra Tromsø området

Det foreligger ikke undersøkelser av evt. miljøgiftbelastning fra Tromsdalselven og Krokvelven. Elven inngikk i en større resipientundersøkelse i 2002, men denne undersøkelsen fokuserte på næringssalter og bakterier (Velvin *m. fl.* 2003b). Undersøkelsen avdekket noe forhøyede forekomster av tarmbakterier, som angis å stamme fra antatt lekkasje av kloakk. Kloakk er i foreliggende rapport behandlet i kapittel 5.5.

Den marine resipientundersøkelsen i 2001-02 (Velvin *m. fl.* 2003a) undersøkte metaller i grisetang. Det ble på en stasjon (X1 ved utløpet av Tromsdalselven) funnet innhold av krom i grisetang tilsvarende tilstandsklasse III. Øvrige miljøgifter i biota fra denne stasjonen hadde verdier i tilstandsklasse I og II.

5.4.2 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Mangelen på lokale data gjør det vanskelig å vurdere det mulige bidraget fra denne kilden. Den registrerte krom verdien nær utløpet av elven kan ikke med sikkerhet relateres til elvevannet, da det ligger både en avsluttet avfallsylling og en småbåthavn nær elveosen, slik at det er flere potensielle bidragsyttere. Fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling ble det opplyst at det på slutten av åttitallet ble analysert vannprøver fra Tromsdalselven, men at disse ikke viste forhøyet innhold av tungmetaller (Magne Nesse, pers medd.).

Det bør foretas undersøkelser av om og i hvilket omfang aktiviteten på skytebanen i Tromsdalen medfører avrenning av bl.a. metaller.

5.4.3 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Forekomster av miljøgifter i avrenning fra Tromsdalselven og Krokvelven er ikke undersøkt. Det er ikke registrert områder med forurensset grunn innen nedslagsfeltet til noen av elvene, og påvirkning fra aktiviteten på skytebanen er mangelfullt undersøkt. Trass i mangelfullt datagrunnlag vurderes denne kilden likevel som av antatt underordnet betydning for miljøgiftbelastningen i Tromsøysundet og i Tromsø havn.

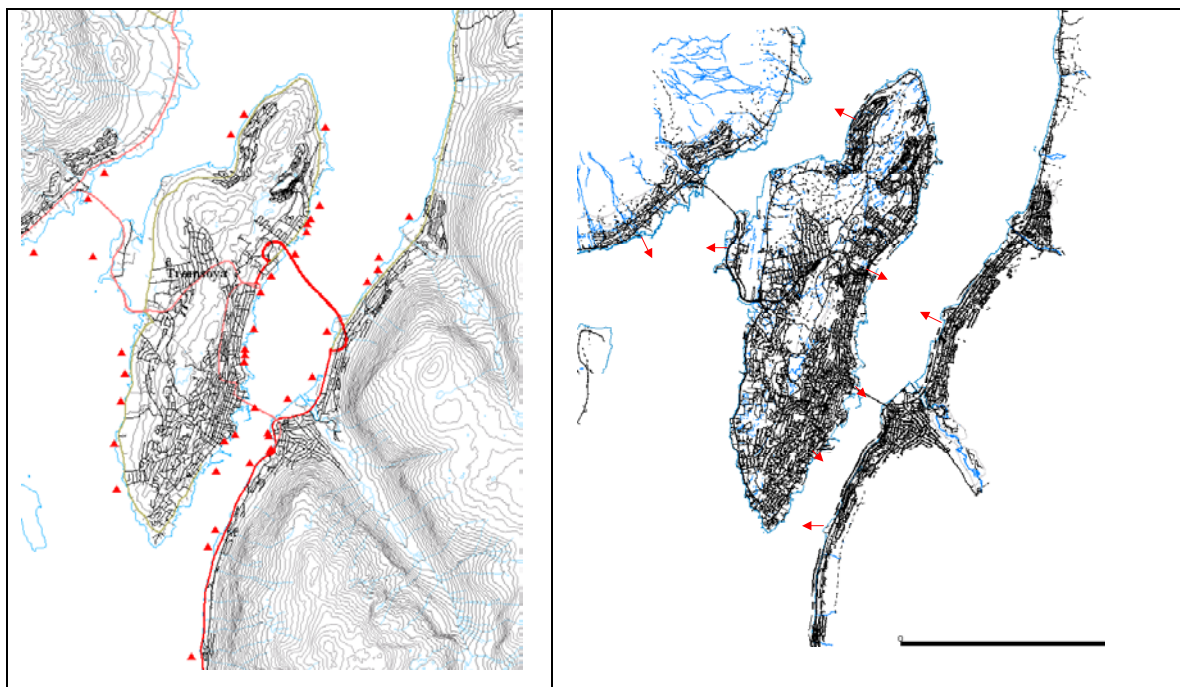
5.5 Kommunal kloakk

5.5.1 Beskrivelse av kilden

Kommunal kloakk består av en blanding av kloakk og overvann fra veier, plasser og tak (se også kap. 4.2), industri- og prosessvann samt innlekkende grunnvann. Den kommunale kloakken domineres av gråvann og svartvann fra husholdninger.

5.5.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

De kommunale kloakkutslippene i Tromsø er under omfattende sanering og antallet utslippspunkter planlegges redusert fra 41 til 8 (Figur 6). Per september 2003 er det etablert mekanisk rensing (sil) på utslippet fra Nansenplass, Strandveien og Gammelgård (de tre sørligste utslippspunkt i figur 6, høyre halvdel) samt på Selnes anlegget på Kvaløysletta. Det er planlagt samling og mekanisk rensing av avløp nord for Tromsøbrua. Anlegget i Breivika kommer i drift i 2004, og på Tomasjord i 2005. I dag går utslipp fra sistnevnte 2 områder urensset ut.



Figur 6 Utslippspunkt for kommunal kloakk fra Tromsø pr. november 2002 (venstre). Kommunale utslippspunkter etter planlagte saneringer frem til 2006 (høyre). Data fra Tromsø kommune. Etter 2006 vil det være 4 kommunale utslipp til Tromsøysundet, ettersom dagens utslipp på Nansenplass vil bli flyttet til Tomasjord fra 1. januar 2006.

Tromsø kommune overvåker avløpsvann og slam fra sine 4 mekaniske renseanlegg. Metallinnholdet i slammet ligger innenfor SFTs tilstandsklasse I-II for ferskvannssedimenter, og for alle metaller unntatt kadmium innenfor kvalitetsklasse 0-1 i forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (Forskrift nr 951 av 4. juli 2003). Nivåene av Zn og Hg er forholdsvis stabile og nokså like mellom de forskjellige renseanlegg, mens konsentrasjonene av Cu, Ni og Pb er noe forhøyet i slam fra Strandveianlegget. Nivåene av PAH₁₆ og PCB₇ er variable og til dels under målbarhetsgrensene (Tabell 3). Slammet komposteres på Stormoen avfallsanlegg i Balsfjord. Øvrige utslipp går i dag urensset ut.

Tabell 3 Miljøgifter i slam fra renseanlegg i Tromsø. Data er fra Tromsø kommune sitt overvåkingsprogram av kommunale avløp (2000-2002). I tabellen oppgis resultatene i medianverdi (µg/kg TS) med relativt standardavvik (%RSD). <LOD betyr at verdien er under målbarhetsgrensen for den aktuelle parameteren.

Måleparameter	Strandveien	Nansen plass	Gammel gård	snitt Tromsøysund	Selnes Kvaløysletta
Kobber (Cu)	60 000 ± 34%	48 000 ± 33%	21 000 ± 18%	43 000	29 000 ± 39%
Sink (Zn)	82 000 ± 46%	77 000 ± 38%	78 000 ± 30%	79 000	65 000 ± 45%
Kvikksølv (Hg)	300 ± 37%	300 ± 50%	200 ± 30%	270	200 ± 57%
Nikkel (Ni)	11 000 ± 149%	9 000 ± 85%	3 000 ± 44%	7 670	5 000 ± 31%
Bly (Pb)	7 000 ± 133%	5 000 ± 29%	1 000 ± 26 %	4 300	3 000 ± 155%
Kadmium (Cd)	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
PAH ₁₆	610	310	540	490	500
PCB ₇	<LOD-2	<LOD-0,04	<LOD-0,03	<LOD – 2	<LOD

Overvåkingsprogrammet omfatter ikke målinger av forurensningskomponenter i vannet som slippes i resipienten. Ettersom kommunal kloakk utgjør hovedparten av kloakkutslippet til Tromsøysundet ble det i forbindelse med foreliggende prosjekt innsamlet og analysert prøver av utslippsvannet på tre utslippspunkt. Det ble tatt ukeblandprøver på 1) Gimle pumpestasjon uten rensing, 2) Nansenplass renseanlegg og 3) Strandveien renseanlegg. Resultatene fra analysene er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Innhold av metaller, PCB, PAH og pestisider i avløpsvann (blanding av kloakk og overvann) fra tre utslippspunkt i Tromsøysundet. Det ble tatt prøver hver dag i uke 24 – 2003 (Ukeblandprøver). Stasjon 1 er Gimle pumpestasjon uten rensing, stasjon 2 er avløp fra Nansenplass renseanlegg, stasjon 3 er avløp fra Strandveien renseanlegg. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l

Stasjon Analysevariabel	1 Gimle urensset	2 Nansen plass mekanisk rensset avløp	3 Strandveien mekanisk rensset avløp
Kadmium	<1	<1	<1
Krom	<3	<3	<3
Kobber	908	80	57
Kvikksølv	<0,001	0,065	<0,001
Nikkel	224	9	10
Bly	82	<10	<10
Sink	850	186	59
Sum PCB ₇	0,00045	0,00065	0
Penta-klorbenzen	<0,0002	<0,00015	<0,0002
α-hexakl.cyclohexan	0,0014	0,00035	0,0016
Hexa-klorbenzen	0,00038	0,0002	0,00032
γ hexakl.cyklohexan	<0,0004	<0,0003	0,00046
Oktaklorstyren	<0,0002	<0,00015	<0,0002
4,4-DDE	0,0006	0,00054	<0,0004
4,4-DDD	<0,0006	<0,0005	<0,0006
Sum PAH	1,435	0,2042	1,2542

Analysene viser, at konsentrasjonene av metaller er svært mye høyere enn i rent ferskvann. For de fleste stoffer tilsvarer avløpsvannet klasse IV og V i SFT sitt klassifiseringssystem¹ for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen, *m. fl.* 1997). Samtidig sees en betydelig lavere konsentrasjon av kobber, bly, sink og nikkel i de to utslippene som er mekanisk rensset,

¹ SFT har gjennom sammenstilling av et stort empirisk datamateriale fått utarbeidet et klassifiseringssystem for miljøtilstand i ferskvann (Andersen *m.fl.* 1997) og i fjorder- og kystfarvann (Molvær *m. fl.* 1997). Systemet benytter grenseverdier for en lang rekke parametre i vann, sediment og biota. Gitte intervaller dekker 5 tilstandsklasser, hvor klasse I er best og klasse V er dårligst. Hovedhensikten med klassifiseringssystemet er å gi personer innen forvaltning, rådgivning og forskning et felles verktøy for vurdering av miljøtilstand og utvikling i ulike typer vannforekomster. Systemet benyttes i resipienundersøkelser, statlige overvåkingsprogrammer og miljøvurderinger i hele Norge.

sammenlignet med det urensede utslippet på Gimle. PAH og PCB inngår ikke i SFT sitt klassifiseringssystem for ferskvann. Sammenligning med landsgjennomsnitts verdier for tungmetallinnhold i inløpsvann til renseanlegg (SFT 1997a og b) viser at utslippet fra Gimle ligger opp til 46 ganger over gjennomsnittet (for bly), og mellom 10 og 20 ganger over landsgjennomsnittet for kobber, sink og nikkel, mens kadmium er omtrent som landsgjennomsnittet, og kvikksølv og krom ligger under.

I tillegg til ovenstående resultater ble det i ukene 12 – 16/2002 innsamlet prøver i forbindelse med utarbeidelse av en hovedfagsoppgave ved ingeniørhøgskolen i Narvik (Fedorova *m.fl* 2002). Resultater er gjengitt i Tabell 6 - 8. Ved sammenligning av data for de respektive renseanlegg sees relativt god overensstemmelse for sumPAH fra Strandveien anlegget (1,254 µg/l i foreliggende undersøkelse sammenlignet med et gjennomsnitt på 1,060 ng/l i materialet fra 2002), mens det for Nansenplass anlegget var noe større variasjon i sumPAH (204 µg/l sml. 0,925 µg/l i 2002 materialet). PCB₇ ble ikke detektert i materialet fra 2002, men deteksjonsgrensene for analysene, som er oppgitt å være 0,01 µg/l pr enkeltkongener (Lisa Torske, Kompetansesenteret Holt pers. medd.) er så høy at verdier på samme nivå som undersøkelsen i 2003 ikke ville ha blitt registrert i 2002 undersøkelsen (Tabell 4).

Materialet fra 2002 omfatter analyser av sink, kadmium og bly (Tabell 8) i avløpsvannet. For sink sees god overensstemmelse mellom resultatene, mens Cd er under deteksjonsgrensen i både 2002 og 2003 analysene. Deteksjonsgrensene på metoden anvendt i 2002 er imidlertid 30 ganger høyere enn for metoden anvendt i 2003. Bly er i 2003 kun påvist i detekterbare konsentrasjoner på det urensede utslippet ved Gimle, men som for PCB₇ og Cd er nedre deteksjonsgrense for bly i 2002 undersøkelsen så høy at verdien fra Gimle i 2003 ikke ville ha blitt registrert uansett.

Tromsø kommune, Vann og Avløp har fremskaffet tall for kloakkutslipp til Tromsøysundet (Tabell 5). Det er foretatt mengdemålinger ved de tre mekaniske renseanleggene, mens det for de øvrige utløpspunkt er beregnet utslippsmengde. Denne er fremkommet ved å multiplisere max. antall personenheter (PE) (dimensjonert kapasitet minus 20% for å kompensere for at dagens belastning er mindre enn max.) med 200 liter vann pr PE. Samlet estimert utslipp av avløpsvann til resipienten blir ca 11,9 millioner m³/år. Foruten avløpsvannet slippes en del faststoff i form av slam ut. Dette gjelder utslippene fra rensedistriktene 3, 5, 6 og 7. Av avløpsvannet som tilføres Tromsøysundet via kommunalt kloakknnett er 5,3 mill m³/år mekanisk rensed (filtrert), mens 6,6 mill m³/år går urensed ut (Tabell 5). Avløpene fra renseanleggene er lokalisert ut i sundet på større dyp, mens de urensede utslippene går til strandsonen, og dermed spres dårligere enn utslippene fra renseanleggene.

Tabell 5 Målte og beregnede årlige kloakkutslipp til Tromsøysundet (tall fra Tromsø kommune).

	Rensedistrikt	Tilknyttet PE 2003	Maks PE	Målt vannmengde (m ³ /år)	Beregnet vannmengde (m ³ /år)
1	Sydspissen – sentrum	10 000	15 400	3 555 000	---
2	Indre havn – Nansenplass	3 500	5 000	1 550 000	---
3	Kullkransvingen – Skattøra		18 700	---	2 992 000
4	Hungeren – Gammelgård		2 200	158 991	---
5	Tromsdalen – Tomasjord		14 800	---	2 368 000
6	Kroken – Skjelnan		6 000	---	960 000
7	Skjelnan – Movika		1 800	---	288 000
				5 263 991	6 608 000
	Samlet kloakkutslipp				11 871 991

Renseanlegget på Nansenplass fjernet i ukene 12, 14-16/2002 i gjennomsnitt 64,9 mg suspendert stoff pr liter avløpsvann, mens Strandveien anlegget i samme periode i

gjennomsnitt fjernet 39,3 mg SS/liter (Fedorova *m.fl* 2002). Dersom gjennomsnittet av dette benyttes for all mekanisk rensing av avløpsvann til Tromsøysundet finner en at den mekaniske rensingen fjerner 52 mg suspendert stoff pr liter avløpsvann, tilsvarende fjerning av 276 tonn suspendert materiale/år fra de 5,3 mill m³ som renses. En kan da videre resonnerer at når alt avløpsvann renses (fra 2005) vil belastningen av resipienten bli redusert med 6,6 mill.m³ x 52 mg/l = 349 tonn suspendert stoff (som i dag går til resipient). Dette tallet er imidlertid ikke mål på dagens belastning, men mål på forventet forbedring når renseanleggene kommer i drift.

Tabell 6 PAH-konsentrasjoner i utløpsvannet på Strandveien renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000 (Fedorova *m.fl* 2002).

Parameter	Enhet	uke12	uke14	uke15	Uke16	Gj.snitt
Naftalen	µg/l	0,11	0,15	0,11	0,13	0,13
Acenaftylen	µg/l	0,02	0,01	<0,01	0,02	<0,015
Acenaften	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenantren	µg/l	0,3	0,07	0,05	0,08	0,13
Antracen	µg/l	0,05	<0,01	0,01	0,01	<0,02
Fluoranten	µg/l	0,51	0,09	0,05	0,16	0,20
Pyren	µg/l	0,38	0,09	0,05	0,11	0,16
Benso(a)antracen	µg/l	0,11	0,02	0,01	0,05	0,05
Krysen	µg/l	0,07	<0,05	<0,05	0,08	<0,06
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,11	0,03	0,02	0,03	0,05
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,05	0,02	<0,01	0,01	<0,02
Benso(a)pyren	µg/l	0,07	0,01	<0,01	0,02	<0,03
Indeno(1.2.3cd)pyren	µg/l	0,03	0,01	<0,01	0,01	<0,015
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,02	0,01	<0,01	0,01	<0,0125
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,06	0,03	0,01	0,01	0,03
Sum PAH*	µg/l	<2,04	<0,75	<0,57	<0,88	<1,06
Sum PCB	µg/l	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist

*Sum PAH er beregnet ved å summere de individuelle PAH forbindelser. Der verdiene for enkeltforbindelser var under deteksjonsgrensen oppgis det at det er brukt deteksjonsgrensen ved beregningen av sumPAH (Fedorova *m.fl* 2002).

Tabell 7 PAH-konsentrasjoner i utløpsvannet på Nansenplass renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000 (Fedorova *m.fl* 2002).

Parameter	Enhet	uke12	uke14	Uke15	uke16	Gj.snitt
Naftalen	µg/l	0,29	0,1	0,15	0,16	0,175
Acenaftylen	µg/l	0,02	0,01	0,01	0,02	0,015
Acenaften	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,053
Fenantren	µg/l	0,18	0,07	0,08	0,09	0,105
Antracen	µg/l	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Fluoranten	µg/l	0,15	0,1	0,08	0,19	0,13
Pyren	µg/l	0,14	0,09	0,08	0,14	0,1125
Benso(a)antracen	µg/l	0,03	0,02	0,02	0,03	0,025
Krysen	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02
Benso(a)pyren	µg/l	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	<0,06
Indeno(1.2.3cd)pyren	µg/l	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,05	0,02	0,02	0,02	0,0275
Sum PAH*	µg/l	<1,36	<0,71	<0,71	<0,92	<0,925
Sum PCB	µg/l	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist

*Sum PAH er beregnet ved å summere de individuelle PAH forbindelser. Der verdiene for enkeltforbindelser var under deteksjonsgrensen oppgis det at det er brukt deteksjonsgrensen ved beregningen av sumPAH (Fedorova *m.fl* 2002).

Tabell 8 Konsentrasjoner av tungmetaller i innløps- og utløpsvann på Strandveien og Nansenplass renseanlegg, Tromsø i ukene 12-16/2000. Alle konsentrasjoner gitt i µg/l (Fedorova *m.fl* 2002).

Uke	Strandveien renseanlegg						Nansenplass renseanlegg					
	Innløp			Utløp			Innløp			Utløp		
	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb
12	70	<30	<100	70	<30	<100	90	<30	<100	140	<30	<100
14	60	<30	<100	60	<30	<100	40	<30	<100	50	<30	<100
15	50	<30	<100	60	0,09	1,3	50	<30	<100	60	0,07	1,3
16	40	<30	<100	40	0,08	1,6	70	<30	<100	60	0,05	1,6
Gjennomsnitt	55	<30	<100	57,5	<30	<100	62,5	<30	<100	77,5	<30	<100
Gj. avvik	10			7			17,5			31,25		

For de parametre der det foreligger sammenlignbare målinger i vann mellom de to årene sees relativt god overensstemmelse i resultatene. Ved vurderingene av miljøgiftbelastningen har vi valgt å benytte analyseresultatene fra 2003, da de har de laveste deteksjonsgrenser. Videre har vi i tråd med hva som er gjort i andre kapitler i rapporten, valgt å benytte halve deteksjonsgrensen der enkeltkomponenter ikke har kunnet fanges opp av de valgte analysene. For slam er det brukt middelerdi av de tre renseanlegg som har utslipp til resipienten (Tabell 3).

