

# Indre Oslofjord – Sammenstilling av data om miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment



## RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

|                                                                                                                  |                                                 |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| Tittel<br>Indre Oslofjord – Sammenstilling av data om miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment | Løpenr. (for bestilling)<br>6565-2013           | Dato<br>10. oktober 2013 |
|                                                                                                                  | Prosjektnr. Undernr.<br>O-13120                 | Sider Pris<br>122        |
| Forfatter(e)<br>John Arthur Berge<br>Sissel Ranneklev<br>John Rune Selvik<br>Anne Orderdalen Steen               | Fagområde<br>Miljøgifter marin                  | Distribusjon<br>Fri      |
|                                                                                                                  | Geografisk område<br>Oslo, Akershus og Buskerud | Trykket<br>NIVA          |

|                                                                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Oppdragsgiver(e)<br>Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord | Oppdragsreferanse |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

**Sammenheng**

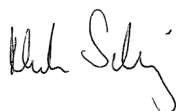
Her sammenstilles data for tilførsler av miljøgifter fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp til Indre Oslofjord. Data for forekomst av miljøgifter i overflatesediment er også sammenstilt og klassifisert i henhold til utkast til TA 3001/2012. Det knytter seg relativt stor usikkerhet til tilførselsberegningene. De største tilførslene av metaller synes å komme fra elver og tette flater. Renseanleggene var imidlertid også en betydelig bidragsyter for kobber, nikkel og sink. De atmosfæriske tilførslene og tilførslene fra overløp var med unntak for kvikksølv fra atmosfæren relativt sett små. Den største tilførselen av PCB kom fra tette flater fulgt av renseanleggene. Tilførslene av PAH var dominert av elvene og tette flater.

Totalt sett lå 13 % av registreringene av miljøgifter i overflatesediment på bakgrunnsnivå, 36 % av registreringene viste god tilstand, 16 % moderat tilstand og henholdsvis 22 % og 14 % av registreringene viste dårlig eller svært dårlig tilstand. Setter man som mål at alle sedimentstasjonene skal kunne klassifiseres til moderat miljøtilstand eller bedre betyr dette at en må gjøre tiltak knyttet til 49 % av registreringene. Hotspots ble i hovedsak kun funnet i Oslos havneområde, Bekkelagsbassenget og i et område i Leangbukta. Tiltak for å redusere tilførslene bør settes inn der tilførslene er størst, der tiltak er mulig og for de miljøgifter der problemene i fjorden anses som størst. For PCB gjøres dette trolig mest effektivt ved å redusere utslippene via tette flater. Det samme gjelder for kadmium, bly, kobber og sink, men for disse metallene er også tilførslene fra elvene betydelige.

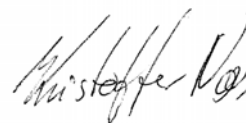
|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| Fire norske emneord | Fire engelske emneord |
| 1. Miljøgifter      | 1. Contaminants       |
| 2. Tilførsel        | 2. Input              |
| 3. Sediment         | 3. Sediment           |
| 4. Klassifisering   | 4. Classification     |



John Arthur Berge  
Prosjektleder



Morten Schaanning  
Forskningsleder



Kristoffer Næs  
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-6300-8

**Indre Oslofjord – Sammenstilling av data om  
miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i  
sediment**

## Forord

*Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord (Fagrådet) har tidligere fått gjennomført undersøkelser der miljøgifttilførsler til Indre Oslofjord fra elver, atmosfæren, tette flater, renseanlegg og overløp er beregnet. Fagrådet har også fått gjennomført en sammenstilling av nyere (<10 år) data over forekomst av miljøgifter i sediment fra Indre Oslofjord og har fått lagt dataene inn i Vannmiljø. Fagrådet ønsket å få sammenstilt all denne informasjonen i en rapport, og NIVA ble bedt om å gjennomføre sammenstillingen. Rapporten er utarbeidet med bakgrunn i et samarbeidsprosjekt mellom Fagrådet, vannområdenes prosjektledere, Fylkesmannen i Oslo, Akershus Fylkeskommune og Klif (nå Miljødirektoratet). Prosjektet er finansiert av Fagrådet med bidrag fra Fylkesmannen, Fylkeskommunen og Miljødirektoratet..*

*Beregning av tilførsler fra elver og bekker er gjennomført av Sissel Ranekleiv. Beregningene av tilførsler fra atmosfæren er gjort av Anne Orderdalen Steen. John Rune Selvik har laget de fleste figurene knyttet til miljøgifter i sediment basert på data fra Vannmiljø. Helene Lo Cascio Sætre ved Oslo Havn KF har laget figurene knyttet til forholdene etter tiltak (kapittel 4).*

*Tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp er hentet fra et notat skrevet av Oddvar Lindholm fra UMB for Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord.*

*Ved NIVA har John Arthur Berge hatt prosjektlederansvaret. Oppdragsgivers representant har vært Svanhild Fauskrud fra Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord.*