For å kunne vurdere bidraget til dagens miljøbelastning må en se på det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff i filtrert utløpsvann fra de to renseanleggene som er i drift og der det foreligger data, samt i mangel på data for de urensede utslippene, benytte innløpsverdiene for renseanleggene. Fedorova *m.fl* (op. sit.) målte et gjennomsnittlig innhold av suspendert stoff på 175 mg SS/l i innløpsvannet til renseanleggene. Dette tallet benyttes som grunnlag for belastningsberegningene for de urensede utslippene til Tromsøysund (Tabell

9). I utløpet fra renseanleggene ble det funnet gjennomsnittlig 123 mg SS/l. Dette tallet benyttes som grunnlag for beregning av belastningen fra rensset avløpsvann (Tabell 9).

5.5.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Basert på avløpsvann-analysene i Tabell 4, 6-8 og volummålingene/beregningene i Tabell 5, har vi beregnet årlig tilførsel av de analyserte komponenter til Tromsøysundet. Bidraget er presentert som summen av tilførsler med avløpsvann og slam (Tabell 9). For å anskueliggjøre beregningene gis her et eksempel på gjennomføring av beregningen av tilførselen av kobber (Cu).

Beregningseksempel – beregnet årlig kobbertilførsel fra kommunal kloakk til Tromsøysundet

Årlig tilføres Tromsøysundet 6,6 mill m³ urensset avløpsvann. Ukeblandprøven av urensset avløpsvann fra Gimle pumpestasjon viste et kobberinnhold på 908 µg/l (Tabell 4). Prøven er tatt etter pumpestasjonen, og er ikke filtrert. Dermed gjelder det målte innholdet både løst og partikkelbundet materiale. Det samlede årlige kobberutslippet med urensset avløpsvann blir dermed 6,6 mill m³ x 908 µg/l = 5993 kg Cu/år. I tillegg slippes det ut 5,3 mill m³ mekanisk rensset avløpsvann. Kobberinnholdet i avløpsvann fra Strandveien og Nansenplass renseanlegg er i gjennomsnitt 68,5 µg/l (Tabell 4). Tilsvarende beregning som for urensset utslipp gir et årlig utslipp på 356 kg Cu/år. Det beregnede årlige kobberutslippet med kommunal kloakk til Tromsøysundet blir dermed 5993 + 356 kg Cu/år = 6349 kg/år = 6 349 000 gram/år.

Resultatene er sammenstilt i Tabell 9

Tabell 9 Beregnede gjennomsnittlige årlige utslipp av tungmetaller, PAH og PCB til Tromsøysundet fra kommunal kloakk. Alle utslippsverdier er gitt i gram/år.

	Beregnet årlig utslipp med urensset avløpsvann ^{*1}	Beregnet årlig utslipp med rensset avløpsvann ^{*2}	Beregnet gjennomsnittlig årlig utslipp
Kobber (Cu)	5993 000	356 000	6 349 000
Sink (Zn)	5610 000	637 000	6 247 000
Bly (Pb)	541 000	26 000 ^{*3}	567 000
Kvikksølv (Hg)	3,3 ^{*3}	171,6 ^{*3}	174,9
Nikkel (Ni)	1 478 000	49 000	1 527 000
16 PAH	9 471	3 864	13 335
PCB ₇	2,97	1,69	4,66

*1 basert på beregnet utslipp av 6,6 mill m³/år (Tabell 5)

*2 basert på målt utslipp fra eksisterende renseanlegg (Tabell 6)

*3 der verdier ligger under deteksjonsgrensen er innhold av den aktuelle komponenten gitt som 0,5 x deteksjonsgrense.

5.5.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag

Tidligere har kommunale kloakkutslipp bare utgjort omlag 50 % av kloakkutslippene til Tromsøysund. En del utslipp fra fiskeforedlingsindustri er imidlertid opphørt innenfor de seneste årene, og av større enkeltutslipp er det nå kun utslippet fra Tromsfisk på Solstrand/Gammelgård igjen. I hvilket omfang utslipp fra fiskeforedling og meierivirksomhet har bidratt med utslipp av miljøgifter er usikkert, men de er sannsynligvis av liten betydning.



Kommunal kloakk fra boligområder er en variabel kilde til belastning med miljøgifter. Resultatene av overvåkingsprogrammet gjennomført av Tromsø kommune viser at avløpsvann og slam har moderate innhold av miljøgifter, men i kraft av det store volum blir denne kilden likevel av antatt betydning.

5.6 Utslipp fra industrivirksomhet, skipsverft og slip plasser

5.6.1 Beskrivelse av kilden

Tungindustri har generelt vært en betydelig kilde til forurensning av fjord- og havnemiljø rundt omkring i Norge. I Tromsø er det imidlertid ingen tungindustri (smelteverk, petrokjemisk industri, treforedling etc.), og den eneste industrielle aktiviteten som mistenkes for å bidra til miljøgiftbelastningen er skipsverft og slipsetting av båter.

Reparasjon og behandling av båter på skipsverft og slip-plasser har ført til betydelig forurensning flere steder langs norskekysten. Høytrykksspyling, sandblåsing og maling av skip med anti-groe maling fører til utslipp av ulike miljøgifter både til sjø og til luft. Det er i det følgende fokusert på utslipp til sjø. Utslipp til luft vil til en viss grad deponeres i sjø etterhvert, men det antas at denne belastningen er av mindre betydning for forurensningssituasjonen i havneområder. Tidligere var en del skip malt med PCB-holdig maling, og det er mulig at en del eldre skip fremdeles kan ha spor av slik maling. I dag er imidlertid tinnorganiske miljøgifter (først og fremst tributyltinn, TBT) og kobberforbindelser de dominerende miljøgifter i bunnmaling.

TBT innholdet i bunnmaling er typisk 20 vekt % (ACE 2001) og typisk er mellom 20-40% av bunnmalingen igjen når et skip slipsettes for rensing og ny bunnsmøring. Ved avrensningen kan betydelige mengder TBT-holdig blåsesand dannes, og det er rapportert om utslipp på opp til 1 kg ren TBT for et 25 meter langt skip. Blåsesand kan også inneholde spor av tungmetaller. Innholdet av TBT i blåsesand forventes å minke i takt med gjennomføring av Den Internasjonale Maritime Organisasjonen (IMO) sitt forbud mot bruk av dette stoffet frem mot 2008. Utslipp av TBT forventes erstattet av bl.a. kobberforbindelser. I dag samler skipsverft opp blåsesand og leverer den som farlig avfall, men noe vil kunne følge spylevannet ut. Tidligere ble imidlertid blåsesand deponert på land eller i sjø. Mye av forurensningen som finnes ved/utenfor skipsverft skyldes således "gamle synder" som har vært og fremdeles er kilder til miljøgifter i havneområder.

SFT utviklet i 1993 en metode til beregning av tilførsler av miljøgifter fra sandblåsing, maling og høytrykksspyling fra norske skipsverft til vann og luft (SFT 1993). I denne rapporten angis det at utslipp til sjø fra skipsverft skjer/kan skje som følge av:

- ❑ Avrenning av miljøfarlige forbindelser fra fyllinger bestående av brukt blåsesand og avvirket materiale. Forurensningspotensialet anses for å være relativt lite fordi metallforbindelsene foreligger i en form som er lite vannløselig i ferskvann og fordi rester av tinnorganiske forbindelser vil bli holdt effektivt igjen i jordsmonnet.
- ❑ Dumping og deponering av brukt blåsesand og avvirket materiale i sjøen. Disse massene vil ha langt større forurensningspotensiale, pga sjøvanns store evne til å løse opp ellers lite løselige forbindelser.
- ❑ Utspyling av brukt blåsesand, avvirket materiale og malings- og bunnstoffrester i sjøen. Slike masser vil av samme årsak som nevnt ovenfor ha et betydelig forurensningspotensiale.
- ❑ Nedfall av støv, maling m.m. på sjøen under utførelsen av sandblåse- og/eller malearbeider. Sammenlignet med de øvrige kilder synes dette å være den minste kilden. På skipsverft påføres bunnstoffer i det alt vesentlige ved høytrykkssprøyting. Spill i forbindelse med høytrykkssprøyting mot store skrogflater blir regnet å være relativt lavt og er skjønnsmessig angitt til fra 5 til 7,5 % av bunnstofforbruk ekskl. svinn og løsemidler. Et annet tap skyldes forstøvet maling som spres i luft ved utendørs arbeider. Tapet vil variere med vind- og temperaturforhold. Tapet kan anslås til mellom 0,5 og 2,5

% av bunnstofforbruk ekskl. svinn og løsemidler. Praksis ved norske verft er at spill fra sprøytemaling får tørke og bli liggende der det slår seg ned. En del av denne tørre malingen kan bli vasket ut når skipet sjøsettes.

- ❑ Høytrykkspyling av skrog før sandblåsing. Ved mindre reparasjoner benyttes ofte høytrykks-spyling som rensemetode i stedet for sandblåsing.

I dag stilles det krav om oppsamling og rensing av spylevann, men i henhold til opplysninger fra Tromsø skipsverft har flere verft (inkludert Tromsø skipsverft) fremdeles dispensasjon fra dette kravet (Åge Hansen, pers. medd.). SFT viser til at man ved et amerikansk verft indikerer målinger og estimerer en konsentrasjon av tinnorganiske forbindelser i spylevann på omkring 100 mg/l (SFT 1987). Forbruket av spylevann var ved dette verftet bare 20-25 % av hva det blir angitt å være ved norske verft. Det antas derfor at konsentrasjonen av tinnorganiske forbindelser i spylevannet fra norske verft kan ligge på omkring 20 mg/l (for båter behandlet med bunnstoff med tinnorganiske forbindelser).

5.6.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Det første skipsverftet ble grunnlagt på Skansen i Tromsø så tidlig som i 1848. Dette er fremdeles i drift. I tillegg lå det tidligere flere skipsverft på østsiden av Tromsøya, langs Stakkevollveien. I dette området er det nå kun aktivitet ved en mindre slip (Tomek) omtrent midt mellom Tromsøbrua og Breivika. Det foreligger ikke data som viser hva som faktisk slippes ut fra Tromsø skipsverft, og vi har heller ikke oversikt over tidligere praksis vedrørende behandling av blåsesand, støv o.l. I mangel av data har vi benyttet utslippstillatelsen som Tromsø Skipsverft har fått fra SFT (datert 3. september 1996). Denne stiller krav om egenrapportering for utslipp av:

- ❑ vannmengde
- ❑ mengde organiske løsemidler

I tillegg skal det rapporteres mengder avfall og spesialavfall (1. januar 03 trådte ny forskrift om farlig avfall i kraft, og begrepet "spesialavfall" erstattes av "farlig avfall"). Tromsø Skipsverft har i henhold til utslippstillatelsen ikke lov til å foreta direkte utslipp av forurenset prosessavløpsvann eller vaske/spylevann til sjø. Olje- og fettholdig avløpsvann skal renses før utslipp. I samtale med Åge Hansen, driftsleder ved Tromsø Skipsverft, ble det imidlertid opplyst at verftet slik det ligger i dag ikke har mulighet til å samle opp og rense spylevannet, og at SFT har gitt dispensasjon fra kravet om oppsamling og rensing (Hansen, pers.med.). Per i dag er dermed trolig avløpsvann/spylevann fra skipsverftet en kilde til forurensning i Tromsø havn. Blåsesanden samles opp og leveres som farlig avfall, men noe vil følge spylevannet ut.

Nedenfor gjengis rapporterte utslipp av vann, samt sum årlig mengde avfall og spesialavfall fra Tromsø Skipsverft (Tabell 10). Det er kun spylevann som går ut i resipient.

Tabell 10 Årlige utslipp av spylevann (m³) til sjø fra Tromsø Skipsverft, samt sum årlig mengde avfall (tonn) og spesialavfall i perioden 1996-2002.

År	Vannutslipp (m ³)	Mengde avfall (tonn)	Mengde spesialavfall (tonn)
1996	500	180,00	35
1997	450	206,00	55,31
1998	20 000	315,42	60,08
1999	450	287,23	83,42
2000	12 000	289,39	116,02
2001	9 000	342,60	111,90
2002	5 000	512,50	48,08

Tromsø Skipsverft leverer både avfall og spesialavfall til godkjente mottak, og slikt avfall skal derfor ikke være, eller ha vært en kilde til forurensning av indre havn i de senere år. Det kan imidlertid ikke utelukkes at endel avfall (i dag definert som farlig avfall) tidligere ble sluppet ut i resipienten eller lagret på skipsverftstomta. Oversikten i Tabell 11 er derfor tatt med for å vise hvilket avfall som genereres på skipsverftet.

Tabell 11 Rapporterte mengder (tonn) av forskjellige typer spesialavfall fra Tromsø Skipsverft i perioden 1996-2002. Tromsø Skipsverft har hatt rapporteringskrav siden 1996.

Type spesialavfall	År	Mengde (tonn)
Andre løsemidler og løsemiddelblandinger	1998	0,13
	1999	0,80
	2000	1,06
	2001	1,20
	2002	0,31
Andre motor-, gir- og smøreoljer	1998	40,75
	1999	11,07
	2000	52,93
	2001	83,80
	2002	28,29
Annet meget giftig, giftig eller miljøskadelig avfall	1996	5
Avfall fra malinger og lakker uten halogenerte løsemidler	1998	0,31
Avfall fra PBDB (produksjon, bearbeiding, distribusjon og bruk) av malinger og lakker	1997	0,62
Avfall fra PBDB av organiske grunnprodukter	1997	1,19
Avfall fra rengjøringstanker som inneholder olje	2000	11,75
Avfall fra rengjøring av sjøtransporttanker som inneholder olje	2000	63,63
Blybatterier	1998	1,02
	1999	0,11
	2000	0,21
	2001	0,85
	2002	0,85
Brukte bearbeidingoljer uten halogener (ikke i form av emulsjon)	1998	6,20
Brukte motoroljer, giroljer og smøreoljer	1997	43,50
Brukte oljefiltre	1998	0,52
	1999	0,11
Bunnoljer fra andre typer skipsfart	1997	10
Bunnslam fra tanker	1998	0,22
	1999	i.r.
	2000	2,88
	2001	1,10
	2002	0,97
Forurensede drivstoffer og fyringsoljer	1999	7,67
Frost- og kjølevæske	1998	0,03
Ikke-klorerte motoroljer, giroljer og smøreoljer	1998	5,60
Maling, trykkfarger, lim og harpikser	2000	0,10
	2001	0,26
	2002	2,66
Slam fra oljeutskillere	1998	5,30
Spilloljeholdig avfall	1996	30

5.6.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Per i dag er trolig utslipp av urensset spylevann en kilde til miljøgifter i Tromsø havn. Det foreligger et begrenset datasett på metallinnhold i spylevann fra en undersøkelse ved verftet i

1999 (Tabell 12). I følge opplysninger fra Tromsø skipsverft vil dette datagrunnlaget bli oppdatert i den nærmeste fremtid.

Tabell 12 Innhold av metaller i spylevann fra Tromsø skipsverft i forbindelse med rensing av 6 ulike fartøy (juli-august 1999) Data fra SFT/Tromsø Skipsverft. Alle konsentrasjoner gitt i µg/l.

Prøve/skip	Total kobber	Total bly	Total nikkel	Total krom	Total tinn
Slovyan	3 000	2200	60	840	<12
J. Ruud	2 400	<100	<60	60	844
Albert S	1 300	900	<60	580	198
Kjølnes	35 000	400	<60	70	11300
Havsel	5 600	<100	130	350	301
Guldrin	66 000	200	90	90	327
Gjennomsnitt*	18 883	633	62	332	2163

*Gjennomsnitt beregnet med bruk av halve deteksjonsgrensen for nikkel og bly ved resultater under deteksjonsgrensen

I Tabell 10 er skipsverftets rapporterte forbruk av spylevann gitt, og ved bruk av gjennomsnitts-konsentrasjonene fra Tabell 12, er det årlige tungmetallbidraget fra spylevann i perioden 1996 – 2002 beregnet (Tabell 13).

Tabell 13 Beregnet gjennomsnittlig utslipp av tungmetaller med spylevann fra Tromsø skipsverft i perioden 1996 – 2002. (Beregnete utslipp er gitt i gram/år).

År	Volum spylevann (m ³)	kobber	bly	nikkel	krom	tinn
1996	500	9 442	317	31	166	1 082
1997	450	8 498	285	28	149	973
1998	20 000	377 660	12 660	1 240	6 640	43 260
1999	450	8 498	285	28	149	973
2000	12 000	226 596	7 596	744	3 984	25 956
2001	9 000	169 947	5 697	558	2 988	19 467
2002	5 000	94 415	3 165	310	1 660	10 815

Selv om blåsesand og farlig avfall i dag ikke deponeres i resipienten vil endel rester kunne følge med spylevannet ut eller deponeres som støv i resipienten. Analyser av jordprøver fra skipsverfttomta (Jartun *m.fl.* 2002) viser at det er til dels svært høye konsentrasjoner av tungmetallene bly, kobber, sink, krom og tinn i overflatejord fra skipsverfttomta. I tillegg er det til dels høye konsentrasjoner av arsen. PAH- og PCB-verdiene er også svært høye i forhold til normverdiene utarbeidet av SFT. Også i sedimentprøver tatt utenfor skipsverfttomta er det funnet høye konsentrasjoner av TBT, PAH, PCB og metaller (Pb, Zn, Cd, Cu og Hg) (Jørgensen *m.fl.* 2000; Kristoffersen & Kramvik, 2001; Utheim, 2000a). Dette indikerer at skipsverftet har vært en betydelig forurensningskilde.

5.6.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Datagrunnlaget fra Tromsø skipsverft er svært begrenset, men peker på en betydelig kilde til metallforurensning. Generelle data viser at skipsverft har vært og er en viktig kilde til forurensning i havneområder. Analyser av jordsmonn og sediment fra hhv. skipsverfttomta og resipienten utenfor viser at dette også gjelder for Tromsø skipsverft.

5.7 Individuelle punktavløp

5.7.1 Beskrivelse av kilden

Punktkilder er en samlebetegnelse for en rekke forskjellige typer utslipp som har en avgrenset geografisk utstrekning og som går til resipient via et enkelt utslippsrør (for eksempel en bensinstasjon, et lagringsområde eller et utslippsrør fra en bilvaskeplass).

Aktiviteter som bensinstasjoner, bilverksted, bilopp huggeri, tannleger og fotografi/trykkerier og havarivernsenteret er alle aktiviteter som reguleres av forskrift nr 1817 om farlig avfall av 20. desember 2002 og Lov om vern mot forurensninger "Forurensningsloven" av 13. mars 1981 nr 6 og i noen tilfeller bransje- og særforskrifter som regulerer bedriftenes behandling av sitt farlige avfall. I tillegg er det på trappene en ny avløpsforskrift.

5.7.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

I Tromsø er de punktkilder innen avløpsområdet til Tromsøysundet, og som har mulighet for tilkobling til det kommunale nettet uten pumping, som regel koblet på dette. Andre, først og fremst de som ligger nedenfor ringveien på Tromsøya har direkte utslipp via selvfallsledninger til sjøen. Tromsø kommune har dårlig oversikt over denne typen utslipp.

Tromsø kommune har utarbeidet lokale retningslinjer for håndtering av oljeholdig avløp, men det inngår ikke rapportering og generering av statistikk. Videre foregår det fra en rekke av ovennevnte aktiviteter innsamling og disponering av brukte kjemikalier, avfall etc. via godkjente avfallsforetak. Enkeltutslipp til Tromsøysundet har som minimum krav om slamavskiller og oljeutskiller der det er relevant. Rapporter fra tømning av sistnevnte skal leveres Tromsø kommune. Videre er det på nasjonalt nivå et trettitalls forskrifter som regulerer en eller flere av ovennevnte aktiviteter, og det foretas stikkprøvekontroll, både fra kommunene og fra Fylkesmannens miljøvernavdeling. Ved denne typen kontroller sjekkes håndtering og rapportering av ulike typer farlig avfall. Fylkesmannen i Troms foretok en omfattende kontroll av en rekke foretak sommeren 2003, og det var generelt tilfredsstillende rutiner og oppfølging hos de kontrollerte bedrifter (Frid Mikkola pers. medd.).