Oslo, 10. oktober 2013

*John Arthur Berge*

# Innhold

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag</b>                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>Summary</b>                                                                       | <b>10</b> |
| <b>1. Innledning</b>                                                                 | <b>11</b> |
| <b>2. Tilførsler</b>                                                                 | <b>12</b> |
| 2.1 Tilførsler av metaller og organiske miljøgifter fra elvene                       | 12        |
| 2.1.1 Beregning av tilførsler                                                        | 13        |
| 2.1.2 Elvene                                                                         | 14        |
| 2.2 Metaller                                                                         | 16        |
| 2.2.1 Tilførsler av metaller fra de ulike elvene                                     | 16        |
| 2.2.2 Metallkonsentrasjonene i de ulike elvene                                       | 18        |
| 2.3 Organiske miljøgifter                                                            | 19        |
| 2.3.1 Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i elvene                              | 19        |
| 2.3.2 Tilførsler av organiske miljøgifter fra elvene til Indre Oslofjord             | 21        |
| 2.3.3 Oppsummering tilførsler fra elvene                                             | 22        |
| 2.4 Tilførsler fra atmosfæren                                                        | 23        |
| 2.4.1 Resultater                                                                     | 23        |
| 2.4.2 Usikkerheter                                                                   | 24        |
| 2.5 Tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp                              | 24        |
| 2.6 Totaltilførsler til Indre Oslofjord                                              | 26        |
| <b>3. Overflatesediment (0-5 cm) – karakterisering av tilstand i Indre Oslofjord</b> | <b>33</b> |
| 3.1 Metaller                                                                         | 35        |
| 3.1.1 Kadmium                                                                        | 35        |
| 3.1.2 Kvikksølv                                                                      | 36        |
| 3.1.3 Bly                                                                            | 37        |
| 3.1.4 Sink                                                                           | 38        |
| 3.1.5 Kobber                                                                         | 39        |
| 3.1.6 Arsen                                                                          | 40        |
| 3.1.7 Krom                                                                           | 41        |
| 3.2 Tinnorganiske forbindelser                                                       | 42        |
| 3.3 PAH-forbindelser                                                                 | 43        |
| 3.3.1 Naftalen                                                                       | 43        |
| 3.3.2 Acenaftylen                                                                    | 44        |
| 3.3.3 Acenaften                                                                      | 45        |
| 3.3.4 Fluoren                                                                        | 46        |
| 3.3.5 Fluranten                                                                      | 47        |
| 3.3.6 Fenantren                                                                      | 48        |
| 3.3.7 Antracen                                                                       | 49        |
| 3.3.8 Pyren                                                                          | 50        |
| 3.3.9 Benzo(a)antracen                                                               | 51        |
| 3.3.10 Crysen                                                                        | 52        |
| 3.3.11 Benzo(b)fluoranten                                                            | 53        |
| 3.3.12 Benzo(k)fluoranten                                                            | 54        |
| 3.3.13 Benzo(a)pyren                                                                 | 55        |
| 3.3.14 Dibenzo(ah)antracen                                                           | 56        |
| 3.3.15 Benzo(ghi)perylene                                                            | 57        |
| 3.4 Klororganiske forbindelser                                                       | 58        |

|                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.1 PCB                                                                                                                                                      | 58         |
| 3.4.2 DDT                                                                                                                                                      | 59         |
| 3.4.3 Heksaklorbenzen                                                                                                                                          | 60         |
| 3.4.4 Heksaklorbutadien                                                                                                                                        | 61         |
| 3.4.5 Pentaklorfenol                                                                                                                                           | 62         |
| 3.4.6 Pentaklorbenzen                                                                                                                                          | 63         |
| 3.5 Perfluorerte forbindelser                                                                                                                                  | 64         |
| 3.5.1 Perfluoroktylsulfonat (PFOS)                                                                                                                             | 64         |
| 3.5.2 Perfluoroktylsyre (PFOA)                                                                                                                                 | 65         |
| 3.6 Ftalater                                                                                                                                                   | 66         |
| 3.6.1 Di(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)                                                                                                                            | 66         |
| 3.7 Sammenfatning - tilstand i overflatesediment (0-5 cm)                                                                                                      | 66         |
| <b>4. Oslos havneområde - Tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2009-2013</b>                                               | <b>76</b>  |
| 4.1.1 Kadmium                                                                                                                                                  | 78         |
| 4.1.2 Kvikksølv                                                                                                                                                | 79         |
| 4.1.3 Bly                                                                                                                                                      | 80         |
| 4.1.4 Sink                                                                                                                                                     | 81         |
| 4.1.5 Kobber                                                                                                                                                   | 82         |
| 4.1.6 Arsen                                                                                                                                                    | 83         |
| 4.1.7 Krom                                                                                                                                                     | 84         |
| 4.1.8 TBT                                                                                                                                                      | 85         |
| 4.1.9 PCB                                                                                                                                                      | 86         |
| <b>5. Kunnskapshull</b>                                                                                                                                        | <b>87</b>  |
| 5.1 Tilførsler fra elver                                                                                                                                       | 87         |
| 5.2 Tilførsler fra atmosfæren                                                                                                                                  | 87         |
| 5.3 Tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp                                                                                                        | 87         |
| 5.4 Miljøgifter i sediment                                                                                                                                     | 87         |
| <b>6. Overordnede anbefalinger vedrørende tiltak for å forbedre miljøgiftsituasjonen i Indre Oslofjord</b>                                                     | <b>89</b>  |
| <b>7. Fremtidig overvåking</b>                                                                                                                                 | <b>90</b>  |
| 7.1 Elver                                                                                                                                                      | 90         |
| 7.2 Atmosfæren                                                                                                                                                 | 91         |
| 7.3 Tette flater                                                                                                                                               | 91         |
| 7.4 Renseanlegg og overløp                                                                                                                                     | 91         |
| 7.5 Fjord                                                                                                                                                      | 91         |
| <b>8. Referanser</b>                                                                                                                                           | <b>95</b>  |
| <b>Vedlegg A. Notat fra Oddvar Lindholm</b>                                                                                                                    | <b>97</b>  |
| <b>Vedlegg B. Oslos havneområde - tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2005-2006</b>                                       | <b>106</b> |
| <b>Vedlegg C. Oslos havneområde - Tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2008-2012, i hovedsak etter gjennomførte tiltak</b> | <b>113</b> |
| <b>Vedlegg D. Klassegrenser cf. utkast til TA 3001/2012</b>                                                                                                    | <b>120</b> |

## Sammendrag

Her sammenstilles data for tilførsler av miljøgifter fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp til Indre Oslofjord. Data for forekomst av miljøgifter i overflatesediment er også sammenstilt og klassifisert i henhold til utkast til TA 3001/2012 hvor det er utarbeidet et 5-delt klassifiseringssystem (I, II, III, IV, V) basert på informasjon om stoffenes giftighet, med hovedvekt på marine sedimenter.

### Tilførsler

En oversikt over totaltilførslene til Indre Oslofjord ses i tabellene under. Det knytter seg relativt stor usikkerhet til tilførselsberegningene. Særlig gjelder dette de beregnede atmosfæriske tilførslene. Også de beregnede tilførsler fra tette flater og overløp innehar en del usikkerhet, mens tilførslene fra renseanleggene er målt og innehar mindre usikkerhet.

Usikkerheten i elvetilførslene ligger først og fremst i at en mangler målinger fra de fleste elver/bekker og at målingene som er gjort i hovedsak ikke er utført over et lengre tidsrom.

- De største totaltilførslene av metaller kom fra elver (kvikksølv, kobber, nikkel) og tette flater (krom, sink, kadmium og bly). Renseanleggene var imidlertid også en betydelig bidragsyter til tilførslene av kobber, nikkel og sink.
- De beregnede atmosfæriske tilførslene var med uttak av for kvikksølv (1,6 kg/år) relativt sett små. Beregningene må imidlertid oppfattes som minimumsverdier.
- Den største tilførselen av polyklorerte bifenyler (PCB) kom fra tette flater fulgt av renseanleggene. Tilførslene av PAH var dominert av elvene og tette flater.

*Estimat over tilførsler av metaller til Indre Oslofjord fra ulike kilder.*

| Kilder       | Hg<br>(kg/år) | Cr<br>(kg/år) | Cu<br>(kg/år) | Ni<br>(kg/år) | Zn<br>(kg/år) | Cd<br>(kg/år) | Pb<br>(kg/år) |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Elvene       | 2,2           | 398           | 2538          | 684           | 5397          | 14            | 429           |
| Atmosfærisk  | 1,6           | 24            | 100           | 37            | 792           | 7             | 168           |
| Tette flater | 2,1           | 706           | 1081          | 276           | 5534          | 19            | 544           |
| Renseanlegg  | 0,9           | 152           | 2528          | 466           | 4033          | 7             | 79            |
| Overløp      | 0,5           | 50            | 229           | 40            | 502           | 3             | 60            |

*Estimat over tilførsler av PCB7 og PAH til Indre Oslofjord fra ulike kilder.*

| Kilder       | PCB7<br>(kg/år) | PAH <sup>a</sup><br>(kg/år) |
|--------------|-----------------|-----------------------------|
| Elvene       | 0,1             | 35,5                        |
| Atmosfærisk  | 0,01            | 13,6                        |
| Tette flater | 2,1             | 20,1                        |
| Renseanlegg  | 0,8             | 5,8                         |
| Overløp      | 0,3             | 2,5                         |