Det er imidlertid som nevnt dårlig oversikt over utslippsløsninger og utslipp til resipient fra denne typen foretak i Tromsø.

5.7.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Det foreligger ikke data for utslipp av miljøbelastende stoffer til Tromsøysundet fra punktkilder.

5.7.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Datagrunnlaget om punktkilders miljøgiftbelastning i Tromsø er svært mangelfullt (fraværende) og bør absolutt forbedres.

5.8 Utslipp fra forurensete landområder/grunn, inkludert søppelfyllinger, havneutfillinger, massedeponi

5.8.1 Beskrivelse av kilden

Forurenset grunn er her forurenset jord på kai- og industritomter eller deponier i direkte nærhet til sjøresipienten. I kartleggingen er det lagt spesiell vekt på områder som rommer aktiviteter som kan føre til forurensning av jordsmonn, med risiko for utlekkasje av miljøgifter til Tromsøysundet.

Tromsøysundet er resipient for sigevann fra avfallsdeponiet i Ørndalen, samt fra grov-avfallsfyllingen i Tromsdalen. Analyser av sigevann gir god informasjon om hva som vaskes ut fra avfallsdeponier. Vi har i dette kapittelet valgt å behandle direkte utlekking fra forurenset grunn separat fra tilførsler av sigevann.

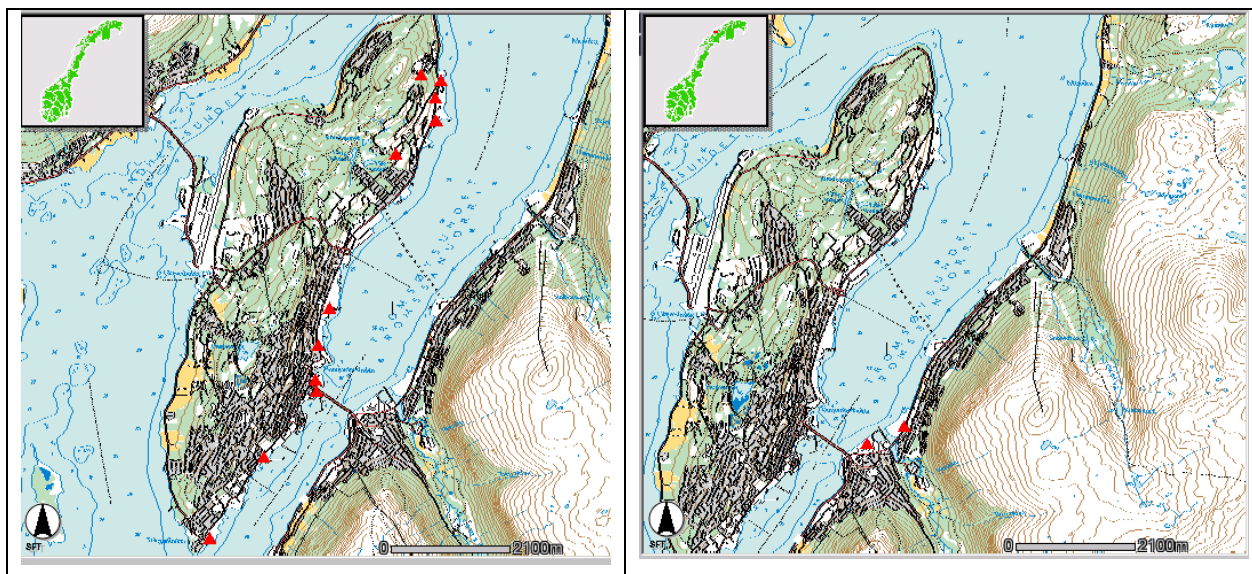
5.8.2 Forurenset grunn: Datagrunnlag fra Tromsø området

En oversikt over de siste undersøkelser av forurenset grunn som er gjennomført i Tromsø er gitt i Tabell 14.

Tabell 14 Undersøkelser av forurenset grunn langs Tromsøysundet, Tromsø kommune.

Område	År	Målsetning	Oppdragsgiver	Referanse
Skipsverfttomten	2000	Miljøtilstandsundersøkelse	Tromsø Skipsverft AS	Utheim 2000
Prosteneset	2001	Grunn. Geoteknisk vurdering.	Tromsø Havnevesen	Larsen 2002
Breivika havn	1998	Grunnundersøkelser.	Tromsø Havnevesen	Bakkan 1998
TOS Int. Fiskerihavn	2000	Grunnundersøkelser.	Tromsø havnevesen	Jensen 2000a
TOS Int. Fiskerihavn	2000	Grunnundersøkelser.	Tromsø havnevesen	Jensen 2000b
Tromsøya, sentrale omr. på Kvaløya og fastlandet	2002	Jordforurensning i Tromsø	Tromsø kommune, Troms fylkeskommune, NGU	Jartun <i>m. fl.</i> 2002
Troms	1990	Forurenset grunn. Kartlegging.	SFT	Banks <i>m. fl.</i> 1990

SFT har i de senere år gjennomført en sammenstilling av informasjon om forurenset grunn i hele landet. Informasjonen er samlet i en database som er offentlig tilgjengelig via internett. Et søk i SFT databasen over kjente eiendommer med forurenset grunn ga 13 treff innen nedslagsfeltet til Tromsøysundet (Figur 7). Det gjenstår imidlertid endel arbeid før forurensningen på disse eiendommene er kartlagt i detalj. På mange av eiendommene er det kun mistanke om forurensning, mens andre er bekreftet forurenset gjennom analyser (Tabell 15).



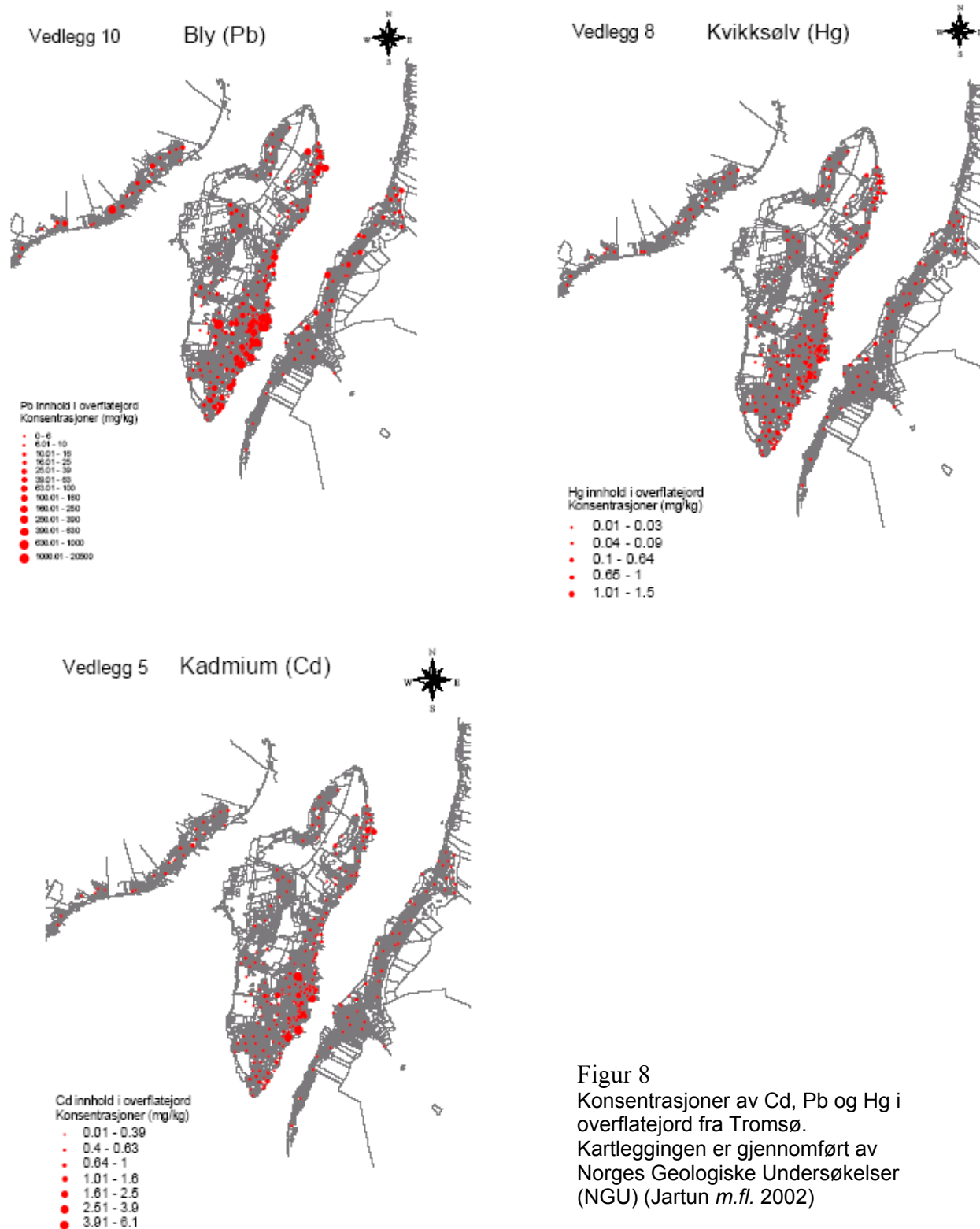
Figur 7 Forurensede grunnområder ved Tromsøysundet pr 25. august 2003 (SFT database).

Tabell 15 Oversikt over eiendommer med forurensede grunn i Tromsø (SFT database august 2003).

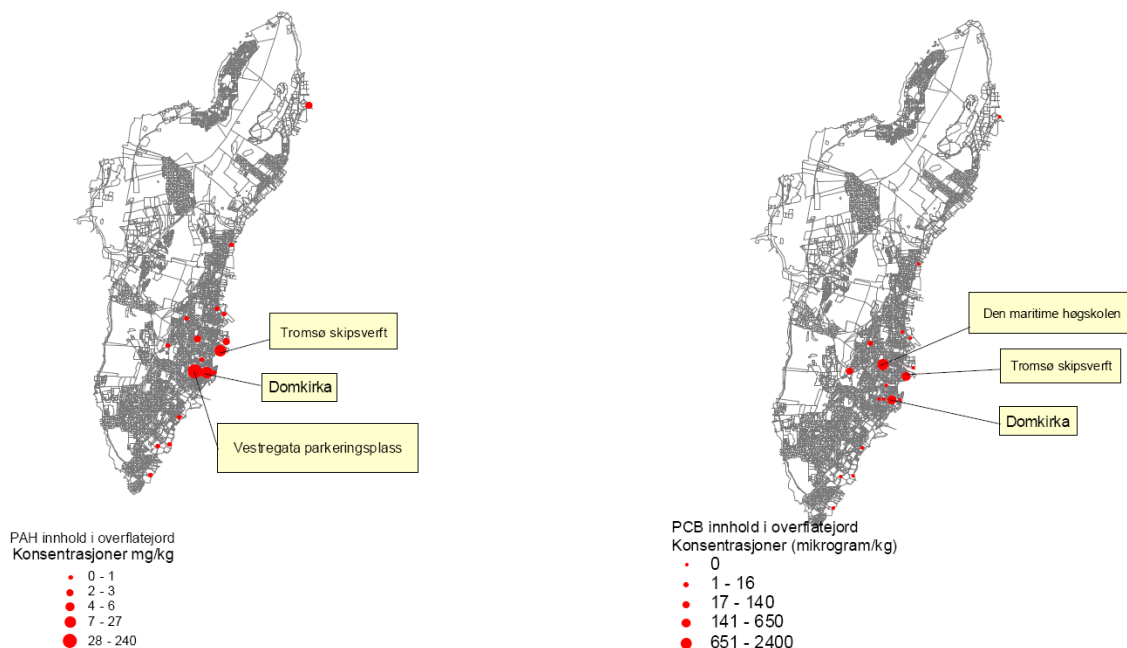
Lokalitetsnavn	Type virksomhet/deponi	Forurensede med
Bjørnøygate - Ilusegate	Kommunalt deponi	Ukjent
Fylling v/BILCO	Kommunalt deponi	Ukjent
Stakkevollvn. 16	Gassverk	Mistanke om PAH
Maskin og industriservice	Maskin og industriservice	Mistanke om metaller, aromatiske hydrokarboner, klororganiske forbindelser og andre
Området ved Maskin og industriservice	Deponi	Ukjent
Nansenplass	Kommunalt deponi	Ukjent
Skattøarveien v/ Tromsø biloppfuggeri	Biloppfuggeri	Mistanke om alifatiske hydrokarboner, PAH og klororganiske forbindelser (PCB)
Stakkevollvn. V/Kræmeranlegget	Deponi	Ukjent
Ringveien	Sør-Mo tre	Ukjent
Skansengata	Tromsø skipsverft	Bekreftet forurensning med metaller, TBT, PAH og PCB
Tromsøysundveien (nedenfor Troms kraftforsyning)	Kommunalt deponi	Mistanke om alifatiske hydrokarboner og PAH
Ørndalen nord	Kommunalt deponi	Bekreftet forurensning med alifatiske hydrokarboner, olje, PAH og fenol
Ørndalen avfallsfyllinger	Kommunalt deponi	Mistanke om forurensning med metaller, BTEX og PCB. Bekreftet PAH-forurensning

Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) gjennomførte i 2001 – 2002 en omfattende prøvetaking av overflatejord i Tromsø (Jartun *m.fl* 2002). 302 prøver av overflatejord fra de tettest befolkede områdene av Tromsø ble samlet inn og analysert for tungmetaller og arsen. 18 av prøvene ble i tillegg analysert for PAH og PCB. Flere av lokalitetene som er inkludert i SFTs database over forurensede grunn ble undersøkt av NGU. I rapporten konkluderer NGU med at de ytre og yngre bydelene av Tromsø, som Hamna, Sjømannsbyen, Norrøna, Sorgenfri, samt sentrale områder på Kvaløya og fastlandssiden, er lite forurensede. Tromsø sentrum og Skattøra er imidlertid forurensede med bly, sink, arsen og enkelte steder med PAH

og PCB. Området på og rundt skipsverftomta er i tillegg sterkt belastet med tinn, noe som høyst sannsynlig stammer fra TBT. En oversikt over konsentrasjoner av Cd, Pb, Hg, PAH og PCB i overflatejord fra Tromsø er gitt i Figur 8 og 9.



Figur 8
Konsentrasjoner av Cd, Pb og Hg i
overflatejord fra Tromsø.
Kartleggingen er gjennomført av
Norges Geologiske Undersøkelser
(NGU) (Jartun *m.fl.* 2002)



Figur 9 Konsentrasjoner av PAH og PCB (sum 7 PCB) i overflatejord fra Tromsø. (Jartun *m.fl* 2002).

5.8.3 Forurenset grunn: Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Forurenset grunn representerer et komplisert fagfelt, og hver lokalitet og forurensings-situasjon kan variere sterkt. Som vist ovenfor finnes det en rekke eiendommer med forurenset grunn i Tromsø. De eiendommene som ligger i nedbørsfeltet som drenerer til Tromsøysundet vil kunne være en kilde til miljøgifter til det marine miljø. Miljøgiftene som finnes i forurenset jord lengre inn på land vil imidlertid stort sett være relativt sterkt bundet, slik at transport med vann (regnvann/overflatevann) vil være begrenset. Episoder med kraftig nedbør, flom eller snøsmelting kan lede til fortykning eller økt mobilitet av miljøgifter. Dette kan i sin tur føre til konsentrasjonsøkning i jordvæske og grunnvann, samt lekkasje til resipient.

Som figurene 7 – 9 viser grenser endel lokaliteter med forurenset grunn til Tromsøysundet, og det antas at det er disse eiendommene som i størst grad vil kunne bidra med miljøgifter til det marine miljøet. Datagrunnlaget viser også at det i stor grad er de samme komponenter som dominerer i forurenset grunn og i forurensede sedimenter. Bølge- og tidevannsbevegelser vil kunne føre til utvasking av forurensede partikler. På grunn av de store tidevannsforskjellene i Tromsø vil det være relativt store flater som utsettes for slik utvasking. Hvilke miljøgifter som vaskes ut og hvor stor utvasking er avhenger av en rekke forhold. Ulike avgrensninger mot sjø, som f.eks. steinfyllinger, spuntvegger o.l. vil redusere eller i beste fall eliminere utvasking. Stort sett hele området fra Polarmiljøsenderet og nordover langs øya består av utfyllinger av ulik alder og etablert ved bruk av ulike materialer. I mange av de eldre fyllingene er det dumpet ulike masser (mudringsmasser, bygningsavfall, annet avfall, jord osv.) som er kapslet inne av fyllingene, men det er ikke mulig å skaffe en oversikt over hva som har blitt deponert i disse fyllingene i tidligere tider. De fleste fyllingene består av steinmasser uten annen avgrensning mot sjø (plastring), noe som vil medføre at det er et potensiale for utlekking av eventuelle forurensningskomponenter til sjø. I en del nyere

fyllinger er massene som er deponert i fyllingene plastret mot sjø, noe som skal redusere utlekking. Ettersom det ikke foreligger informasjon om hva som er deponert i de ulike strandkantdeponier langs Tromsøya og heller ikke om hvor store volum som er forurenset så er det umulig å kvantifisere bidraget fra forurenset grunn.

En av de mest forurensede eiendommene er skipsverfttomta på Skansen. Denne tomta ligger i strandkanten i nordlig del av indre havn. Tromsø skipsverft skal imidlertid flytte til en ny tomt i nær fremtid, og det foreligger planer for boligbygging på den nåværende skipsverfttomta. Dersom det skal bygges boliger så vil utbygger måtte forholde seg til SFTs normer for mest følsomt arealbruk (SFT 1999), noe som innebærer at det må gjennomføres tiltak for å fjerne eller avgrense forurensede masser. I følge utbygger skal det, så snart et byggeprosjekt er i gang, ikke skje utlekking fra forurensede masser på land. Dette kan oppnås ved bruk av membraner, tildekking, avskjærende drenasjer, oppsamling av nedbør, spunt eller filter. Områder som nå ligger i sjøen, og der det er forurensede masser, planlegges tildekket med rene masser på en måte som ikke medfører oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter. Utbyggingsområdets front mot sjøen tenkes for en stor del dekket av spuntvegger som hindrer partikkelbundet spredning.

5.8.4 Forurenset grunn: Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag

Det er registrert forurensning med hydrokarboner på flere lokaliteter i Tromsø. Kartlegginger som er gjennomført til nå viser at PAH-forurensningen er verst i sentrum. Flere av eiendommene med PAH-belastning ligger et stykke inne på land og har således ikke direkte kontakt med sjøvannet. Skipsverfttomta grenser imidlertid mot sjø, og den har jordmasser med høye PAH-konsentrasjoner. På grunn av flere usikkerhetsfaktorer, som volum av forurensede masser (mye ukjent, spesielt ”gamle synder”), areal som er i kontakt med sjø, utlekkingspotensiale osv. er det umulig å kvantifisere bidraget fra PAH-forurenset grunn.

Både PCB og tungmetaller er registrert i jordmasser fra flere eiendommer i Tromsø. Som for PAH er trolig skipsverfttomta en viktig kilde (når det gjelder forurenset grunn) for PCB og tungmetaller til havneområdet.

Det er flere steder konstatert høye konsentrasjoner av miljøgifter i jordsmonnet i Tromsø. I noen tilfeller er det funnet tilsvarende høye konsentrasjoner i sediment og/eller organismer i utenforliggende marine områder. Den vesentligste mangel ved datagrunnlaget er imidlertid pålitelige relasjoner mellom konstatert mengde forurensning i jord, og utvasking/transport til resipient. Her er datagrunnlaget omtrent fraværende.



Flere eiendommer som grenser mot Tromsøysundet er forurenset av ulike miljøgifter. Det er imidlertid stort sett forekomster av miljøgifter i overflatejord som er kartlagt, og det mangler informasjon om hvor store volumer som er forurenset. Videre er det ikke ført detaljert oversikt over hva som er deponert i de fleste fyllingene langs østsiden av Tromsøya. Det foreligger heller ikke data som belyser utlekking av miljøgifter fra ulike typer fyllinger/jordsmonn. Det er således ikke mulig å kvantifisere bidraget fra forurenset grunn. På grunn av den store utbredelsen av forurenset grunn langs Tromsøysundet, samt sterk strøm og store tidevannsforskjeller (økt erosjon) antas det likevel at denne kilden kan være av betydning.