<sup>a</sup>PAH16

### Sedimenter

- Alle sedimentprøver inneholdt høye nivåer av tributyltinn (TBT) (klasse 5) også prøver tatt etter gjennomførte tiltak i Oslo Havn. TBT er en forbindelse som tidligere blant annet ble brukt bunnstoff for å hindre begroing på båter/skip.
- Setter man som mål at alle sedimentstasjoner der en har analysert de øverste 5 cm av sedimentet skal kunne klassifiseres til moderat miljøtilstand eller bedre må en gjøre tiltak knyttet til 49 % av registreringene.
- Basert på gjennomsnittlig tilstandsklasse for alle målte parametere i sediment unntatt TBT kommer Bunnefjorden relativt godt ut. Dette gjelder spesielt for metaller, men også for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), med unntak av en stasjon ved Blylaget og en ved Speilodden. Den ene stasjonen i Bærumsbassenget kommer også relativt godt ut når det gjelder midlere tilstandsklasse. Stasjonen innerst i Leangbukta kommer dårlig ut med hensyn til forekomst av perfluoroktylsulfonat (PFOS) og perfluoroktylsyre (PFOA) (klasse IV). Høy PCB-konsentrasjon ble i hovedsak observert i Oslo Havneområde.
- Selv etter at de fleste planlagte tiltak er gjennomført i havneområdet ble det observert relativt høye miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentet. Dette gjelder i hovedsak i deler av Bjørvika for PAH og PCB.
- Samlet sett ut fra data fra de øverste 5 cm av sedimentet ble hotspots (her definert som stasjoner som har en gjennomsnittlig tilstandsklasse på 3,5 eller høyere, eller en samling av stasjoner med konsentrasjoner i sediment i tilstandsklasse 3 eller høyere) i hovedsak funnet i Oslos havneområde (Filipstad/Aker brygge, Bispevika, Bekklagsbassenget syd for Sjursøya og i Paddehavet) og i Leangbukta (data kun for to parametere). I Paddehavet var den dårlige miljøtilstanden i hovedsak knyttet til PAH og ikke metaller.
- Tar en med data fra Oslo havneområde fra dypereliggende sediment (0-10 cm) fra perioden 2009-2013, dvs. etter tiltak er gjennomført får en bekreftet at en i store deler av tiltaksområdet har lave konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentet. Likevel kan en identifisere 6 områder, 3 i havnebassenget og 3 i Bekklagsområdet hvor det er grupper med stasjoner med relativt høye miljøgiftkonsentrasjoner (se sammendragsfigur 1.) og som må oppfattes som «hot spots». Høye konsentrasjoner i sedimentene (klasse 3 eller dårligere) utløser nødvendigvis ikke automatisk krav om nye tiltak før eventuelt en risikovurdering etter TA2802/2011 virkelig viser at konsentrasjonen utgjør en trussel for marint liv eller human helse.

### Kunnskapshull

- Det knytter seg stor usikkerhet til tilførselsberegningene. For tilførsler fra elvene har dette sammenheng med høye deteksjonsgrenser og at det for mange bekker og elver foreligger et kunnskapshull i form av manglende måledata. For de atmosfæriske tilførslene mangler en helt analyser knyttet til Indre Oslofjord, og hverken tørravsetninger eller tilførsler fra sjø til luft (negative tilførsler) inngår i budsjettet. Når det gjelder forekomst av miljøgifter i sedimenter er det store deler av Indre Oslofjord (særlig Vestfjorden) som ikke er dekket. Det gjelder også en del småbåthavner som en ut fra erfaringer fra andre steder må oppfattes som potensielle «hot spots».

### Tiltak

- Tiltak for å redusere tilførslene bør settes inn der tilførslene er størst, der tiltak er mulig og for de miljøgifter der miljøproblemene i fjorden anses som betydelige. Tilførslene av PCB fra tette flater peker seg ut som en viktig tilførsel i dette budsjettet.
- Selv om en i dag har betydelige lagre av PCB i sedimentene i deler av havneområdet rundt Oslo ser vi det som viktig for miljøsituasjonen i Indre Oslofjord på sikt, at en reduserer tilførslene av PCB til fjorden. Dette gjøres trolig mest effektivt ved fortrinnsvis å redusere utslippene fra tette flater. Det samme gjelder for kadmium, bly, kobber og sink, men for disse metallene er også tilførslene fra elvene betydelige. Vedfyring og bruk av fossilt brennstoff er sannsynlig

hovedkildene til tilførselene av PAH. Tiltak knyttet til bruk av mer rentbrennende ovner, fyringsanlegg og motorer antas å ha størst effekt.

#### Overvåking

- Flere av elvene som har sitt utløp til Indre Oslofjord bør inkluderes i overvåkning av organiske miljøgifter. Det er viktig at det benyttes metoder som kan påvise stoffene i målbare konsentrasjoner, både metaller og organiske miljøgifter. Tilførselene av spesielt PCB fra tette flater bør følges med nøyere undersøkelser for å avklare hva som er hovedkilden til de relativt store tilførselene av PCB fra tette flater og hva en kan gjøre for å redusere disse.
- Vi anbefaler at en gjennomfører en kartlegging av forekomst av miljøgifter i sediment i Vestfjorden.
- De ofte noe høye konsentrasjonene av enkelte miljøgifter i Indre Oslofjord antas i stor grad å skyldes fjordens innelukkede karakter i kombinasjon med nærhet til en stor befolkningmengde og alt det medfører i form av utslipp av ulike slag. For å følge situasjonen videre er det svært viktig at overvåkingen som gjøres av Miljødirektoratet i Indre Oslofjord fortsetter også i årene fremover.
- Miljødirektoratet har nylig utlyst en anbudskonkurranse under tittelen «Miljøgifter i en urban fjord» der en skal bruke Indre Oslofjord som studieobjekt. I disse undersøkelser skal en i 1-2 år overvåke utlekking av kjemikalier som brukes i et tett befolket område og se på hvordan dette påvirker et fjordsystem i et bynært område (Alna, Bekkelaget, Frognerkilen). Programmet skal omfatte prøver av organismer i et marint næringsnett i Oslofjorden i tillegg til prøver av sediment, blåskjell og børstemark på utvalgte lokaliteter i fjorden. Dette vil kunne øke forståelsen for transport av miljøgifter i et næringsnett i et bynært område. For å kunne sammenligne og for å øke forståelsen ytterligere bør det vurderes om tilsvarende undersøkelser/overvåking bør gjennomføres for et område i Vestfjorden der en forventer lavere nivåer av miljøgifter.



**Sammendragsfigur.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kvikksølv i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist nedenfor. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF. I figuren er «hot spots» med høye miljøgiftkonsentrasjoner inntegnet.