5.8.5 Sigevann: Datagrunnlag fra Tromsøområdet

5.8.5.1 Søppeldeponi i Ørndalen

I Ørndalen er det to avsluttede fyllplasser for avfall. Den eldste fyllplass Ørndalen-I ble tatt i bruk på 1960 tallet (Cuhra, pers komm.) og avsluttet i 1986. På denne fyllplassen er det deponert samfengt avfall; både produksjonsavfall, forbruksavfall, bilvrak, bygningsavfall og spesialavfall. Det anslås at ca. 450 000 tonn avfall er deponert her. Ørndalen-2 ble tatt i bruk i 1986 og avsluttet i 1997. Også Ørndalen-2 inneholder diverse typer avfall fra husholdninger og næringsliv.

Etter 1997 har det ikke blitt deponert avfall på de avsluttede deponiene i Ørndalen, men det foregår frem mot 2005 anleggsarbeid i forbindelse med landskapsgjenoppretting av områdene. I den forbindelse har Tromsø kommune åpnet Ørndalen-2 som mottak for rene overskuddsmasser fra anleggsarbeid.

Sigevannet fra Ørndalen genereres fra et beregnet nedslagsfelt på 200 000 m², og det anslås at retensjonstiden i fyllingene er ca. 2 døgn (Cuhra 2001). Samme referanse angir også innlekking av grunnvann som en viktig bidragsyter til generering av sigevann. På området finnes et avvanningsanlegg for septikslam. Anlegget er i drift fra mai til september, og rejektivannet fra denne aktiviteten går inn på den felles sigevannsledningen. Sigevannet slippes ut i Tromsøysundet nord for Skattøra. Dagens utslipp er lokalisert ca. 500 m fra land på 20 m dyp.

Tromsø kommune har installert automatisk overvåking av volum sigevann som går ut fra fyllingene, Det er noe usikkerhet knyttet til denne mengdemåling, men det vurderes at i størrelsesorden 200 000 m³ sigevann årlig føres ut i Tromsøysundet fra de to avsluttede fyllingene (Cuhra pers medd.). Tromsø kommune overvåker sigevannsutslippet årlig, og det analyseres prøver 4 ganger pr år, i henhold til SFTs anbefalinger (SFT 94:03). For å kunne vurdere utslippet som kilde til miljøgifter i Tromsøysundet er det innsamlet analyseresultater for perioden 1999 – 2001 (Tabell 16).

Tabell 16 Innhold av miljøgifter i sigevann fra Ørndalen. Data fra Tromsø kommune 1999-2002. Innhold gitt som middelerverdier av målte konsentrasjoner pr år. *Der innholdet av en komponent er mindre enn angitt deteksjonsgrense for den anvendte analysemetoden er verdien for 50% deteksjonsgrense benyttet. Alle konsentrasjoner gitt i µg/l

Komponent	Gjennomsnittlig konsentrasjon 1999 ¹	Gjennomsnittlig konsentrasjon 2000 ¹	Gjennomsnittlig konsentrasjon 2001 ²
PAH ₁₆	7,74	3,45	3,70
PCB ₂₈	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₅₂	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₁₀₁	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₁₁₈	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₁₃₈	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₁₅₃	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₁₈₀	0,005*	0,005*	0,005*
PCB ₇ beregnet	0,035	0,035	0,035
Pb	---	---	50*
Zn	155	85	100
Cd	---	---	15*
Cu	---	---	1*
Hg	1,2	i.d.	0,07

1: Data fra Cuhra 2001, 2: Data fra Cuhra 2002, --- ikke analysert, i.d. = ikke detektert.

5.8.5.2 Sigevannsbelastning fra andre kommunale deponi

I tillegg til søppeldeponiene i Ørndalen er det i varierende perioder deponert avfall en rekke steder rundt Tromsøysundet (Tabell 17).

Tabell 17 Avsluttede søppeldeponi ved Tromsøysundet (data fra Tromsø kommune, renovasjonen). Det er noen usikkerhet knyttet til når de eldste fyllingene har vært i bruk. Dette er markert med ?

Tidsperiode	Tromsøya	Fastlandet
1940 – 1945	Nåværende Nedstranda ?	?
1945 – 1950	Nåværende Nedstranda ?	?
1950 – 1960	Nåværende Polarmiljøseier ?	?
1960 – 1970	Nåværende Polarmiljøseier / gamle Ørndalen	Gamle Tromsdalen sør for kirkegård
1970 – 1980	gamle Ørndalen	Gamle Tromsdalen sør for kirkegård
1980 – 1990	Gamle Ørndalen til 1986, der etter nye Ørndalen	Gamle Tromsdalen sør for kirkegård / deponering på arealet for nåværende avfallsmottak
1990 – 2000	Nye Ørndalen frem til 1997	Noe deponering på nåværende avfallsmottak

Pr. 2003 deponeres søppel fra Tromsø by utenfor nedslagsfeltet til Tromsøysundet. Antatt miljøpåvirkning fra de avsluttede søppeldeponi er beskrevet under kapitlet om forurenset grunn.

Grovavfallsfyllingen i Tromsdalen består av dels en avsluttet fylling på sørsiden av utløpet av Tromsdalselva, samt et mottaks- og sorteringsanlegg for grovavfall på nordsiden av elveosen. Dette anlegget har vært i drift siden midt på åttitallet. Sigevann fra den åpne sjøfyllingen er vanskelig å definere, siden den delvis penetreres av sjøvann ved flo sjø. Avrenning fra sorteringsanleggene og lagerplassen overvåkes og registreres ikke (Berntsen, pers medd.).

I mangel på utslippsdata kan resultater fra undersøkelser i resipienten belyse mulig miljøpåvirkning. Akvaplan-niva foretok i 1993, 1995 og 1997 (Killie 1995, 1997) undersøkelser av miljøgiftinnholdet i blåskjell langs fyllingen og sorteringsområdet. Ved undersøkelsen i 1997 ble miljøtilstanden klassifisert som god (beste tilstandsklasse), både for PAH, PCB og metaller. Innholdet av miljøgifter i blåskjell var merkbart lavere i 1997, sammenlignet med 1995 og 1993 (Killie *op. cit.*).

Disse undersøkelser tyder ikke på at miljøgifter er en belastning i nærområdet til fyllingen. Det er imidlertid sterk strøm langs fyllingsfronten, og eventuelle utslipp vil spres til og fortynnes i et stort område av resipienten

5.8.6 Sigevann: Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Det er ikke mulig å vurdere total tilførsel til resipienten med sigevann ettersom kun data fra Ørndalen avfallsfyllinger foreligger. Data fra Ørndalen har imidlertid blitt benyttet for å antyde betydningen til denne kilden.

Laboratoriene som Tromsø kommune har benyttet til analyser av sigevannet har tidligere for PCB anvendt en relativt høy deteksjonsgrense på 0,01 µg/l for hver kongener. Deteksjonsgrensen for PCB i overvåkingsprogrammet for sigevann er dermed omlag 25 ganger mindre følsom enn deteksjonsgrensen for analyser gjennomført for avløpsvann (Kap 5.5). Sigevannsprogrammet rapporterer analyser for de 7 "vanligste" PCB kongenerer (PCB₇ (seven dutch)). Teoretisk vil sigevannet kunne inneholde 0,009 µg/l/kongener, tilsvarende 0,063µg/l for PCB₇ uten at dette vil fanges opp av overvåkingsprogrammet.

Dersom en som et "worst case" scenario antar at PCB₇ innholdet i sigevannet utgjør 0,063 µg/l (63 ng/l), vil de 200 000 m³ sigevann årlig tilsvare et PCB₇ utslipp på opp til 12,6 gram PCB₇/år. For å kunne sammenligne de ulike kildene har vi i de øvrige kapitlene og resultattabeller lagt inn verdier tilsvarende halvparten av oppgitt deteksjonsgrense for ulike miljøgifter. Med bruk av denne verdien for sigevann fra Ørndalen blir beregnet PCB₇ utslipp på 7 gram/år (Tabell 18). Det er identifisert et avsetningsområde for PCB nær utslippet, og for PAH i et "noe større område" i resipienten (Sletta & Eriksen 2001).

Tabell 18 Beregnet belastning med noen miljøgifter i Tromsøysundet fra sigevannsutslipp ved Ørndalen 1999 – 2002 ved estimert utslipp av 200 000 000 liter sigevann/år og miljøgiftinnhold som beskrevet i Tabell 16. Alle verdier angitt i gram/år.

Komponent	Beregnet belastning 1999	Beregnet belastning 2000	Beregnet belastning 2001
PAH ₁₆	1 548	690	740
PCB ₇ beregnet	7	7	7
Pb	---	---	10 000
Zn	31 000	17 000	20 000
Cd	---	---	3 000
Cu	---	---	200
Hg	8,4	---	14

Tromsø kommune har i tillegg til prøver av sigevannet i 2000 også tatt prøver av sedimentert materiale i utslippskummen fra Ørndalen (Cuhra 2001). På bakgrunn av dette materialet ble det beregnet en årlig belastning av resipienten med 1200 gram PAH (12 forbindelser) og omkring 4 gram PCB₇.

Datagrunnlag og beregninger er beheftet med en ikke ubetydelig usikkerhet. Beregningene ovenfor der derfor ikke å regne som fasit for miljøgiftbelastningen fra sigevann fra Ørndalen, og resultatene kan kun benyttes til å sammenligne denne kilden i størrelsesorden i forhold til de øvrige identifiserte kilder.



Sigevann fra søppeldeponiene i Ørndalen er en kilde til utslipp av miljøgifter. For PCB er beregnet utslipp trolig av samme størrelsesorden som det som tilføres gjennom den kommunale kloakken, men det er ikke detektert PCB i sigevannet, noe som sannsynligvis kan tilskrives relativt høye deteksjonsgrenser for PCB i overvåkingsprogrammet gjør vår betraktning usikker. Bidraget av PAH og tungmetaller er mindre enn fra kloakk, vesentlig på grunn av et mindre totalvolum. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av PAH i sigevannet er imidlertid 2-5 ganger så høye som i kommunal kloakk.

5.9 "Gamle synder", utslipp fra tidligere tiders aktiviteter.

5.9.1 Beskrivelse av kilden

Tromsø har, og har hatt, ulike industriforetak, som f.eks. sildoljefabrikk, tranbrenneri, margarinfabrikk, lærfabrikk, meieri og bryggeri. De fleste industribedriftene ligger/lå på østsiden av Tromsøya, nært sentrum, og det har også ligget en del industrivirksomhet på Skattøra. Hva disse ulike foretakene har bidratt med av forurensninger opp gjennom tiden er vanskelig å si. Utslippene fra fabrikkene går både på rensset og urensset røykutslipp, industriavfall og biprodukter. Tromsø gassverk ble etablert i 1912, og lagt ned i 1923. Det lå i Stakkevollveien 16 like nord for sentrum. Det brukte steinkull og trestokker til å produsere gass, koks og kulltjære. Gassen ble rensset for tjære og ammoniakk før den ble sendt ut. Gravearbeider fra 1970 avdekket avfall med tjære, og noe avfallsstoffer ble deponert på ei fylling på tomtas sørlige del. En del avfall ble deponert i havet, og noe av grunnen kan være forurenset av bl.a. PAH fra gassverkets virksomhet. NGU tok i 2002 en jordprøve på tomtas nordlige del, og denne inneholdt noe PAH, men ikke PCB (Jartun *m.fl.* 2002).

Skattøra ble benyttet som sjøflyhavn både før, under og etter andre verdenskrig, og tyskerne hadde flere kaianlegg som de tok i bruk rundt hele Tromsøya. Forsvarets miljøtekniske undersøkelser, og andre, har påvist PCB i ulike tyske ubåtbunkere som ble benyttet under 2. verdenskrig. Kildene antas å være bl.a. transformatoroljer i gamle elektroinstallasjoner og utvendig behandling av u-båtene. Det kan ikke utelukkes at Tromsøysundet ble tilført PCB og andre forurensningskomponenter (PAH, metaller) fra marineaktiviteter under krigen.

På 1950-, 60- og 70-tallet ble det tilsatt PCB til maling og betong, og det er flere av bygningene i Tromsø som enten ble bygget eller renoveret i denne perioden. Riving og renovering av bygninger med PCB holdig bygningsmateriale og maling vil føre til at malingsflak og murpuss blir liggende igjen på bakken, og på den måten bli en del av byjorda. Det er også kjent at bl.a. tungmetallene bly og sink er tilsatt ulike malingstyper.

5.9.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Det har tidligere blitt dumpet endel bygningsavfall, samt muddermasser o.l. midt i Tromsøysundet, mellom Breivika og Kroken. Slike masser kan være en kilde til forurensning til havneområdet, selv om det er sannsynlig at de sterke strømmene i sundet har ført til at eventuelle forurensningskomponenter har blitt spredt ut over store områder. Det finnes sparsomt med data som belyser utslipp og deponering fra tidligere tiders aktiviteter, selv om undersøkelser som har kartlagt forurenset grunn har bidratt til å kartlegge utslipp fra endel aktiviteter (Kap. 5.6). Hvor mye som er sluppet direkte ut i havneområdet eller er deponert i sjøkantdeponi finnes det ingen oversikt over.

Det er på det foreliggende datagrunnlag umulig å vurdere hvor stort bidraget fra "gamle synder" er til miljøgiftsbelastningen i Tromsøysundet.

5.9.3 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Tidligere tiders aktiviteter har trolig ført til forurensning i Tromsøysundet. Eksakte data for slike utslipp er fraværende og det vil være et omfattende intervju- og granskingsarbeid å innsamle data om gamle utslipp.

5.10 Utslipp fra skip (slitasje av bunnmaling, utslipp av ballastvann).

5.10.1 Beskrivelse av kilden

Bunnmaling på skip benyttes for å unngå at marine organismer fester seg til skroget. Malingen virker dels gjennom å gjøre overflaten på skroget ustabil og dermed uegnet som substrat, samt gjennom å avgi toksiske komponenter som dreper organismer som forsøker å slå seg ned. De viktigste miljøgifter som frigis fra bunnmaling er tinnorganiske og kobberforbindelser. Tinnorganiske forbindelser er også brukt som stabiliserings middele for Polyvinylclorid (PVC plast) og til impregnering av trevirke. I Danmark er det foretatt undersøkelser som har vist at den viktigste kilde til TBT (den vanligste tinnorganiske forbindelsen i bunnmaling) til havmiljøet er bunnmaling på skip. Den aktuelle undersøkelsen konkluderte med at skipstrafikken generelt bidrar med 95 % av TBT, mens utslipp fra land utgjør <5% av den samlede TBT tilførsel til de danske havområder (Madsen *m.fl* 1999).

Tributyltinn (TBT) betraktes som en av de mest toksiske forbindelser som tilføres det marine miljø. I 1990 ble det innført forbud i Norge mot bruk av tinnorganiske forbindelser i bunnstoff for båter under 25 meter og i notimpregneringsmidler. Internasjonale avtaler (IMO) forbyr ny bruk av tinnorganiske forbindelser på store fartøy (>25m) med start fra januar 2003. Videre sier samme avtale at tinnorganiske antibegroingsmidler ikke må forekomme på skip etter 1. januar 2008. Ordlyden av IMO sitt forbud er gjengitt nedenfor;

International Maritime Organization (IMO, www.imo.org):

The new convention will enter into force 12 months after 25 States representing 25% of the world's merchant shipping tonnage have ratified it. Annex I attached to the Convention and adopted by the Conference states that by an effective date of 1 January 2003, all ships shall not apply or re-apply organotin compounds which act as biocides in anti-fouling systems. By 1 January 2008 (effective date), ships either:

- shall not bear such compounds on their hulls or external parts or surfaces; or
- shall bear a coating that forms a barrier to such compounds leaching from the underlying non-compliant anti-fouling systems.

TBT har en tendens til å binde seg til partikulært organisk materiale i vannet, og dermed sedimentere. Hvor stor betydning dette har, avhenger av vannets innhold av partikler med bindingskapasitet. Fordeling mellom vann og sediment avhenger også av sedimentets beskaffenhet, især innholdet av organisk materiale. Målte fordelingskoeffisienter er derfor ikke overraskende meget variable (Madsen *et al* 1998).

TBT er en kjemisk stabil forbindelse. Det skjer derfor ingen eller kun en relativt langsom kjemisk nedbrytning av stoffet. Tilgjengelige data oppsamlet av Evers *m.fl* (1995) tyder på at fotolyse og aerob nedbrytning er de viktigste nedbrytningsprosesser i vann. Det er rapportert halveringstider (DT_{50}) på mellom 6-17 dager i varme og solrike områder og mellom 37-335 dager under kalde forhold. I sedimenter skjer biologisk nedbrytning kun svært langsomt med DT_{50} mellom 120-673 dager i aerobe sedimenter og mellom 475-1606 dager i anaerobe sedimenter (Evers *m.fl op sit.*). I arktiske områder er nedbrytningen av TBT en svært langsom prosess, og TBT kan nærmest anses som persistent.

Utslipp av ballastvann har vært mest fokusert på grunn av risikoen for spredning av fremmede organismer. Miljøgifter og forurensning i ballastvann og slam fra ballasttanker, som er blitt fylt opp i store industrihavner kan imidlertid også utgjøre en miljøbelastning i

resipientområdene. Tromsø er, i motsetning til eksempelvis Narvik, ikke utskipningshavn for store volumer gods, slik at utslipp av ballastvann er minimale. Godsstrømmene er i høyere grad inn til byen (ferdigvarer, olje); slik at Tromsø havn i høyere grad er donorhavn enn mottakerhavn for ballastvann. Ballastvann vil derfor ikke bli diskutert videre som kilde til miljøgiftbelastning i Tromsø havneområde.

5.10.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

5.10.2.1 TBT

TBT erstattes gradvis med andre aktive komponenter i antigroemaling. Dette vil føre til redusert belastning med TBT, men samtidig økt frigivelse av nye aktive stoffer. Ettersom TBT forekommer i høye konsentrasjoner i Tromsø havn har vi forsøkt å estimere bidraget fra skipsflåten. Emisjonen av TBT er beregnet ut fra frigjøringsrater ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$) og det totale areal malt skipsskrog. Nedbrytning, spredning og fordeling av TBT i miljøet er ikke vurdert.

De biologisk aktive stoffer i bunnmaling frigis hele tiden fra skipsmalingen for å forhindre begroing. Hvor stor frigivelsesraten er avhenger av en lang rekke faktorer, herunder malingstype (matriks, selvpolerende m.m.), alder (typisk er frigivelse betydelig større fra ny maling), temperatur m.m. Langt de fleste verdier er bestemt under standardiserte forhold. Disse testverdier er kritisert for å være urealistiske, fordi det ikke tas høyde for skipshastighet, samt at flere stoffer er vanskelige å bestemme i kjemiske analyser. I nyere litteratur kan man finne forskjellige frigivelsesrater for de enkelte stoff. For TBT angis frigjøringsrater på mellom 0,1 og 6,2 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ (Stronkhust 1996, Johnson & Luttik 1996, Williamson & Jacobson 1996), for Irgarol mellom 2-16 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$, (Ciba 1995, Scarlett *m.fl* 1997) og for Sea-Nine er 2,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ (Madsen *m.fl* 1999). Generelt er frigjøringsraten for kobber betydelig større enn for de øvrige stoff med publiserte rater på mellom 1-101 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ (Matthiesen & Reed 1997, Hare 1993, Lindgren *m.fl* 1998, Berg 1995) (Tabell 19).

Tabell 19 Frigivelsesrater for aktivstoffer fra skipes bunnmaling

Aktivstoff	Frigjøringsrate $\mu\text{g cm}^2 \text{ d}^{-1}$
Tributyltin (TBT)	4
Kobber	50
Irgarol	2,5
Seanine	2,5
Zink-pyrithion	2,5

I etterfølgende beregninger er det anvendt verdier som er ”godkjent” av CEPE (European Paint Makers Association) (Hattum *m.fl* 1999). Areal med bunnmaling (m^2) = lengde (m) * bredde (m) * 1,3, der bredden er beregnet som 15% av skipets lengde. Den samlet emisjon avhenger av intensitet av skipstrafikk, dimensjoner/størrelse av skip, oppholdstid m.m. Tromsø Havn registrerer skipsanløp. De senere årene har det vært en stigende trend i antall skipsanløp, og i 2001 ble det registrert 10 331 anløp, fordelt på en rekke fartøytyper (Tabell 20).

Tabell 20 Registrerte anløp til Tromsø havn i 2001 i ulike skips kategorier (data fra Tromsø havn 2003) samt antatt gjennomsnittlig skipslengde og gjennomsnittlig liggetid ved kai.