- I-Bakgrunn
- II-God
- III-Moderat
- IV-Dårlig
- V-Svært dårlig

## Summary

Title: The Inner Oslofjord - Compilation of data on pollutant discharges and the occurrence of contaminants in sediment

Year: 2013

Author: John Arthur Berge, Sissel Rannekleiv, John Rune Selvik and Anne Orderdalen Steen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No 978-82-577-6300-8

---

Here we present data on the inputs of pollutants from rivers, atmosphere, urban surfaces, water treatment plants and overflows to the Inner Oslofjord. Data on contaminants in surface sediments are also presented and classified according to the draft TA 3001/2012 from the Norwegian Environment Agency (previously Norwegian Climate and Pollution agency). There are relatively large uncertainties in the input calculations. This applies particularly to the atmospheric inputs and to a lesser extent also inputs from rivers. The largest total inputs of metals came from rivers (Mercury/2,2 kg/year, copper/2538 kg/year, nickel/684 kg/year) and urban surfaces (chromium/706 kg/year, zinc/5534 kg/yr, cadmium/19 kg/ year and lead/544 kg/year). Sewage treatment plants where, however, also a significant contributors to inputs of copper (2528 kg/year) and nickel (566 kg/year) and zinc (4033 kg/year). The atmospheric inputs were relatively small (but not for mercury/1,6 kg/year) (chromium/26 kg/year, copper/100 kg/year and nickel/37kg/year). The largest input of PCBs came from urban surfaces (2,1kg/year) followed by sewage treatment plants (0,8 kg/year). Inputs of PAHs were dominated by rivers (35.5 kg/year) and urban surfaces (20.1 kg/year).

For surface sediment concentrations of metals, TBT and PAH compounds a relatively high number of registrations were recognized in the Oslofjord, while for most organochlorine compounds, perfluorinated compounds and phthalates few records were noted. Most of the stations were found in the Bunnefjord area and the Oslo Harbour, but very few stations in the Vestfjorden area. Overall, 13% of the registrations in the surface sediment (0-5 cm) could be classified to be within expected background level, 36% of registrations showed good condition, 16% moderate condition and respectively 22% and 14% of registrations showed poor or very poor condition (according to TA3001/2012). In order to achieve a situation where all these sediment stations in the fjord can be classified to be moderately polluted or better, one must make improvements related to 36% of the registrations. Based on contaminant in sediments the best environmental situation were observed in the Bunnefjord. This applies particularly for metals, but also for PAH compounds with the exception of a station at Blylaget and at Speilodden. High PCB concentrations were mainly observed in Oslo Harbour area. Overall, hotspots were mainly found in Oslo's harbor area and in Leangbukta (data only two parameters).

High concentrations of PAHs and PCBs were observed in sediments in parts of the Oslo harbor even after remediation. This applies mainly to 6 areas (3 in the harbor area and 3 in the Bekkelaget area) and these areas must still be considered as hot spots. All sediment samples contained high levels of TBT, also samples taken after remediation.

Measures to reduce the supply of contaminants should be implemented where the inputs are greatest, where action is possible and for those pollutants where environmental problems in the fjord is considered significant. The atmospheric inputs and inputs via overflows from sewage treatment plants were relatively small. For PCBs, inputs from urban surfaces dominated. It is essential for the environmental situation in the Oslofjord in the long term, that inputs of PCBs to the bay are reduced. This is probably most effectively performed by reduce emissions from urban surfaces. The same applies for cadmium, lead, copper and zinc, but for these metals inputs from rivers are also substantial.

More of the rivers and brooks that run to the Inner Oslofjord should be included in future the monitoring. It is important to use methods that can detect substances in measurable concentrations. Inputs of PCBs, especially from urban surfaces, should be monitored closely with the aim to clarify what is the main source of the relatively large inputs of PCBs from urban surfaces and what one can do to reduce them. We recommend that future monitoring of contaminants in sediments should include more stations in the Vestfjorden area.

# 1. Innledning

Vanndirektivet er et EU-direktiv som legger rammene for forvaltningen av vann. Det er innlemmet i EØS-avtalen og forpliktende for Norge gjennom vannforskriften. Hovedformålet med vanndirektivet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Vanndirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster som minimum skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Vanndirektivet forutsetter en nedbørfeltbasert og helhetlig forvaltning av vann og vassdrag. Ulike påvirkningsfaktorer må ses i sammenheng for at direktivets mål skal kunne nås i hvert nedbørfelt. Dette krever gode prosesser for samordning på tvers av både ulike påvirkere og ulike myndigheter. Direktivet stiller krav til at det gjennomføres en samordnet planleggingsprosess i hver vannregion for å utarbeide en forvaltningsplan med miljømål for hver vannforekomst, samt et tiltaksprogram med beskyttende og forbedrende miljøtiltak som skal sikre at miljømålene nås. For å få til dette må kunnskap innhentes og kartlegging, overvåking, risikovurdering og tilstandsvurderinger må foretas. Det må også utarbeides forvaltningsplaner som beskriver kunnskapsgrunnlaget og setter opp miljømål.

I denne rapporten sammenstilles data for tilførsler av miljøgifter til Indre Oslofjord og data for miljøgifter i sediment. Med Indre Oslofjord menes her sjøarealet innenfor terskelen ved Drøbak, dvs. et areal på ca. 190 km<sup>2</sup>. Rapporten er ment å gi en oppsummering av tilførselene for dermed å synliggjøre og skalere de ulike kildene til miljøgifter. Resultatene skal brukes i det videre arbeidet med tiltaksanalysene i 2013 som et ledd i oppfølging av EUs vanndirektiv i vannområdene i Indre Oslofjord. Den langsiktige målsetningen er at «god tilstand» skal oppnås i Indre Oslofjord.

For å beregne tilførsler av miljøgifter til fjordene via elver har en benyttet data som er skaffet til veie fra Oslo kommune, arbeid utført i Lysakerelva (2012) og tidligere rapporter og publiserte artikler. For atmosfæriske tilførsler er beregninger utført av NIVA benyttet. Beregningene er basert på atmosfæriske målinger fra Aust-Agder (målestasjon Birkenes). For å estimere tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp har en benyttet beregninger utført av Oddvar Lindholm (UMB).

Sedimentdataene som sammenstilles var i utgangspunktet begrenset til de som er lagt inn i Vannmiljø for Indre Oslofjord og som representerer data fra overflatesediment (0-5 cm) som er yngre enn ca. 10 år. Data fra førsituasjonen fra områder hvor det er gjort tiltak er i utgangspunktet ikke med i sammenstillingen. Etter sammenstillingen av disse data ble det imidlertid innvendt at en ikke fikk med seg data fra av Ren Oslofjord-prosjektet der en i stor utstrekning har benyttet prøver fra de øverste 10 cm av sedimentet. En innså at resultatene fra disse prøver hadde en betydelig interesse og en valgte derfor også å vise en del resultater fra slike prøver.

I rapporten er forekomst av miljøgifter i sediment klassifisert i henhold til EUs nye klassifiseringssystem som nå er tilrettelagt for norske forhold av Klif og lagt ut på høring.

I rapporten har en ut fra et totalbilde av miljøgiftsituasjonen og på et overordnet nivå kommet med anbefalinger om videre overvåking av miljøgifter i sediment og i elver som munner ut i Indre Oslofjord. Ut fra resultatene av sammenstillingene er det på et overordnet nivå gitt anbefalinger vedrørende hva en bør fokusere på med hensyn til mulige tiltak for å forbedre miljøgiftsituasjonen i Indre Oslofjord. Rapporten har en også påpekt åpenbare kunnskapshull når det gjelder forekomst av miljøgifter i sediment.

## 2. Tilførsler

### 2.1 Tilførsler av metaller og organiske miljøgifter fra elvene

Tilgang på overvåkningsdata fra elvene som renner ut i Indre Oslofjord varierer med hensyn til matrikser, parametere, hyppighet av målinger og tidsrom. Flere av elvene og bekkene som administreres av Oslo og Bærum kommune overvåkes jevnlig for generelle vannkvalitetsparametere, biologiske kvalitetselementer og miljøgifter, mens overvåkningsdata fra de andre kommunene med elver/bekker som drenerer til Indre Oslofjord er begrenset. I **Tabell 1** gis en forenklet oversikt over tilgang på data fra elver og bekker som det ville vært naturlig å benytte seg av for å beregne tilførsler av metaller og organiske miljøgifter til Indre Oslofjord. For en del av disse elvene foreligger det imidlertid ikke data for å beregne tilførslene og en har vært nødt til å benytte vannføring og data fra andre elver for å estimere tilførslene.

**Tabell 1.** Oversikt over tilgang på data for vannføring, metaller og organiske miljøgifter i vannfase fra ulike elver som drenerer til Indre Oslofjord. Detaljert oversikt over hvilke metaller og organiske miljøgifter som det finnes data på er gitt i **Tabell 3** og **Tabell 7**.

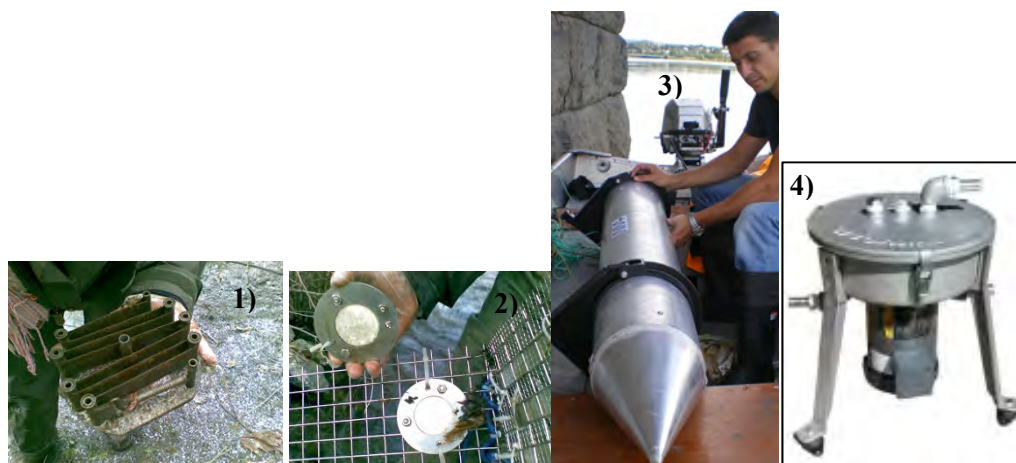
| Elv             | Vannføring måles | Vannkjemi | Metaller | Organiske miljøgifter                       |
|-----------------|------------------|-----------|----------|---------------------------------------------|
| Akerselva       | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Noe data.                                   |
| Hovinbekken     | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Et datasett, og 3 målinger ved ulik årstid. |
| Lysakerelva     | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Kun et datasett fra 2012.                   |
| Mærradalsbekken | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Nei                                         |
| Alna            | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Noe data.                                   |
| Frognerelva     | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Nei                                         |
| Hoffselva       | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Nei                                         |
| Ljanselva       | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Nei                                         |
| Sandvikselva    | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Mest omfattende datasett (+ Øverlandselva)  |
| Øverlandselva   | Ja               | Ukentlig  | Ja       | Mest omfattende datasett (+ Sandvikselva)   |
| Årungseltva     | Ja               | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |
| Gjersjøelva     | Ja               | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |
| Askerelva       | Ja               | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |
| Neselva         | Ja               | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |
| Åroselva        | Nei              | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |
| Bøbekken        | Nei              | Sporadisk | Nei      | Nei                                         |