Type fartøy	Norske fartøy	Andre lands fartøy	Totalt antall anløp	Gjennomsnittlig fartøylengde (m)	Gjennomsnittlig liggetid (timer)
Last- og bulk skip	1455	449	1904	70	24
Tankskip	284	43	327	100	12
Hurtigruta	682	0	682	130	3
Cruiseskip	4	92	96	150	5
Hurtigbåt	1863	0	1863	40	24*
Fiskefartøy (inkl trafikk til torghuken)	3329	817	4146	40	72
Redningsfartøy	114	0	114	25	48
Marinefartøy	230	5	235	60	72
Kystvakt/statlige fartøy	97	34	131	40	24
Fritidsfartøy	395	77	472	15	48
Andre	303	58	361	30	24
I alt	8 756	1 575	10 331	---	---

* inklusiv fast stasjonert reservebåt i Tromsø havn

Tromsø havn sin registrering av anløp omfatter anløp til kommunale og offentlige kaianlegg. I tillegg til dette er det en betydelig trafikk til en rekke fritidsbåthavner i Tromsdalen (364 båtplasser), Polarmiljøseneteret (62 plasser), Nordsjeteen (80 plasser) og ved Skattøra (200 plasser) samt til flere mindre private kaier og flytebrygger i Tromsøysundet. Denne trafikken består av mindre fiske- og fritidsbåter. Fritidsfartøyene hjemmehørende i Tromsø ligger stort sett i sjøen i sommerhalvåret. For denne fartøygruppen har det vært forbud mot bruk av TBT siden 1990, men det antas likevel at det har vært og fortsatt er noe TBT holdig bunnmaling i bruk. For å kunne vurdere denne fartøygruppens TBT bidrag har vi gjort følgende antakelser:

- Samtlige båtplasser (706) i de fire småbåthavner er opptatt
- Gjennomsnittslengden for denne fartøygruppen er 7 meter (21 fot)
- Halvparten av båtene er bunnsmurt med TBT holdig bunnmaling
- Båtene ligger på land i 6 måneder

Pr. august 2003 var det i det sentrale småbåtregisteret registrert 334354 lyst- og fritidsbåter i hele landet. 2181 av disse var registrert hjemmehørende i Tromsø kommune (<http://www.toll.no/baat/>). Gjennomsnittslengden for båter registrert i dette registeret var 21,3 fot, tilsvarende 6,8 meter.

5.10.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

På bakgrunn av formelen for sammenheng mellom lengde, bredde og skrogareal under vannlinjen har vi beregnet TBT frigivelse pr dag for ulike båtstørrelser (Tabell 21)

Tabell 21 Skrogareal under vannlinjen (bunnsmurt areal) i forskjellige størrelsesklasser, samt beregnet utslipp av TBT.

Lengdeklasser (gjennomsnittslengde av skip (m))	Bunnsmurt areal (m ²)	TBT frigivelse (g/døgn/skip)
1 1-10	5	0,2
2 11-50	122	5
3 51-100	1 097	44
4 101-150	3 047	122
5 151-200	5 972	239
6 201-300	12 188	488
7 301-400	23 888	956

Basert på anløpstallene i Tabell 20 har vi i samarbeid med Tromsø Havn skjønnsmessig fordelt de ulike fartøygrupper på størrelsesintervaller og beregnet et daglig utslipp av TBT til Tromsø havneområde og Tromsøysund. Det er korrigert for varierende liggetid for de ulike typer skipsanløp (Adrian Johansen, Tromsø havn pers medd.). Dette er gjort ved å multiplisere beregnet utslipp med en korreksjonsfaktor som uttrykker liggetid i havnen som fraksjon av et døgn. Ved liggetid i eksempelvis 4 timer (nordgående hurtigrute) får faktoren verdien $4/24 = 0,16$, mens verdien for et fartøy som ligger i havnen et døgn blir 1,00, for liggetid 2 døgn blir verdien 2, etc.

For båter hjemmehørende i Tromsø er det foretatt tilsvarende beregninger, med bruk av de foran beskrevne antakelser. Resultatene av beregningene er gitt i Tabell 22

Tabell 22 Beregnet årlig bidrag med TBT fra skip som anløper Tromsø havn og fra permanent hjemmehørende småbåter til Tromsø havneområde og Tromsøysundet. Anløpstall fra 2001 (Tabell 20, Tromsø havn). Årlig bidrag vist som gram TBT/år

Antal anløp pr år	Lengdeklasse	TBT/døgn/skip	Korreksjonsfaktor	TBT frigivelse/år
0	1	0,2	---	---
7 087	2	5	1,67	59 176
2 466	3	44	1,5	162 756
778	4	122	0,17	16 135
0	5	239	---	---
0	6	488	---	---
0	7	956	---	---
10 331				238 067
Antall småbåter*				
353	1-10m	0,2	180	12 708
Samlet tilførsel				250 775 gram TBT/år

* Korrigert iht forutsetninger i kapittel 5.10.2.1

Samlet utslipp av TBT i Norge i 2000 er av SFT estimert til 20 tonn (SFT hjemmeside september 2003, Miljøstatus i Norge).

5.10.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Utslipp og nyttilførsel av TBT til det marine miljøet er en miljøbelastning som er adressert på både internasjonalt og nasjonalt nivå. Belastningen vil dermed avta. Beregningene av tilførslene er gjort på til dels grove antakelser, men viser likevel at skipstrafikk har vært og fortsatt i de nærmeste årene vil være en kilde til miljøbelastning. Blant de identifiserte kildene er denne kilden betydelig, men det er lite sannsynlig at tiltak mot TBT tilførsler fra bunnmaling på skip vil bli en del av tiltaksplanen for Tromsø havn.

5.11 Uhellsbetingete utslipp (ulykker, lekkasjer og utslipp)

5.11.1 Beskrivelse av kilden

Uhellsbetingede utslipp kan oppstå som følge av både uhell på land og på sjø. Overbunkring og søl er den hyppigste kilde til mindre direkte utslipp av for eksempel diesel i havneområder, mens lekkasjer og utslipp knyttet til trafikkulykker vil påvirke resipienten via avrenning til kloakk/overvannsledning. Siden kloaknett og overvannsledninger i Tromsø er felles, vil utslipp fra landtrafikken føres til resipient sammen med kloakken. Bunkrings- og lageranlegg som håndterer petroleumsprodukter finnes på begge sider av Tromsøysundet. All håndtering av denne typen produkter medfører risiko for utslipp.

5.11.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Brann og redning i Tromsø kommune har ingen god oversikt over ulykker som har medført miljøskadelige utslipp til Tromsø havn og Tromsøysundet. Når det gjelder overbunkring, tanker som lekker, utslipp fra arbeid på slipp, dvs. alt som kan føre til miljøforurensning, meldes inn til 110-sentralen hos Brann og redning, som rapporterer videre til Kystverkets beredskapsavdeling i Horten. Hos kystverket har vi innhentet opplysninger om registrerte uhellsbetingete utslipp til Tromsø havneområde. Årlig er det siden 1998 registrert mellom 2 og 7 hendelser, der utslipp har funnet sted (Tabell 23 Joukoff pers. medd).

Tabell 23 Registrerte uhellsbetingete utslipp av hydrokarboner til Tromsø havn og Tromsøysundet 1998 – 2003 (Data fra Kystverket, Horten, september 2003)

Dato	Sted	Utslippsmengde m ³	Utslippskilde navn
19/02/1998	Tromsø	0.2	Bunkersanlegg
06/03/1998	Agnforsyningen	0.3	Skip
25/03/1998	Tromsø skipsverft	1	Industri
14/08/1998	Tromsø havn	0.1	Industri
19/10/1998	Kai ved Tromsø skipsverft	0.2	Skip
30/04/1999	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.1	Bunkersanlegg
21/07/1999	Esso bunkerstasjon, Tromsø	0.15	Bunkersanlegg
19/03/2000	Tromsø havn, kai 5-6-7-8.	0.05	Skip
08/06/2000	Tromsø	0.3	Bunkersanlegg
14/06/2000	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.2	Bunkersanlegg
18/07/2000	Tromsø	0.2	Skip
18/09/2000	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.25	Bunkersanlegg
18/01/2001	Skjelnan tankanlegg, Krokeldalen	0.05	Bunkersanlegg
21/01/2001	Skjelnan tankanlegg, Krokeldalen	0.05	Bunkersanlegg
11/06/2001	Skjelnan tankanlegg	0.1	Bunkersanlegg
20/09/2001	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.25	Bunkersanlegg
21/09/2001	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	1	Bunkersanlegg
05/10/2001	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.1	Bunkersanlegg
01/01/2002	Tromsø	0.1	Skip
08/06/2002	Tromsø	0.1	Landtransport
20/06/2002	Skjelnan tankanlegg i Tromsø	0.06	Skip
28/06/2002	Hooken nedenfor Skarven	0.01	Annet
24/07/2002	Shellnan Tankanlegg	0.06	Bunkersanlegg
26/07/2002	Esso Tankanlegg i Tromsø	0.2	Skip
15/11/2002	Tromsø bunkersdepot	0.1	Bunkersanlegg
	Kullkrankaia, Tromsø	0.1	Bunkersanlegg
28/05/2003	Skjelnan tankanlegg, Tromsø	0.2	Bunkersanlegg

Ikke uventet synes de fleste av hendelsene å skyldes menneskelig svikt og overbunkring, og har typisk ført til 50 – 100 liter diesel eller bensin til resipient.

5.11.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Overbunkring forekommer jevnlig, og er en kilde til hydrokarboner i havmiljøet. Både marin diesel og bensin fordamper imidlertid relativt raskt, slik at hovedmengden ikke vil belaste havnesedimentet. Også i forbindelse med vedlikehold (rustpikking, maling) kan det oppstå utslipp. Denne typen utslipp er det ingen registreringer av. Det samme gjelder bunnsmøring og maling av lystbåter, der det ikke foreligger data på malingsforbruk, søl eller lignende. I perioden 1998 – 2003 er det i alt registrert utslipp av 5,58 m³ oljeprodukter, eller et gjennomsnitt på knapt 1 m³/år.

5.11.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Risiko for uhellsbetinget utslipp er alltid tilstede, men som en bidragsyter til den dokumenterte miljøgiftbelastningen i Tromsø havneområde er de uhellsbetingete utslippene for marginale å regne.

5.12 Ulovlige utslipp

5.12.1 Beskrivelse av kilden

Ulovlige utslipp er handlinger, der det bevisst, ved uaktsomhet eller grov forsømmelse foretas handlinger som medfører miljøbelastende utslipp. Dette kan være dumping av forurenset masse i fjæra eller direkte i sjø, avbrenning av miljøfarlig avfall i fjæra, forsøpling, og dumping av f.eks. løsemidler eller spillolje via toalett, regnvannsoppsamlingssystem eller direkte i hav eller elv. Utslipp (både lovlige og ulovlige) via kloakknett er omtalt tidligere og vil ikke bli videre behandlet i dette kapittel.

Ulovlig deponering av PCB holdig isolerglass og utrangerte elektriske artikler er spesielt risikofylt, og kan være en ikke ubetydelig kilde til belastning. Dokumentasjon av håndtering av denne typen avfall er imidlertid først i de senere år kommet på plass, og tidligere praksis er svært dårlig kartlagt, både nasjonalt og i Tromsø.

5.12.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Problemet rundt ulovlig deponering av søppel i strandsonen i Tromsø er belyst av Natur og Ungdom, som sommeren 1999 fotografisk dokumenterte omfattende dumping langs fjæra på Tromsøya (Anon. 2000). Forekomst av miljøgifter i aske etter brenning av søppel i fjæra i Tromsø er dokumentert av NGU i 2002 (Jensen *et al* 2002). Området langs Tromsøysundet er imidlertid relativt urbanisert, slik at noe større omfang av avfallsbrenning i fjæra ikke er rapportert. Videre er det i forbindelse med St. Hansfeiringen årlig fokus på hva som kan brennes lovlig i et St. Hansbål, og det har faktisk blitt lagt ned forbud mot brenning av bål med innhold av avfall og impregnert trevirke, slik at det antas å være en økende bevissthet om de miljømessige ulempene knyttet til denne form for avfallsfjerning.

Miljøvernorganisasjoner har sterk fokus på ulovlig deponering, og bl.a. Norges Miljøvernforbund har anmeldt grunneiere og avfallstransportører i Tromsø kommune for ulovlig deponering. Omfang av ulovlig deponering er imidlertid svært dårlig kartlagt, og sannsynligvis er antallet anmeldelser beheftet med store mørketall. Det ble i august 2003 rettet henvendelse til Politiet i Tromsø angående en oversikt over større miljøsaker som involverer utslipp til Tromsø havn og Tromsøysundet, men politiet fant ikke å kunne bidra i dette arbeidet.

5.12.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Ulovlige utslipp kan episodisk være en betydelig kilde til forurensning. Det er videre mulig at bevisste handlinger, der miljøreglementet ønskes omgått, kan gjennomføres på en måte som vanskeliggjør tilbakeføring og dokumentasjon av både miljøbelastningen og det strafferettslige i forholdet.

5.12.4 Samlet vurdering av bidrag og datagrunnlag



Det er dårlig oversikt over saker og forhold der ulovligheter er blitt dokumentert og påtalt. Det kan imidlertid ikke utelukkes at ulovlig bortskaffelse av miljøfarlig avfall finner sted, men i hvor stort omfang dette bidrar til den konstaterte belastningen av Tromsø havn og Tromsøysundet er usikkert.

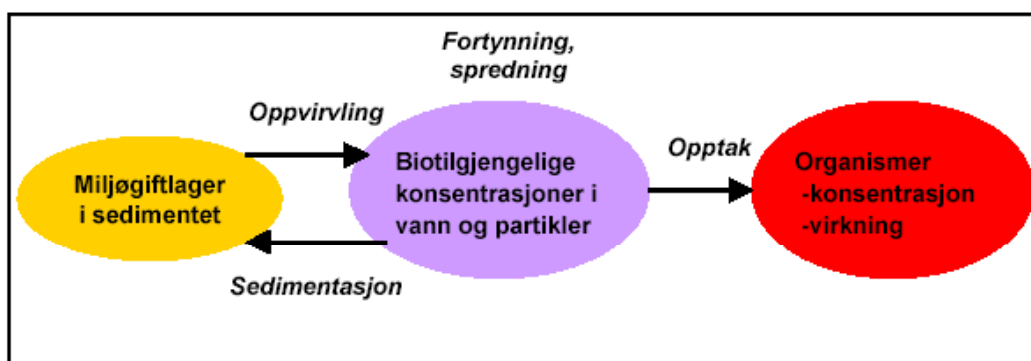
6 Intern eksponering

I motsetning til de foran beskrevne kilder som alle er tilførselskilder, vil oppvirvling og resuspensjon av forurenset havnesediment i og omkring havnebassenget kunne medføre økt eksponering av marine organismer for miljøgifter, selvom det ikke skjer tilførsler til resipienten.

I pilotprosjektet "Opprydding i Tromsø havn" inngår det studier av biotilgjengelighet av miljøgifter fra lageret i resipienten, og vi har derfor valgt ikke å rangere betydningen av intern eksponering på samme måte som tilførselskildene, før disse resultater foreligger.

6.1 Oppvirvling av forurenset masse i havnebassenget som følge av skipstrafikk, mudring og anlegg

Forurensede sediment som ligger på grunt vann, er utsatt for oppvirvling som følge av bølgebevegelser, strømmer og turbulens fra skipsbevegelser (propellerstrøm/vannjet, strømninger rundt skipet i bevegelse, oppankring), og i forbindelse med anleggsarbeid (havneutbygging, nedlegging av kabler etc). Det vil innstille seg en likevekt mellom sediment, vann og organismer som illustrert i figur 10.



Figur 10 Generell skisse av noen viktige prosesser i forbindelse med oppvirvling av forurensede bunnsediment (Bjerkeng & Molvær 2002).

6.1.1 Beskrivelse av kilden

NIVA har foretatt et litteraturstudium på erosjon og oppvirvling av sediment på grunn av skipstrafikk (Bjerkeng & Molvær 2002). Rapporten sammenfatter eksisterende faglitteratur om oppvirvling av havnesedimenter. Av rapporten fremgår at:

- Miljørisiko knyttet til oppvirvling av forurensede sediment er i første rekke: spredning og frigjøring av partikkelbundet forurensing (økt biotilgjengelighet), og motvirkning av oppryddingstiltak ved å bidra til omblending av sediment.
- Erosjon og oppvirvling av sediment er avhengig av strøm, turbulens og bølger, og tetthetsforskjellene mellom vann og sedimentet.
- Primær oppvirvling ved båtanløp skjer etter relativt kort og konsentrert puls når båtene reverserer hovedpropellen.

Det er i dette arbeidet anslått at større skip (20-40 000 tonn) med dypgang 10 m som reverserer hovedpropellen og sender propellstrømmen inn under skipet kan gi bunnstrømmer på 6 m/s over bunnområder ned til ca. 15 m dyp (Bjerkeng & Molvær 2002).

De erosjonskrefter sedimentene utsettes for, er forårsaket av strøm og turbulens ved bunnen, og vil generelt øke med kvadraten av typisk hastighet nær bunnen. Fine sediment vil virvles opp når hastigheten overstiger 0.1-1 m/s. Den konkrete grenseverdien i hvert tilfelle vil avhenge av sedimentegenskaper og type strøm. Påvirkning fra skipstrafikk gir ofte større strømhastigheter enn dette (Bjerkeng & Molvær 2002).

For finere sediment vil kritisk spenning være bestemt av hvor godt sedimentet henger sammen (kohesivitet) og av den totale tettheten av vått sediment (Bjerkeng og Molvær 2002). Økt saltholdighet vil øke stabiliteten og minke erosjonsrisikoen. Kritisk spenning øker mer eller mindre proporsjonal med tetthetsforskjellen mellom vann og sediment. Dette medfører at sediment som består av en blanding av leire/silt og sand har større erosjonsmotstand enn både rent fint sediment og ren sand.

Det er store usikkerhetsfaktorer i en teoretisk vurdering av hvilke påvirkninger fra skip som vil gi oppvirvling av sedimenter. Det vil derfor ikke være mulig å gi kvantitative tall men isteden å identifisere regionale forskjeller mht mulig erosjonsrisiko. I tillegg vil vindpåvirkning også medføre spesielt sterk påvirkning fra skipspropellen, slik at det blir en kobling mellom de to typene påvirkning, som kan øke betydningen av en slik interaksjon.

6.1.2 Datagrunnlag fra Tromsø området

Miljøundersøkelsene i 1998-99 (Jørgensen *et al* 2000) avslørte de høyeste konsentrasjoner av miljøgifter i de indre havneområdene i Tromsø sentrum samt ved bruhodet. Vanddypet her er generelt lavt (mindre enn 10 meter) og dermed vil skipstrafikk gi opphav til hyppig oppvirvling av sediment. Det er ikke behov for mudring i Tromsø havn. Likevel ble det tidlig på nittitallet foretatt mudring i området indre havn, primært for å fjerne sand og grus som var blitt tilført med deponert snø, mens dette ennå foregikk i dette området av havnen. Denne mudringen kan imidlertid ikke tidsfestes, da det ikke er gitt mudringstillatelser i Tromsø indre havn perioden 1988-96 (Fylkesmannen i Troms, Frits Rikardsen pers medd.), og aktiviteten sannsynligvis ikke har vært omfattet av søknadsplikt.

Oppdagelsen av det høye miljøgiftinnholdet i havnesedimentet er bakgrunnen for det igangsatte oppryddings- og saneringsprosjekt. Kunnskapen om konsentrasjoner i sediment i ulike deler av havneområdet er god, og blir gjennom foreliggende prosjekt oppdatert og utvidet.

Sedimentet i Tromsø havn er generelt veldig grovt, med andel finstoff på maks 50 %, og mye lavere ved de mest trafikkerte kaiområder (Prostneset, Breivika). Med referanse til vurderingene fra Bjerkeng & Molvær (op sit) synes oppvirvling av sediment på grunn av skipstrafikk å kunne være av begrenset omfang – samtidig er strømmen så sterk at det finkornet materiale vil transporteres over store avstander straks det er virvlet opp.

6.1.3 Vurdering av bidrag til miljøgiftbelastning

Oppvirvling av sediment er i høyere grad en ”resirkulering” av miljøproblemer enn det er en kilde til ny miljøbelastning. Oppvirvling kan være en betydelig kilde til eksponering av organismer i vannsøylen og på sedimentoverflaten. Kunnskapen om denne typen eksponering er under etablering gjennom biotilgjengelighetstestene som gjennomføres i hovedprosjektet.