Omfanget av overvåkningsdata av metaller er større enn for organiske miljøgifter. Dette har mest sannsynlig sammenheng med at prøvetakning og analyser av metaller er lettere å utføre og atskillig rimeligere i forhold til de organiske miljøgiftene.

Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i vannsøyla er ofte lave og under deteksjonsgrensen til den kjemiske analysemetoden som laboratoriene benytter. Dette medfører at ved konvensjonell prøvetakning («fyll opp en flaske») vil målte konsentrasjoner ofte være under deteksjonsgrensen. For å måle detekterbare (påvisbare) konsentrasjoner av organiske miljøgifter i vannsøyla må alternative prøvetakningsmetodikk anvendes. Metoder som ofte benyttes innebærer ulike oppkonsentreringsteknikker i felt, slike som f.eks. passive prøvetakere, høyvolumsprøvetakere og sedimentfeller. I Norge har det vært flere ulike forvaltningsrettede prosjekter som har benyttet seg av ulike former for alternativ prøvetakningsmetodikk (Allan mfl., 2009; Rannekleiv mfl., 2009; Allan mfl., 2010; Allan mfl., 2011; Rannekleiv mfl., 2011).

De ulike prøvetakningsmetodikkene vil måle forskjellige fraksjoner i vannsøyla. De passive prøvetakere vil måle den fraksjonen av miljøgifter som er fri og ikke bundet til f.eks. partikler eller humusmateriale, den labile

fraksjonen. Høyvolumsprøvetakere som sedimentfeller og kontinuerlige vannstrømssentrifuger vil måle den fraksjonen som er bundet til partikler. I tillegg har alternative prøvetakningsmetoder den fordelen at de plasseres ut i felt over et lengre tidsrom, slik at tidsvariasjoner fanges opp og et større volum av vannmassene prøvetas. For å få et godt mål på tilførsler fra en elv til sjø, bør konsentrasjonene i både den frie fasen og det som er partikkelbundet bestemmes. Et utvalg av passive prøvetakere og høyvolumsprøvetakere er vist i **Figur 1**.



**Figur 1.** Ulike typer passive prøvetakere av typen 1) SPMD (semipermeable membran device) og 2) POCIS (polar organic chemical integrative sampler), samt høyvolumsprøvetakere 3) sedimentfelle og 4) kontinuerlig vannstrømssentrifuge (vann pumpes fra peristaltisk pumpe til sentrifuge som roterer).

### 2.1.1 Beregning av tilførsler

Beregning av tilførsler av metaller og organiske miljøgifter fra elvene til Indre Oslofjord er utført etter følgende formel:

$$\text{Tilførsel} = Q_r * C_r \quad (\text{Formel 1})$$

$Q_r$  = gjennomsnittlig årlig vannføring i elva

$C_r$  = gjennomsnittlig årlig konsentrasjon målt i prøver

Dette er en forenklet beregningsmetode for tilførsler. I Klifs elvetilførselsprogram RID vekter man transportberegningene i forhold til vannføringen og konsentrasjonen prøvetakningsdagen med halvparten av dagantallet mellom forrige og neste prøvetakning (Skarbøvik mfl., 2011). Ved å gjøre det på denne måten demper man feilkilder under flom-situasjoner for forbindelser hvor konsentrasjoner er positivt korrelerte til vannføringen.

I våre beregninger vil arealene som ligger nedstrøms målestasjonene ikke inkluderes i beregningene, da de fleste målestasjonene ligger et stykke oppstrøms utløpet for å forsikre seg om at man ikke får innslag av sjøvann i målingene. I RID-programmet beregnes tilførsler fra «ikke-målte» nedbørsfelt og direkteutslipp nedstrøms prøvetakningspunkt ved hjelp av modellen TEOTIL (Skarbøvik mfl., 2011). Tilførslene vi beregner vil da være underestimerte, da nedre del av vassdraget ikke inkluderes i målingene.