7 Sammenstilling og rangering av kilder

Rapporten presenterer 13 ulike, potensielle kilder til miljøgiftbelastning, samt dagens kunnskap om hvordan disse bidrar til forurensningen av Tromsø havneområde og Tromsøysundet. Videre er oppvirvling av forurenset sediment omtalt. De ulike kildenes bidrag til belastning med 4 ulike grupper av miljøgifter er summert i Tabell 24. Det er benyttet en tredelt skala for vurdering;

-  Antatt viktig kilde
-  Antatt mindre viktig kilde
-  Antatt uvesentlig kilde

Alle vurderinger er gjort på basis av dagens kunnskap. Mangler ved datagrunnlaget og betydning av dette er kommentert i rapportens enkelte kapitler, og er inkludert i vurderingen i skjerpene retning.

Tabell 24 Sammenstilling av miljøgiftbelastning av Tromsø havneområde og Tromsøysundet, fordelt på 13 ulike kilder og 4 grupper av miljøgifter.

Type miljøgift	Tungmetaller	PAH	PCB	TBT
Tilførselskilde:				
1 Nedbør og deponering av snø				
2 Overvann fra befestede arealer				
3 Tilførsler med havvannet				
4 Tilførsler fra bekker og elver				
5 Kommunal kloakk				
6 Utslipp fra industrivirksomhet, skipsverft og slipplasser				
7 Individuelle punktavløp				
8 Utslipp fra områder med forurenset grunn inkl. havneutfyllinger og massedeponi				
9 Sigevann fra søppelfyllinger				
10 Gamle synder og utslipp fra tidligere tiders aktiviteter				
11 Utslipp fra skip (slitasje av bunnmaling)				
12 Uhellbetingete utslipp (ulykker, lekkasjer og utslipp)				
13 Ulovlige utslipp				
Intern eksponering				
Oppvirvling av forurenset sediment i havnebassenget	---	---	---	---

Basert på Tabell 24 er de ulike kildene rangert, der kilder med 2 eller flere  er vurdert som såpass betydningsfull at de vil bli vurdert videre i tiltaksplanen, mens kilder med bare en  og overvekt av  er plassert i mellomgruppen der videre arbeid kan være nødvendig, mens mulige kilder med 2 eller flere  og ingen  er rangert som uvesentlige og uaktuelle å jobbe videre med i tiltaksplanen.



Mulige kilder som vurderes å bidra uvesentlig til miljøgiftbelastningen, og som ikke vil bli vurdert i den kommende tiltaksplanen:

Tilførsler med havvannet
Tilførsler med bekker og elver
Uhellsbetingete utslipp



Mulige kilder som antas å kunne bidra, men som det enten ikke foreligger data på, eller begrunnet mistanke om betydelige bidrag i Tromsø havneområde. Tiltak mot kilder i denne gruppen kan muligens være aktuelle å vurdere i tiltaksplanen:

Nedbør og deponering av snø
Punktutslipp
Gamle synder og tidligere tiders ukontrollerte aktiviteter
Lekkasje fra forurenset grunn
Ulovlige utslipp



Mulige kilder som bidrar til miljøgiftbelastningen og der tiltak vil bli diskutert og vurdert i tiltaksplanen:

Kommunal kloakk
Utslipp fra skipsverft og slip
Sigevann fra Ørndalen og andre søppelfyllinger
Utslipp fra skip inklusiv slitasje av bunnmaling
Overvann fra befestede arealer

8 Referanser

- Andersen, J.R., J.L. Brattli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, V. Lund D. Rosland, B.O. Rosseland & K.J. Aanes 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04. 31 sider.
- Anon. 2000.** Søppeløya- en kartlegging av ulovlig avfallsdumping på Tromsøya sommeren 1999. Rapport, Natur og Ungdom, Avd. Tromsø. 36 sider.
- Bakkan, M.E. 1998.** Tromsø Havnevesen, Breivika Havn utvidelse av kaianlegg grunnundersøkelser. NOTEBY rapport 58141-1. 7 sider + vedlegg.
- Berg, E.A. 1995.** Measuring copper release from antifouling paints. EJC 7-8/95, p. 534-538.
- Bjerkeng, B. & J. Molvær 2002** Oppvirvling og spredning av forurenset sediment på grunn av skipstrafikk. Litteraturstudium og feltundersøkelser i Kristiansand havn. SFT rapport TA 1869. 144 sider
- Bækken, T. 1994.** Trafikkforurenset snø i Oslo. NIVA rapport nr. 3131. 60 sider .
- Bækken, T. & T. Tjomsland 2001.** Trafikkforurenset snø i Drammen sentrum. Konsekvenser av snødumping for vann- og sedimentkvalitet i Drammenselva. NIVA rapport nr. 4460-2001, 42 sider.
- Ciba 1995.** Summary on ecological and health effects of Irgarol 1051. Information Brochure Ciba Geiby 5/1, 1995.
- Cuhra, M. 2001.** Sigevannsanalyser 2000 Ørndalen avfallsfyllinger. Tromsø kommune, Anleggsseksjonen, Renovasjonkontoret. Rapport datert februar 2001. 23 sider.
- Cuhra, M. 2002.** Sigevannsanalyser 2001 Ørndalen avfallsfyllinger. Tromsø kommune, Anleggsseksjonen, Renovasjonkontoret. Rapport datert mars 2002. 10 sider + vedlegg.
- Evenset, A. 1996.** Miljøgiftsanalyser av vann og slam fra Tromsøysundtunnelen og Kvalsundtunnelen. Akvaplan-niva rapport 412.96.1038. 12 sider.
- Evers EHG, van Meerendonk JH, Ritsema R, Pijnenburg J & J.M. Lourens 1995.** Watersysteemverkenning. Butyltinverbindingen –een analyse van de problematiek in aquatisch milieu. Rapport RIKS-95.007. Rijksinstituut voor kust en Zee, Den Haag.
- Fedorova, S., Kirova O. & N. Orlova 2002.** Analyse av tungmetaller, miljøgifter og organisk belastning i kommunalt avløpsvann og silgods i Tromsø kommune. Høgskolen i Narvik. Hovedoppgave 2002
- Hattum vB., Baart, A.C., Boon, J.G., R. Steen & F. Ariese 1999.** Computer model to generate predicted environmental concentrations (PECs) for antifouling products in the marine environment. IVM, Report No. E-99/15.
- Hare, C.H. 1993.** Anatomy of paint – antifouling coatings. J. Protective coating and linings, Vol. 10, 83-90
- Holte, B., G. Bahr, B. Gulliksen, T. Jacobsen, J. Knutzen, K-. Næs, E. Oug & J.F. Øysund 1992.** Resipienmtundersøkelse i Tromsøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune 1991-92. Akvaplan-niva rapport 91247. 162 sider.
- Internationale Maritime Organization (www.imo.org)** internettside april 2003.
- Jartun, M., R.T. Ottesen & T. Volden 2002.** Jordforurensning i Tromsø. NGU rapport 2002.041. 44 s.
- Jensen, H.K.B., R.T. Ottesen & T. Volden 2002.** Ulovlig søppelbrenning i Tromsø kommune – tungmetall og PAH konsentrasjoner i aske. NGU rapport nr 2002.023. 11 sider.
- Jensen, T.I. 2000a.** Tromsø Internasjonale Fiskerihavn, Grunnundersøkelser. NOTEBY rapport 200172-1. 4 sider + vedlegg.
- Jensen, T.I. 2000b** Tromsø Internasjonale Fiskerihavn, Grunnundersøkelser. 200172-2. 4 sider + vedlegg.

- Johannessen, M., & A. Henriksen 1996a.** Studier av snø og overvann i Fyresdal, Nissedal og Langtjern. NIVA rapport TN 24/76, 42 s.
- Johannessen, M., & A. Henriksen 1996b.** Smelting av snø i laboratorie og feltlysometre. NIVA rapport TN 26/76, 43 s.
- Johnson A & R. Luttik 1996** Risk assessment of antifoulants – position paper. Paper No. 1994-05-03. Paper presented at the 7th meeting of the Ad Hoc Group of Experts of Non-Agricultural Pesticides, 16-18 May 1994. National Chemicals Inspectorate, Sweden; National Institute for Public Health and the Environment, Netherlands
- Jordforsk 2000a.** Kjemisk og økotoksikologisk karakterisering av veistøv. Jordforsk rapport 84/99, 60 sider.
- Jordforsk 2000b** Kjemisk og økotoksikologisk karakterisering av veistøv fra Tromsø. Rapport nr 21/2000. 14 sider
- Jørgensen, E., R. Velvin & B. Killie 2000.** Miljøgifter i marine sediment og organismer i havneområdene ved Harstad, Tromsø, Hammerfest og Honningsvåg 1997-98. Statlig program form for forurensningsovervåking. Rapport TA 786/00. 123 sider
- Killie, B.** 1995. Miljøundersøkelse Tromsdalsfyllingen juli 1995. Akvaplan-niva rapport 412.95.772. 7 sider.
- Killie, B.** 1997 Miljøundersøkelse Tromsdalsfyllingen juli 1997. Akvaplan-niva rapport 412.97.1231. 15 sider.
- Kristoffersen, R. & E. Kramvik 2001.** Supplerende miljøundersøkelser og stabilitetsberegninger, Tromsø Skipsverft. Noteby-rapport nr. 200127-2
- Larsen, T. 2002.** Tromsø havnevesen, Prostneset Tromsø sentrum. Grunnundersøkelse Geoteknisk vurdering. NOTEBY rapport 200316-1. 5 sider + vedlegg.
- Lindgren, P., Olsson, B. & C. Unger 1998.** Antifoulingsprodukter FARTYG. PM-beslut 1998-10-20. KEMI, Stockholm (Sweden)
- Madsen T, Gustavson K, Samsøe-Petersen L, Simonsen F, Jacobsen J, Foverskov S & M. Mørk Larsen M 1998.** Kortlægning og vurdering af antibegroningsmidler til lystbåde i Danmark. Miljøstyrelsen rapport.
- Madsen T, Samsøe-Petersen L, Gustavson K & D. Rasmussen 1999.** Økotoksikologisk vurdering af begroningshindrende biocider og biocidfrie bundmalinger. Miljøstyrelsen rapport.
- Matthiessen, P. & J. Reed 1997.** Evaluation of copper and zinc concentrations in Suffolk and Essex estuaries. CEFAS report C967E280.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. SFT veiledning 97:03, 36 sider.
- Norges Sjøkartverk 1988.** Den norske los bind 6, farvannsbeskrivelse Lødingen – Grense Jakobselv. Norges Sjøkartverk 1988, 351 sider.
- Næser, H., T. Audunson & T. McClimans 1975.** Resipientundersøkelse ved Tromsø, spredning og fortykning av avløpsvann i området. Resultater fra modellforsøk. VHL Vassdrag og havnelaboratoriet. SINTEF rapport STF60 F75042.
- Olsson, K. 2000.** Undersøkelse av metall og PAH innhold i vann og slam fra Sentrumstangenten, Tromsø. Akvaplan-niva rapport 412.2038.00
- Scarlett A, Donkin ME, Fileman TW & P. Donkin 1997.** Occurrence of the marine antifouling agent Irgarol 1051 within the Plymouth Sound locality: Implication for the green macroalga *Enteromorpha intestinalis*. Mar. Pollut. Bull. 34, p. 645-651.
- Sletta, A. & J. Eriksen 2001.** Miljøriskovurdering av sigevann fra Ørndalen avfallsfyllinger, Tromsø kommune. YERA, Kjeller rapport 00.07.01. 189 sider + vedlegg.
- Stronkhurst, J. 1996.** TBT contamination and toxicity of sediments: a persistent problem. In Stewen U (ed.). The present status of TBT-copolymer antifouling paints. Proceeding of

- International One Day Symposium on antifouling paints for ocean-going vessels, 21st February, 1996, The Hague. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Rijkswaerstaat, DGSM; ORTEP, Association, The Hague, Netherlands.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1987.** Marin forurensning fra begroingshindrende midler SFT rapport nr 78.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1993** Sandblåsing av skip. SFT rapport nr 93:07 TA 948/1993. 48 sider.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1997a.** Kilder til miljøgifter i kommunalt avløp og slam – litteraturstudie. SFT rapport TA 1418. 105 sider.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1997b.** Kilder til tungmetaller i kommunalt avløpsvann – bidrag fra husholdninger. SFT rapport TA1476. 58 sider.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1999.** Risikovurdering av forurenset grunn. Veiledning 99:01a. TA1629/99 103 sider.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 2003**
http://www.mistin.dep.no/templates/PageWithRightListing_2890.aspx
- Tromsø havn 2003.** Tromsø Port Handbook 2003-2004, 56 sider.
- Utheim, T. 2000.** Miljøundersøkelse, Tromsø Skipsverft AS. Noteby-rapport nr. 200127-1. 12 sider.
- Velvin, R., I. Berg, G.D. Hansen, K. Olsson, H.C. Trannum & M. Carroll 2003.** Resipientundersøkelse i distrikts Tromsø, Tromsø kommune 2002. Akvaplan-niva rapport 412. 2502. 121 sider+ vedlegg.
- Velvin, R., L-H. Larsen, M. Carroll, H.C.Trannum, K. Olsson, T. Kroglund & F. Møy 2003.** Resipientundersøkelse i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn & Sørbotn, Tromsø kommune 2001-2002. Akvaplan-niva rapport 412.2290. 96 sider + vedlegg.
- Williamson, G.L. & A.H. Jacobson 1996.** Designing an environmental safe marine antifoulant. In: De Vito SC and RL Garrett (EDS.) Green chemistry for pollutant prevention. America Chemical Society, Washington DC. ACS Symposium series 640 p225-233.
- Åstebøl, S.O. & T.I. Hvitved-Jacobsen 1996.** Veiavrenning og vannforurensning. Internasjonale krav til utslipp av overvann fra veg. GEOfuturum as, Ski og Universitetet i Ålborg.

Personlig kommunikasjon:

Adrian Johansen, Tromsø havn
 Frid Mikkola, Fylkesmannen i Troms, Miljøvernnavdelingen
 Frits Rikardsen, Fylkesmannen i Troms, Miljøvernnavdelingen
 Geir Berntsen, Tromsø kommune, renovasjonen
 Leif Harald Pedersen, Park og Vei, Tromsø kommune
 Lisa Torske, Holt kompetansesenter, Tromsø
 Magne Nesse, Fylkesmannen i Troms, miljøvernnavdelingen
 Marek Chura, Renovasjonen, Tromsø kommune
 Peter Joukoff, Kystverket, Horten
 Åge Hansen, driftsleder ved Tromsø Skipsverft.

9 Vedlegg

Analysebevis for analyser gjennomført i prosjektet:

1. Analyse av ukeblandprøver av avløpsvann fra Gimle pumpestasjon (urenset), Nansenpalss og Strandveien renseanlegg
2. Analyse av snøprøve fra Brøyteklant i Tromsø, mars 2003
3. Analyse av overvannprøver fra endekum i Storgata, Tromsø 15 september 2003

Akvaplan-niva
Polarmiljøseniteret
9296 Tromsø
Att: Nina Skjegstad

Tromsø, 25.08.2003

Analyse av brøytekantsnø.

Viser til Deres bestilling av 21.07.03.

Vedlagt følger analyserapport:

UA 401. PAH-vann, datert 22.08.03 som beskriver innhold av PAH i prøven tilhørende Deres prosjekt "brøytekantsnø".

Analysene er utført etter ikke-akkrediterte metoder.

Unilab Analyse mottok to ekstrakter fra NILU, brøytekantsnø og blindprøve.

Prøveekstraktene ble oppkonsentrert og renses opp. Det var ikke mulig å kvantifisere parametrene benzo[b+k]fluoranten, benzo[a]pyren i prøveekstraktene. En utilstrekkelig ekstraksjon fra prøvematriksen kan forklare dette. Vi kan derfor heller ikke rapporterte sum 16EPA.

Ta gjerne kontakt dersom det skulle være spørsmål eller uklarheter knyttet til prosjektet. Vi gjør samtidig oppmerksom på at en eventuell klage leveres Unilab Analyse AS senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Vi takker for oppdraget og håper vi i fremtiden kan bistå med analysekompetanse på nye prosjekter.

Med vennlig hilsen
Unilab Analyse AS

Linda Hanssen
Linda Hanssen

Vedlegg: analyserapport

Unilab Analyse AS
Polarmiljøseniteret
N-9296 Tromsø
NORWAY

Telefon: +47 77 75 03 50
Telefax: +47 77 75 03 01
E-mail: post@unilab.no

Unilab Analyse AS
Foretaksnr./Entreprise No.:
950 614 110



Polarmiljøsentret, 9296 TROMSØ
Tel: 77 75 03 50
Fax: 77 75 03 01

ANALYSE RAPPORT

Kunde: Akvaplan-niva AS
Kunde referanse:
Kontaktperson: Nina Skjeggstad
Adresse: Polarmiljøsentret
Postnr./sted: 9296 Tromsø
Tel: 77 75 03 00
Fax: 77 75 03 01

Dato: 25.08.2003

Rapport nr.: UA406. PAH-vann
Analyseparameter(e): 16EPA-PAH
Kontaktperson: Anita Pettersen

Analyseansvarlig: Linda Hanssen (sign.)

Underskriftsberettiget: Anita Pettersen (sign.)

Prøvene ble levert ved Unilab Analyse AS av oppdragsgiver, og merket som angitt i tabellen nedenfor.

Prøve id. Unilab	Kundens id.	Matrix	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt Unilab	Analyseperiode
UA406/1	Blindprøve	Vann	Rå-ekstrakt	21.07.03	12.08.03 - 15.08.03
UA 406/2	Brøyttekantsnø	Vann	Rå-ekstrakt	21.07.03	12.08.03 - 15.08.03

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Prøvene ble analysert med følgende resultater (metodeprinsipp og analyseusikkerhet er gitt i egne dokument).

ANALYSE RAPPORT

Side nr.1/2

 Navn **Akvaplan-Niva**
Adresse **Polarmiljøseieret
9296 TROMSØ**

Deres referanse:

Vår referanse:

 Rekv.nr. 2003-1475
O.nr. O 23009 01

Dato

05.08.03

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Gimle		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10
2	Nansenplass RA		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10
3	Strandvn. RA		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10

Analysevariabel	Prøvenr		1	2	3
	Enhet	Metode			
Oppslutning salpeter		Σ 10-1	✓	✓	✓
Kadmium	mg/l	Σ 9-5	<0,001	<0,001	<0,001
Krom	mg/l	Σ 9-5	<0,003	<0,003	0,008
Kobber	mg/l	Σ 9-5	0,908	0,080	0,057
Kvikksølv	ng/l	Σ 4-3	<1,0	65,0	<1,0
Nikkel	mg/l	Σ 9-5	0,224	0,009	0,01
Bly	mg/l	Σ 9-5	0,082	<0,01	<0,01
Sink	mg/l	Σ 9-5	0,850	0,186	0,059
Polykloretert-bifenyl 28	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	i
Polykloretert-bifenyl 52	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl101	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl118	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl1105	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl1153	ng/l	H 3-2	0,45	0,35	<0,4
Polykloretert-bifenyl1138	ng/l	H 3-2	<0,4	0,30	<0,4
Polykloretert-bifenyl1156	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl1180	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Polykloretert-bifenyl1209	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	<0,4
Sum PCB	ng/l	Beregnet*	0,45	0,65	0
Seven Dutch	ng/l	Beregnet*	0,45	0,65	0
Penta-klorbenzen	ng/l	H 3-2	<0,2	<0,15	<0,2
Alfa-hexakl.cyclohex.	ng/l	H 3-2	1,4	0,35	1,6
Hexa-klorbenzen	ng/l	H 3-2	0,38	0,20	0,32
Gamma-hexakl.cyclohex	ng/l	H 3-2	<0,4	<0,3	0,46
Oktaklorstyren	ng/l	H 3-2	<0,2	<0,15	<0,2
4,4-DDD	ng/l	H 3-2	0,60	0,54	<0,4
4,4-DDD	ng/l	H 3-2	<0,6	<0,5	<0,6

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

✓ : Analysen utført.

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polykloreterte bifenylar som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polykloreterte bifenylar 28,52,101,118,138,153 og 180.

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Innhold av polysykliske aromatiske forbindelser ($\mu\text{g/l}$).**Metode i.d.: UA-PAH-vann/msd**

Prøve id.	406/2
Unilab	
Naftalen	<0,13
Fenantren	15,4
Antracen	3,3
Acenaflylen	1,1
Acenafthen	5,0
Fluoren	3,1
Fluoranten	42,5
Pyren	128
Benzo[a]antracen	6,9
Krysæn	42,5
Benzo[b+k]fluoranten	"
Benzo[a]pyren	"
Indeno[1,2,3-cd]pyren	7,1
Benzo[ghi]perylene	24,5
Dibenzo[a,h]antracen	3,3

ANMERKNINGER:

Prøve 406/1 er en blindprøve. Det ble tatt hensyn til dette blindbidraget ved beregning av PAH konsentrasjon.
Benzo[b+k]fluoranten og Benzo[a]pyren i prøven lot seg ikke kvantifisere.



NIVA

- et institutt i Miljøalliansen

Akvaplan-Niva
Polarmiljøseneteret
9296 TROMSØ

**Norsk institutt
for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Besøksadresse: Brekkeveien 19
Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00
Bankgiro: 5010 05 91828
SWIFT: DNBANOKK
Foretaksnr.: 855869942
www.niva.no
niva@niva.no

Deres referanse

Nina Skygsked

Deres brev av

Vår referanse

J.nr. 1066/03
S.nr. O 23009 01
Rekv.nr. 2003-1475

Dato

5. august 2003

Analyse av avløpsvann

Vedlagt følger en analyserapport som gjengir resultatene for prøver mottatt ved NIVAs laboratorier. Dato for registrering av prøvene og laboratoriets rekvisisjonsnummer fremgår av rapporten. Rekvisisjonsnummeret benyttes ved henvendelse til laboratoriet.

En oversikt over analyseusikkerheten for de aktuelle analyser i form av et sammendrag av den interne kvalitetskontrollen ved laboratoriet er vedlagt.

Med vennlig hilsen

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Torgunn Sætre
Torgunn Sætre

Forsker

Direkte linje 22 18 52 60

E-Mail torgunn.saetre@niva.no

ANALYSE RAPPORT

Rekv.nr. 2003-1475

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Gimle		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10
2	Nansenplass RA		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10
3	Strandvn. RA		2003.06.20	2003.06.24-2003.07.10

Analysevariabel	Provenr		1	2	3
	Enhet	Metode			
Naftalen	ng/l	H 2-2	332	50	196
Acenaftalen	ng/l	H 2-2	21	4,4	<3,0
Acenaften	ng/l	H 2-2	52	12	50
FLuoren	ng/l	H 2-2	284	27	361
Fenantren	ng/l	H 2-2	270	35	376
Antracen	ng/l	H 2-2	19	<3,0	20
Fluoranten	ng/l	H 2-2	101	25	57
Pyren	ng/l	H 2-2	152	22	94
Benz(a)antracen	ng/l	H 2-2	28	4,1	17
Chrysen+trifenylene	ng/l	H 2-2	30	4,8	19
Benzo(b)flu.	ng/l	H 2-2	39	5,7	21
Benzo(k)flu.	ng/l	H 2-2	16	<3,0	8,2
Benzo(a)pyren	ng/l	H 2-2	23	4,0	13
Indeno(1,2,3-cd)pyren	ng/l	H 2-2	24	3,7	10
Dibenz(a,c/a,h)ant.	ng/l	H 2-2	11	<3,0	<3,0
Benzo(ghi)perylene	ng/l	H 2-2	33	6,5	12
Sum PAH	ng/l	Beregnet*	1435	204,2	1254,2
Sum KPAH	ng/l	Beregnet*	141	17,5	69,2
Sum NPD	ng/l	Beregnet*	602	85	572

*: Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

Norsk institutt for vannforskning

Torgunn Sætre
Torgunn Sætre
Forsker

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til ekstern bruk
Analysesikkerhet - internkontroll	Godkjent:

SAMMENDRAG FRA DEN INTERN KVALITETSKONTROLL (GIR ET BILDE AV ANALYSESIKKERHETEN VED KJEMISKE ANALYSER)

Hvis ikke annet er angitt for de respektive analysevariable, inneholder tabellene nedenfor et sammendrag av resultatene fra den interne kvalitetskontroll for siste fulførte måleperiode. Metoder merket med * er ikke akkreditert.

A - FYSIKALSK KJEMISKE BESTEMMELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
A 1-1	pH		0.5 mmol KCl-løsning, manuell	46	5,66	0,065
A 1-2	pH		0.5 mmol KCl-løsning, robotmetode	46	5,57	0,048
A 2-1	Kond	mS/m	0.5 mmol/l KCl, manuell, WTW Inolab	37	7,51	0,054
A 2-2	Kond	mS/m	0.5 mmol/l KCl-løsning, robotmetode	46	7,42	0,047
A3	Sal	PSU	Sidsjvann IAPSO, (snn = 34,99252 PSU)	9	34,9934	0,00105
A 4-2	Turb	NTU	Cielex sekundærstandard, 0 - 1 FNU	24	0,51	0,009
			Cielex sekundærstandard, 1 - 10 FNU	24	1,70	0,027
			Cielex sekundærstandard, 10 - 100 FNU	24	17,4	0,066
			Cielex sekundærstandard, 1000 - 1000 FNU	24	181	0,59
A 5	Farge Gelstoff		Humussyre-løsning	40	21,7	6,8
	UV-ABS	abs/cm	Humussyre-løsning, ca. 100	26	97,4	4,9

B - USPESIFIKKE TORRSTOFFBESTEMMELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
B 1	STS	mg/l	Cellulose/koalin, 50,5 mg/l	7	49,6	1,9
B 2	STS/L		Dobbelanalyse naturlig prøver	38	0,6	1,5
B 1	SGR	mg/l	Cellulose/koalin, 21,9 mg/l	6	21,0	2,7
B 2	SGR/L		Dobbelanalyse naturlig prøver	25	0,07	0,5
B 3-1	TTS	mg/g	Sedimentprøver, tørket, (reperbarhet)	3	935,7	2,3
				3	974,0	5,2
				3	984,7	5,7
B 3-1	TGR	mg/g	Sedimentprøver, tørket, (reperbarhet)	3	333,7	5,0
				3	295,0	3,6
				3	621,7	3,5
B 3-3	TTS	mg/g				
B 4	TSM		Dobbelanalyse naturlig prøve, TSM > 2 mg/l	32	0,9 %	11,1 %

C - UORGANISKE ANIONER

Y3-uskk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til ekstern bruk
Analysesikkerhet - internkontroll	Godkjent:

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
C 1-1*	Alk	mmol/l	Avionisert vann, luftboblet, memotitratør	85	0,031	0,002
C 1-2	Alk	mmol/l	Avionisert vann, luftboblet, robotmetode	46	0,031	0,003
C 3-2	UOC	mg/l	Natriumbikarbonatløsning, 10 mg/l C	36	10,1	0,19
C 4-2	Cl	mg/l	Natriumkloridløsning, 8,0 mg/l Cl	44	8,0	0,10
C 4-2	SO ₄	mg/l	Natriumsulfatløsning, 8,0 mg/l SO ₄	44	7,91	0,07
C 4-2	F	mg/l				
C 4-3	F	mg/l	0,03 mg/l Multi Ion Standard	47	0,028	0,0012
			0,60 mg/l Multi Ion Standard	47	0,60	0,007
C 4-3	Cl	mg/l	0,60 mg/l Multi Ion Standard	48	0,61	0,006
			6,00 mg/l Multi Ion Standard	48	6,05	0,064
C 4-3	SO ₄	mg/l	0,60 mg/l Multi Ion Standard	48	0,59	0,013
			6,00 mg/l Multi Ion Standard	48	6,06	0,052
C 4-3	NO ₃ -N	mg/l	0,0068 mg/l Multi Ion Standard	47	0,0063	0,00065
			0,136 mg/l Multi Ion Standard	47	0,137	0,0014
			1,355 mg/l Multi Ion Standard	47	1,354	0,0139
C 4-3	Na	mg/l	0,30 mg/l, K2 fra NILU	42	0,32	0,004
			3,75 mg/l, K1 fra NILU fortynnet til K0	42	3,79	0,044
C 4-3	K	mg/l	0,20 mg/l, K2 fra NILU	42	0,20	0,003
			3,06 mg/l, K1 fra NILU fortynnet til K0	42	3,08	0,031
C 4-3	Ca	mg/l	0,15 mg/l, K2 fra NILU	49	0,16	0,008
			1,34 mg/l, K1 fra NILU fortynnet til K0	49	1,32	0,018
C 4-3	Mg	mg/l	0,19 mg/l, K2 fra NILU	49	0,17	0,007
			1,55 mg/l, K1 fra NILU fortynnet til K0	49	1,47	0,062
C 7-2	SiO ₂ -H	µmol/l	257 µg/l, natriumsilikatløsning	20	254	4,3
C 8*	CO ₂	mg/l	1284 µg/l	20	1279	5,6

Y3-uskk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
ANALYSESIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

D - NITROGEN OG FOSFOR

Met. Nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
D 1-1	PO4-P	µg/l	4 µg/l P, kaliumhydrogenfosfatløsning 40 µg/l P 400 µg/l P	20 20 20	4,05 40,3 400,0	0,18 0,57 2,4
D 2-1	TOT-P-L	µg/l	485 µg/l P, adenosinmonofosfatløsning 485 µg/l P 4 µg/l P, kaliumhydrogenfosfatløsning 40 µg/l P 400 µg/l P	20 20 19 20 20	4,79 48,4 486,1 3,89 49,7	0,30 0,47 2,91 0,21 0,42
D 3	NO3-N	µg/l	5 µg/l N, kaliumnitratløsning, 0 - 1200 µg/l 50 µg/l 1000 µg/l 5 µg/l N, kaliumnitratløsning, 0 - 150 µg/l 50 µg/l	45 43 42 44 43	5,7 48,9 1005 5,6 49,7	1,1 1,5 9,4 1,0 1,3
D 4	NO2-N	µg/l	10 µg/l, natriumnitritløsning 100 µg/l	14	8,6 99,2	0,38 0,86
D 5-1	NH4-N	µg/l	6 µg/l, ammoniumsulfatløsning 200 µg/l	20 20	6,1 199,2	0,65 3,1
D 5-1	NH4-N-sj	µg/l	6 µg/l, ammoniumsulfatløsning 200 µg/l	20 20	5,4 200,6	0,77 2,4
D 5-2	NH4-N-E	mg/l	Ammoniumkloridløsning, 10,0 mg/l	20	10,1	6,1
D 6-1	TOT-N-L	µg/l	400 µg/l N, kaliumnitratløsning 400 µg/l N, EDTA-løsning	20 20	407,6 406,4	6,0 3,4
D 7-1	TOT-N-Kj	mg/l	50 mg/l N, urealøsning	20	52,4	4,0
G 6	T-N	%	Sulfamilid, 16,27 % N	20	16,44	0,212

Y3-uskk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
ANALYSESIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

E - METALLER

Flamme atomabsorpsjon (metode E 1)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ag	mg/l	0,50 mg/l, syntetisk ringtestløsning A	26	0,50	0,209
Al	mg/l	10,0 mg/l, syntetisk kontrolløsning	8	10,03	0,18
Cd	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	7	1,009	0,012
Cr	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	17	1,002	0,015
Cu	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	35	1,004	0,011
Fe	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	33	1,007	0,013
K	mg/l	0,503 mg/l, 98-07 A ringtestløsning	19	0,490	0,013
Li	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	10	1,001	0,013
Mn	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	17	0,999	0,012
Ni	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	12	1,008	0,011
Pb	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk kontrolløsning	9	1,008	0,011
Zn	mg/l	1,00 mg/l, syntetisk ringtestløsning A	14	0,975	0,018

Atomabsorpsjon grafitovn (PE 4100 ZL) (metode E 2-2)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/l	Syntetisk ringtestløsning A, 10 µg/l	17	10,1	0,35
Cu	µg/l	Syntetisk ringtestløsning B, 40 µg/l	5	40,4	2,1
As	µg/l	Syntetisk ringtestløsning C, 20 µg/l	8	20,5	1,0
Zn	µg/l	Syntetisk ringtestløsning A, 20 µg/l	9	20,2	1,2
Cd	µg/g	BCSS - 1, 0,25 ± 0,04 µg/g	8	0,248	0,016
Pb	µg/g	BCSS - 1, 22,7 ± 3,4 µg/g	10	19,7	0,82
Cd	µg/g	DORM - 2, 0,043 ± 0,008 µg/g	30	0,0423	0,0036
Cd	µg/g	DOLT-2, 20,8 ± 0,5 µg/g	22	20,9	1,2
Cu	µg/g	DOLT-2, 25,8 ± 1,1 µg/g	22	28,3	1,01
Cr	µg/g	DOLT - 2, 0,37 ± 0,08 µg/g	6	0,35	0,13
Pb	µg/g	DOLT-2, 0,22 ± 0,02 µg/g	20	0,24	0,05
Zn	µg/g	DOLT-2, 85,8 ± 2,5 µg/g	21	92,8	4,6

Atomabsorpsjon grafitovn (PE AA700) (metode E 2-5)

Y3-uskk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
Analysesikkerhet - internkontroll	Godkjent:

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ag	µg/l	Spectrascan 8317, 10 µg/l	8	9,9	0,3
Al	µg/l	Spectrascan 8317, 10 µg/l	5	10,5	1,0
Al	µg/l	Spectrascan 8317, 40 µg/l	13	40,1	1,7
Cr	µg/l	Spectrascan 8317, 40 µg/l	2	40,5	0,9
Cu	µg/l	Spectrascan 8317, 40 µg/l	7	39,4	0,6
Fe	µg/l	Spectrascan 8317, 40 µg/l	39	40,2	1,3
Mn	µg/l	Spectrascan 8317, 10 µg/l	4	9,8	0,2
Ni	µg/l	Spectrascan 8317, 40 µg/l	9	38,4	1,1

Sjøvann (GFAAS) (metode E 11)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/l	CASS-4, 0,026 ± 0,003 µg/l (freon ekstraksjon)	21	0,023	0,0024
Cu	µg/l	CASS-4, 0,597 ± 0,055 µg/l (freon ekstraksjon)	26	0,550	0,043
Pb	µg/l	CASS-4, 0,0098 ± 0,0036 µg/l (freon ekstraksjon)	27	0,014	0,0038
Ni	µg/l	CASS-4, 0,314 ± 0,030 µg/l (freon ekstraksjon)	7	0,301	0,046
Zn	µg/l	CASS-4, 0,381 ± 0,057 µg/l (freon ekstraksjon)	30	0,401	0,087
Co	µg/l	NASS-4, 0,026 ± 0,003 µg/l (freon ekstraksjon)	2	0,0265	0,0007

Sjøvann, direkte bestemmelse (GFAAS) (metode E 2-5)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cr	µg/l	Sjøvann 0,015 µg/l	10	0,0152	0,0013
V	µg/l	Sjøvann 0,015 µg/l	9	0,0157	0,0010
Fe	µg/l	Sjøvann 0,015 µg/l	11	14,7	0,9

Oppslutning av slam med salpetersyre (FAAS) (metode E 10-1 / E 1)

Y3-usikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
Analysesikkerhet - internkontroll	Godkjent:

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/g	FOA slam, 6,63 µg/g (GFAAS)	6	6,32	0,26
Cr	µg/g	FOA slam, 46,7 µg/g	3	46,2	2,1
Cu	µg/g	FOA slam, 112,5 µg/g	6	111,7	2,2
Pb	µg/g	FOA slam, 59,4 µg/g (GFAAS)	3	55,0	5,3
Zn	µg/g	FOA slam, 450 µg/g	5	423	14

Oppslutning av biologisk materiale med salpetersyre (GFAAS) (metode E 10-4 / E 2)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/g	DORM-1, 0,086 ± 0,012 µg/g	16	0,087	0,009
Cr	µg/g	DORM-1, 3,60 ± 0,40 µg/g	8	3,64	0,39
Cu	µg/g	DORM-1, 5,22 ± 0,33 µg/g	25	5,08	0,26
Fe	µg/g	DORM-1, 63,6 ± 5,3 µg/g (FAAS)	5	67,0	7,4
Pb	µg/g	DORM-1, 0,40 ± 0,12 µg/g	26	0,465	0,061
Mn	µg/g	DORM-1, 1,32 ± 0,26 µg/g	6	1,30	0,04
Ni	µg/g	DORM-1, 1,20 ± 0,30 µg/g	9	1,12	0,12
Zn	µg/g	DORM-1, 21,3 ± 1,0 µg/g (FAAS)	6	21,3	0,7
Cd	µg/g	DOLT-1, 4,18 ± 0,28 µg/g	10	4,00	0,13
Co	µg/g	DOLT-1, 0,157 ± 0,037 µg/g	6	0,15	0,03
Cr	µg/g	DOLT-1, 0,40 ± 0,07 µg/g	6	0,39	0,08
Cu	µg/g	DOLT-1, 20,8 ± 1,2 µg/g (FAAS)	19	20,5	1,4
Fe	µg/g	DOLT-1, 712 ± 48 µg/g (FAAS)	6	715	11
Pb	µg/g	DOLT-1, 1,16 ± 0,29 µg/g	13	1,31	0,18
Mn	µg/g	DOLT-1, 8,72 ± 0,53 µg/g	6	7,92	0,29
Ni	µg/g	DOLT-1, 0,26 ± 0,06 µg/g	6	0,22	0,03
Zn	µg/g	DOLT-1, 92,5 ± 2,3 µg/g (FAAS)	6	90,6	0,5

Flussyreoppslutning (metode E 10-2 / E 1 / E 2)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/g	MESS-1, 0,59 ± 0,10 µg/g	13	0,59	0,022

Y3-usikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til ekstern bruk
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

Cd	µg/g	MESS-2, 0,24 ± 0,01 µg/g	17	0,235	0,015
Cr	µg/g	MESS-1, 71 ± 11 µg/g	13	68,8	3,5
Li	µg/g	MESS-1, ingen sertifisert verdi (FAAS)	7	44,3	0,30
Cu	µg/g	MESS-1, 25,1 ± 3,8 µg/g	14	26,3	2,4
Cu	µg/g	MESS-2, 39,3 ± 2,0 µg/g	14	39,0	1,6
Pb	µg/g	MESS-1, 34 ± 6,1 µg/g	18	32,2	3,0
Pb	µg/g	MESS-2, 21,9 ± 1,2 µg/g	21	22,6	1,1
Ni	µg/g	MESS-1, 29,5 ± 2,7 µg/g	13	29,1	1,0
Ni	µg/g	MESS-2, 49,3 ± 5,3 µg/g	11	50,0	2,1
V	µg/g	MESS-1, 72,4 ± 5,3 µg/g	10	73,3	2,4
Zn	µg/g	MESS-1, 191 ± 17 µg/g (FAAS)	13	181,2	4,5

Kvikksølv

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Sid. avvik
E 4-3	Hg	ng/l	FIMS, Sjøvann Solbergstrand tilslutt 20 ng/l	6	21,1	0,52
E 4-3	Hg	µg/g	FIMS, DORM - 1, 0,798 ± 0,074 µg/g	10	0,835	0,054
E 4-3	Hg	µg/g	FIMS, MESS - 2, 0,092 ± 0,009 µg/g	7	0,086	0,003

Reaktivt og ikke-løst aluminium

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Sid. avvik
E 3-1	Al/A	µg/l	375 µg/l Al-løsning	20	372,1	4,6
E 3-1			15 µg/l Al-løsning	20	15,2	1,0
E 3-2	Al/R	µg/l	375 µg/l Al-løsning	20	373,4	3,3
E 3-2			15 µg/l Al-løsning	20	15,0	0,6
E 3-2	Al/I	µg/l	375 µg/l Al-løsning	20	372,1	3,4
E 3-2			15 µg/l Al-løsning	20	15,0	0,8

ICP-MS (metode E 8-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Sid. avvik
Li	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	92,0	9,3
Be	µg/l	100 µg/l, KK-100	5	95,0	5,6
Al	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	102,4	6,5
K	µg/l	100 µg/l, KK-100	3	106,3	6,8

Y3-unikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til ekstern bruk
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

Ti	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,5	4,0
V	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	103,3	8,6
Cr	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	103,1	5,4
Fe	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,2	12,6
Mn	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	104,8	7,4
Co	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	107,0	10,2
Ni	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	107,8	8,5
Cu	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	108,6	10,7
Zn	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,8	6,2
Ga	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	97,6	3,3
As	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	102,4	1,9
Se	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	97,9	7,3
Rb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	102,4	7,9
Sr	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,4	6,2
Y	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	103,1	6,8
Zr	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	96,3	7,3
Nb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,2	3,9
Mo	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	98,0	3,7
Ag	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,9	4,5
Cd	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,4	2,8
Se	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,5	1,1
Sb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,2	2,9
Te	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	103,2	3,5
Cs	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	104,9	5,4
Ba	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,5	2,6
La	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	104,3	2,8
Ce	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	104,4	5,7
Pr	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	103,4	6,6
Nd	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	104,3	11,3
Sm	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,7	2,5
Eu	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,2	2,3
Gd	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,4	2,2
Tb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,2	2,4
Dy	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,8	1,4
Ho	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,5	2,6
Er	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	97,8	5,7
Tm	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,1	3,4
Yb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	98,1	6,6
Lu	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,9	1,9
Hf	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	97,0	5,4
Ta	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	98,7	3,3
W	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	99,8	1,6
Os	µg/l	100 µg/l, KK-100	2	100,2	9,7
Ir	µg/l	100 µg/l, KK-100	2	96,0	6,7
Pt	µg/l	100 µg/l, KK-100	2	94,1	11,5
Au	µg/l	100 µg/l, KK-100	2	91,2	13,4
Hg	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	95,1	8,5
Tl	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	102,2	3,9
Pb	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,2	1,9

Y3-unikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Side 9 av 14
Til ekstern bruk	Utgave nr. 9
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Dato: 2002-06-14
	Godkjent:

Bi	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	102,2	3,3
Th	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	101,2	3,4
U	µg/l	100 µg/l, KK-100	8	100,9	3,1

ICP (metode E 9-5)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ag	mg/l	0,125 mg/l, ICP-KK-V	19	0,121	0,0076
Al	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	0,986	0,019
As	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,067	0,045
B	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,009	0,026
Ba	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,003	0,012
Be	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,002	0,016
Ca	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,015	0,019
Cd	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,015	0,016
Co	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,015	0,012
Cr	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,005	0,014
Cu	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,033	0,022
Fe	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,058	0,014
K	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	19	5,06	0,26
Li	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,011	0,022
Mg	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	0,995	0,019
Mn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,021	0,012
Mo	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,005	0,012
Na	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,005	0,062
Ni	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,029	0,013
P	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	19	4,97	0,080
Pb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,001	0,013
S	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	19	5,19	0,12
Sb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,006	0,014
Se	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,051	0,039
Si	mg/l	2,12 mg/l, ICP-KK-V	19	2,15	0,031
Sn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	0,984	0,009
Sr	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	0,998	0,015
Th	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,058	0,017
Ti	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,005	0,014
Tl	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	0,981	0,018
U	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,023	0,022
V	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,012	0,012
Zn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	19	1,072	0,015

Y3-utsk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Side 10 av 14
Til ekstern bruk	Utgave nr. 9
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Dato: 2002-06-14
	Godkjent:

ICP (metode E 9-1)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ca	mg/l	Syntetisk løsning 9605 D, 0,522 mg/l	20	0,503	0,012
Ca	mg/l	Syntetisk løsning 9908 A, 5,13 mg/l	33	5,17	0,067
Ca	mg/l	Syntetisk løsning AAK 99, 35,0 mg/l	20	35,2	0,57
Mg	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 0,088 mg/l	20	0,083	0,003
Mg	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 0,52 mg/l	33	0,528	0,012
Mg	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 15,0 mg/l	20	15,2	0,30
Na	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 0,438 mg/l	20	0,416	0,017
Na	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 1,95 mg/l	32	1,93	0,049
Na	mg/l	Syntetisk løsning ringtest, 5,23 mg/l	20	5,18	0,13

F - SPESIELLE ANALYSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
F 1-1	O2	mg/l	Winklerittering, ferskvann, diff. to paral.	11	0,002	0,030
F 1-2	O2	mg/l	Winklerittering, sjøvann, diff. to paral.	20	-0,007	0,042
F 1-3	H2S	mg/l	Winklerittering, differanse to paralleller	12	0,06	0,038
F 2-1	CN-T	µg/l	600 µg/l CN, natriumcyanidløsning	30	615	21
F 2-2	CN-Oks	µg/l	600 µg/l CN, natriumcyanidløsning	30	615	21
F 3	F	mg/l	10,0 mg/l F, natriumfluoridløsning	19	10,15	0,16
		µg/l	50 µg/l, natriumfluoridløsning	35	51,0	1,3
F 4-1	S	mg/l	Spektrofotometri, 0,90 mg/l (repeterbarhet)	7	0,869	0,032
F 4-2	S	mg/l	Spektrofotometri, 0,90 mg/l (repeterbarhet)	7	0,869	0,032
F 5	S-T	%	Chloramin T, teoretisk 11,38 % S	13	11,46	0,226

Y3-utsk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

G - USPESIFIKT ORGANISK STOFF

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
G 2-2	COD-Cr	mg/l	50 mg/l O, kaliumhydrogenftalat-løsning	38	49,2	1,4
G 3	BOD	mg/l	225 mg/l O, D-glukose + L-glutaminsyre	38	484	11,3
G 4-2	TOC	mg/l	UV-peroksid-sulfat, 0,5 mg/l C, KH ₂ lalat	65	210	20
G 5-3	NPOC	mg/l	5,0 mg/l C, KH ₂ lalat	30	4,89	0,069
G 5-4	TOC	mg/l	Katalytisk oksidasjon, 5,0 mg/l C, KH ₂ lalat	20	4,97	0,10
G 6	T-C	%	Katalytisk oksidasjon, 5,0 mg/l C, KH ₂ lalat	20	5,07	0,08
G 7	MBAS	mg/l	Sulfanilamid, teoretisk verdi 41,84 %	20	41,80	0,32
			0,40 mg/l natriumlaurylsulfat	6	0,402	0,016

H - ORGANISKE FORBINDELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
H 1-1	KLA-S	µg/l	Marielakvannet, dobbeltanalyser	10	2,2	0,09
			Gjersjøen, dobbeltanalyser	10	9,5	0,25
			Hjeltefjern, dobbeltanalyser	10	91	3,6
H 7	FENOL	µg/l	80 µg/l fenol-løsning	20	77,7	3,3
H 4-1	POW		Metode 117, nitrobenzen (teoretisk 1,9)	7	1,84	0,05
			toluen (teoretisk = 2,7)	7	3,01	0,07
			nafalen (teoretisk = 3,6)	2	3,3	-
H 4-2*	POW		Metode 107, brombenzen (teoretisk = 3,0)	18	3,03	0,08
			benzylalkohol (teoretisk = 1,1)	30	1,10	0

PAH i vann (metode H 2-1 / 2-2)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Nafalen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,66	24	0,67	0,034
Acenafylen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,632	24	0,637	0,064
Acenafilen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,682	22	0,759	0,060
Fluoren	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,654	22	0,728	0,066
Fenantenren	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,657	24	0,661	0,057
Antracen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,498	23	0,555	0,030
Fluoranten	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,660	24	0,673	0,053
Pyren	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,659	24	0,670	0,056
Benzo(a)antracen*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,371	24	0,594	0,073
Chrysen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,662	24	0,665	0,071
Benzo(b)fluoranten*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,657	22	0,666	0,100
Benzo(k)fluoranten*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,654	23	0,660	0,078
Benzo(e)pyren	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,657	24	0,662	0,079
Benzo(a)pyren*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,593	23	0,625	0,097

Y3-usikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent:

Perylen	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,497	24	0,515	0,069
Ind(1,2,3cd)pyren*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,583	24	0,564	0,074
Dibenz(a,c) + dibenz(a,h)antrac.*	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,493	24	0,478	0,075
Benzo(ghi)perylene	ng/l	NIST 2260 : 100, sann = 0,587	24	0,560	0,067

PAH i sedimenter (metode H 2-1 / H 2-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Nafalen	µg/kg	NIST 1944, 1650 ± 310	6	1329	223
Acenafylen	µg/kg	NIST 1944, 570 ± 30	5	568	247
Acenafilen	µg/kg	NIST 1944, 859 ± 30	6	486	117
Fluoren	µg/kg	NIST 1944, 5270 ± 220	6	4884	778
Fenantenren	µg/kg	NIST 1944, 1770 ± 330	6	1934	758
Antracen	µg/kg	NIST 1944, 8920 ± 320	6	9592	1944
Pyren	µg/kg	NIST 1944, 9790 ± 420	6	9936	1882
Benz(a)antracen	µg/kg	NIST 1944, 4720 ± 110	6	5524	714
Chrysen	µg/kg	NIST 1944, 5900 ± 270	6	5508	691
Benzo(b)fluoranten	µg/kg	NIST 1944, 3870 ± 420	6	3296	499
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	NIST 1944, 2300 ± 220	6	3567	865
Benzo(a)pyren	µg/kg	NIST 1944, 4300 ± 130	6	3539	629
Perylen	µg/kg	NIST 1944, 1170 ± 240	6	1194	609
Ind(1,2,3cd)pyren	µg/kg	NIST 1944, 2780 ± 110	6	2369	212
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	NIST 1944, 2840 ± 100	6	2629	301

PAH i biologisk materiale (blåskjell) (metode H 2-1 / H 2-4)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Fenantenren	µg/kg	NIST 2974, 22,2 ± 2,5	19	18,6	6,3
Antracen	µg/kg	NIST 2974, 6,1 ± 1,7	19	5,71	2,69
Fluoranten	µg/kg	NIST 2974, 163,7 ± 10,3	19	156,9	26,2
Pyren	µg/kg	NIST 2974, 151,6 ± 8,0	19	146,6	24,2
Benzo(a)antracen	µg/kg	NIST 2974, 32,5 ± 4,8	19	33,4	10,9
Benzo(a)pyren	µg/kg	NIST 2974, 15,6 ± 0,8	19	16,2	7,7
Benzo(e)pyren	µg/kg	NIST 2974, 84,0 ± 3,2	19	68,4	10,6
Perylen	µg/kg	NIST 2974, 7,6 ± 0,35	19	9,93	6,7
Ind(1,2,3cd)pyren	µg/kg	NIST 2974, 14,2 ± 2,8	19	13,8	2,1
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	NIST 2974, 22,0 ± 2,3	19	20,5	4,5

PAH i biologisk materiale (oskjell) (metode H 2-1 / H 2-4)

Y3-usikk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Side 13 av 14
	Til eksternt bruk
	Utgave nr. 9
ANALYSESIKKERHET - INTERNKONTROLL	Dato: 2002-06-14
	Godkjent:

PAH	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelt verdi	Std. avvik
Acenaphthylene	µg/kg	Egen husstandard	4	1,95	0,22
Fluorene	µg/kg	Egen husstandard	4	2,65	0,23
Fluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	3,45	0,46
Anthracene	µg/kg	Egen husstandard	4	3,62	0,25
1-Methylanthracene	µg/kg	Egen husstandard	4	0,70	0,07
Fluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	43,75	2,05
Pyrene	µg/kg	Egen husstandard	4	17,0	0,71
Benz(a)anthracene	µg/kg	Egen husstandard	4	27,0	1,58
Chrysene	µg/kg	Egen husstandard	4	28,75	0,83
Benzofluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	65,75	2,15
Benzofluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	34,75	0,43
Benzofluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	77,25	6,02
Benzofluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	30,25	0,83
Perylene	µg/kg	Egen husstandard	4	3,07	0,08
Ind. (1,2,3-cd)pyrene	µg/kg	Egen husstandard	4	72,25	4,82
Dibenz(a,h)anthracene	µg/kg	Egen husstandard	4	4,75	0,28
Benzofluoranthene	µg/kg	Egen husstandard	4	78,5	5,22

PCB i marini sediment, SRM 1944, (metode H 3-1 / H 3-3)

Variabel	Enhet	(Sertifisert verdi) Oppsatt verdi	Antall	Middelt -verdi	std. avvik
CB 28	µg/kg	(80,8 ± 2,7) 67	20	72,0	8,7
CB31	µg/kg	(78,7 ± 1,6) 60	20	64,9	7,2
CB 52	µg/kg	(79,4 ± 2,0) 66	20	65,7	4,2
CB 101	µg/kg	(73,4 ± 2,3) 60	20	57,5	5,3
CB 105	µg/kg	(24,5 ± 1,1) 22	20	23,5	2,3
CB 118	µg/kg	(58,0 ± 4,3) 50	20	49,5	4,2
CB 138	µg/kg	(62,1 ± 3,0) 60	20	58,5	4,9
CB 153	µg/kg	(74 ± 2,9) 62	20	59,4	5,8
CB 156	µg/kg	(6,52 ± 0,66) 6,9	20	6,90	0,8
CB 180	µg/kg	(44,3 ± 1,2) 41	20	41,6	3,3
CB 209	µg/kg	(6,81 ± 0,33) 6,7	20	7,1	0,7
HCB	µg/kg	(6,03 ± 0,35) 4,6	20	5,4	1,0
DDEpp	µg/kg	(86,0 ± 12) 70	20	74,2	10,6
TDEpp	µg/kg	(108 ± 16) 105	20	111,4	19,3
DDTpp	µg/kg	(119 ± 11) 156	20	168,3	32,8
HCHA	µg/kg	(2,0 ± 0,3) 3,2	10	4,4	1,4

PCB i torskefilet (lave konsentrasjoner), (metode H 3-1 / H 3-4)

Y3-ukkk.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Side 14 av 14
	Til eksternt bruk
	Utgave nr. 9
ANALYSESIKKERHET - INTERNKONTROLL	Dato: 2002-06-14
	Godkjent:

Variabel	Enhet	Oppsatt verdi	Antall	Middelt -verdi	Std. avvik
CB101	µg/kg	0,12	48	0,119	0,016
CB118	µg/kg	0,09	48	0,090	0,012
CB153	µg/kg	0,17	48	0,156	0,031
CB138	µg/kg	0,13	48	0,130	0,017
HCB	µg/kg	0,11	48	0,119	0,016
DDEPP	µg/kg	0,27	48	0,286	0,035

PCB ved GC-kontroll, 1585 feb01, (metode H 3-1 / H 3-4)

Variabel	Enhet	Sertifisert verdi	Antall	Middelt -verdi	Std. avvik
CB28	µg/kg	2,55 ± 0,128	152	2,43	0,039
CB52	µg/kg	5,32 ± 0,266	152	5,09	0,040
CB101	µg/kg	3,61 ± 0,181	152	3,34	0,078
CB138	µg/kg	1,63 ± 0,082	152	1,62	0,022
CB153	µg/kg	2,11 ± 0,106	152	2,01	0,032

Y3-ukkk.doc

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn Akvaplan-niva AS
Adresse Polarmiljøsentret
9296 TROMSØ

Deres referanse:

Nina Skjegstad

Vår referanse:

Rekv.nr. 2003-2262

O.nr. O 23009 01

Dato

12/11/2003

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Overvann Tromsø 1 lite regn	2003.09.15	2003.10.08	2003.10.15- 2003.10.16
2	Overvann Tromsø 2 mye regn	2003.09.15	2003.10.08	2003.10.15- 2003.10.16

Prøvenr	1	2
Analysevariabel Enhet Metode		
Kadmium µg/l E 8-3	0,069	0,062
Krom µg/l E 8-3	6,93	5,95
Kobber µg/l E 8-3	54,9	53,5
Kvikksølv ng/l E 4-3	<1,0	<1,0
Nikkel µg/l E 8-3	1,5	1,5
Bly µg/l E 8-3	0,872	0,862
Sink µg/l E 8-3	133	131

Norsk institutt for vannforskning

Torgunn Sætre

Forsker

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn Akvaplan-niva AS
Adresse Polarmiljøsentret, 9296 TROMSØ

Deres referanse:
Nina Skjegstad

Vår referanse:
Rekv.nr. 2003-2263
O.nr. O 23009 01

Dato
12/11/2003

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve Merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Overvann Tromsø 1 lite regn	2003.09.15	2003.10.08	2003.10.13-2003.10.14
2	Overvann Tromsø 2 mye regn	2003.09.15	2003.10.08	2003.10.13-2003.10.14

Prøvenr	1	2
Analysevariabel Enhet Metode		
Polykloretrbifenyl 28 ng/l H 3-2	<0,5	<0,5
Polykloretrbifenyl 52 ng/l H 3-2	i	i
Polykloretrbifenyl101 ng/l H 3-2	i	6,8
Polykloretrbifenyl118 ng/l H 3-2	<1,5	10
Polykloretrbifenyl153 ng/l H 3-2	<1,5	3,3
Polykloretrbifenyl138 ng/l H 3-2	<1,5	7,0
Polykloretrbifenyl180 ng/l H 3-2	<0,5	0,75
Sum PCB ng/l Beregnet*	0	27,85
Seven Dutch ng/l Beregnet*	0	27,85
Naftalen ng/l H 2-2	36	38
Acenaftilen ng/l H 2-2	116	25
Acenaften ng/l H 2-2	16	19
FLuoren ng/l H 2-2	35	34
Fenantren ng/l H 2-2	28	39
Antracen ng/l H 2-2	6,5	5,9
Fluoranten ng/l H 2-2	37	36
Pyren ng/l H 2-2	32	34
Benz(a)antracen ng/l H 2-2	4,2	3,8
Chrysen+trifenylen ng/l H 2-2	5,4	5,3
Benzo(b)flu. ng/l H 2-2	2,2	2,0
Benzo(k)flu. ng/l H 2-2	<2	<2
Benzo(a)pyren ng/l H 2-2	<2	<2
Indeno(1,2,3cd)pyren ng/l H 2-2	<2	<2
Dibenz(a,c/a,h)ant. ng/l H 2-2	<2	<2
Benzo(ghi)perylene ng/l H 2-2	<2	<2
Sum PAH ng/l Beregnet*	318,3	242
Sum KPAH ng/l Beregnet*	6,4	5,8
Sum NPD ng/l Beregnet*	64	77

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum PCB er summen av polyklorete bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorete bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen². Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

Kommentarer

1 Høye deteksjonsgrenser pga masse støy i kromatogrammet.

Norsk institutt for vannforskning

Torgunn Sætre

Forsker

² Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

**Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@sft.no

Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Akvaplan-niva og Tromsø kommune	Kontaktperson SFT Anne Kathrine Arnesen Magny Eggestad	ISBN-nummer 82-449-0056-3
--	--	------------------------------

	Avdeling i SFT Miljøoppfølgingsavdelingen	TA-nummer 1987/2003
--	--	------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Anita Evenset, Akvaplan-niva	År 2003	Sidetall 72	SFTs kontraktnummer 2002/112 483
--	------------	----------------	-------------------------------------

Utgiver Akvaplan-niva	Prosjektet er finansiert av Statens Forurensningstilsyn, Vervet AS, Tromsø kommune og Tromsø Havn
--------------------------	---

Forfatter(e) Lars-Henrik Larsen, Anita Evenset, Ingrid Ann Berg & Nina Skjeggstad
Tittel - norsk og engelsk Opprydding av forurenset sediment i Tromsø havn; Kartlegging av kilder til forurensning i Tromsø indre havneområde og Tromsøysund Remediation of contaminated sediments in Tromsø harbor. Mapping of sources to contamination of the Tromsø harbor and Tromsøysund.
Sammendrag – summary Det er konstatert en betydelig forurensning med miljøgifter i havneområdet i Tromsø. For å avdekke kildene til denne forurensningen er det foretatt en gjennomgang av eksisterende kunnskap om 12 ulike typer potensielle tilførselskilder. Videre er resuspensjon av eksisterende sedimentforekomster kort diskutert. Det er foretatt en tabellarisk sammenfatning og rangering av kildene etter relativt bidrag, og datagrunnlaget for de ulike kildene er kommentert. Kildene rangeres i tre grupper; Kilder som vurderes som ubetydelige, kilder der datagrunnlaget er spinkelt, men uten spesiell mistanke om alvorlige bidrag samt kilder som vil bli vurdert videre i en kommende tiltaksplan. Kartleggingen har pekt ut kloakkutslipp, skipsverft, sigevann, overvann og skipstrafikk som de mest betydningsfulle kilder til miljøgiftbelastning. Kildekartleggingen er en beskrivelse av kunnskapsnivået per dato, og vil løpende kunne oppdateres og konklusjonene revideres i takt med at flere resultater fra pilotprosjektet ”Opprydding av forurensede sedimenter i Tromsø havn” blir tilgjengelig og/eller tiltak iverksettes mot enkeltkilder.

4 emneord Miljøgifter Marine sediment Tromsø havn Kartlegging og rangering av kilder	4 subject words Contaminants Marine sediments Tromsø harbor Mapping and ranking of sources
--	--