RID-programmet omfatter metaller og organiske miljøgifter, og i 2011 var 100 % av målingene av Lindan og PCB7 under deteksjonsgrensen samt 82 % av Hg-målingene (Skarbøvik mfl., 2011). I følge kvalitetsprinsipper i RID-programmet bør minst 70 % av konsentrasjonene som legges til grunn for beregningene være over deteksjonsgrensen (PARCOM, 1993). Tilførselsberegninger hvor 70 % eller mer av prøvene var under deteksjonsgrensen er angitt med < i videre tabeller i denne rapporten. I RID-programmet angis en øvre og nedre grense over tilførsler, og man har her operert med deteksjonsgrensen for metoden som nedre grense på tilførsler av de ulike forbindelsene. Håndtering av målte konsentrasjoner under deteksjonsgrensen er generelt utfordrende, og det er mange ulike måter dette ivaretas på. I henhold til et datterdirektiv til Vanddirektivet, Direktiv 2009/60/EC (Directive 2009/90/EC, 2009) som angir kvalitetsprinsipper for valg av analysemetoder og vurderinger av analyseresultater anbefaler de at målte konsentrasjoner under deteksjonsgrensen håndteres etter følgende prinsipper:

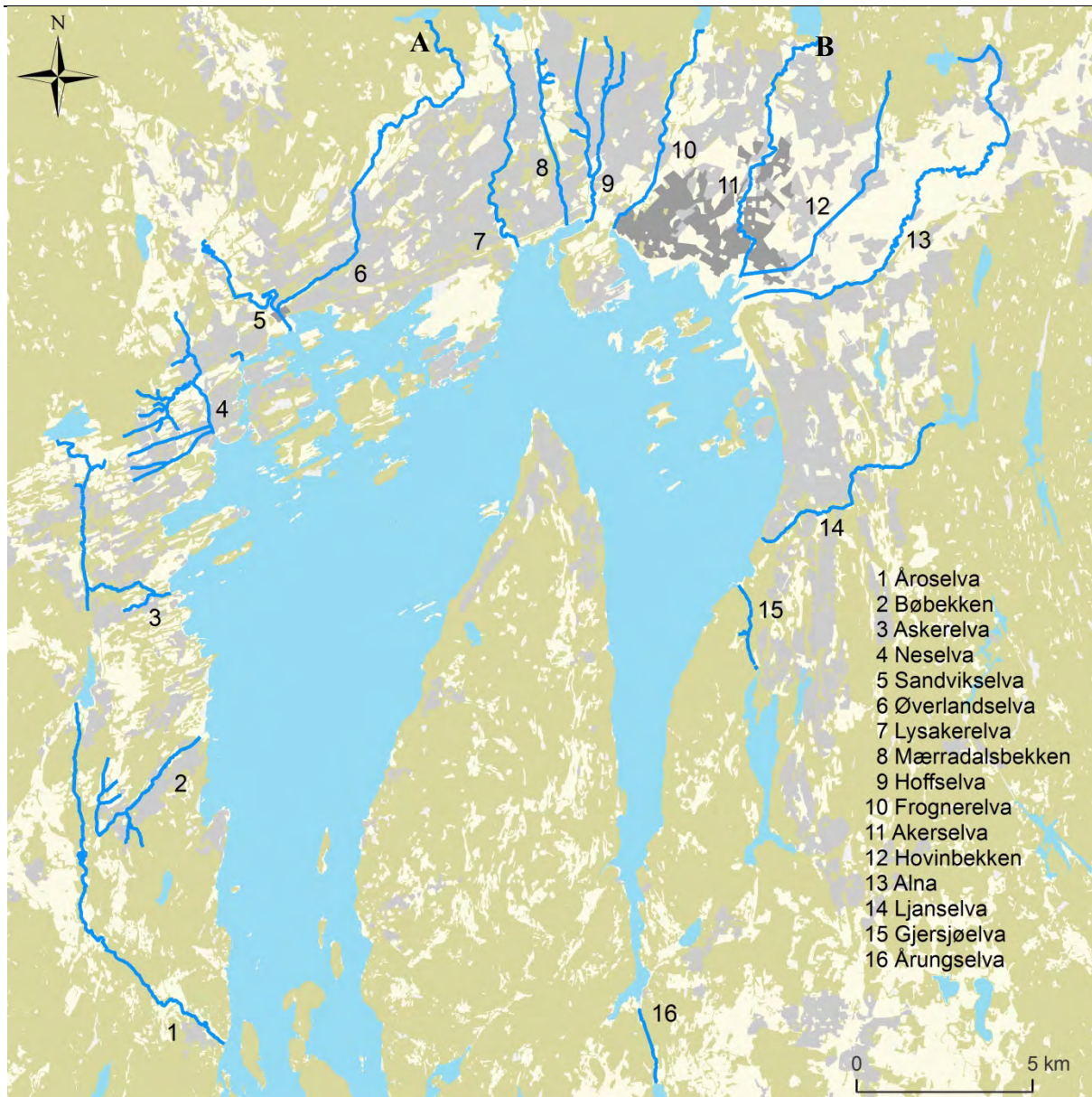
- For forbindelser som oppgis og omhandles som enkeltforbindelser skal  $\frac{1}{2}$  deteksjonsgrense benyttes.
- For forbindelser som oppgis og omhandles som summer, f.eks. PCB7, PAH16, så skal de individuelle forbindelsene (isomerene, kongenerne) som er målt til under deteksjonsgrensen oppgis til konsentrasjon lik null.

I denne rapporten er målte konsentrasjoner som er påvist under deteksjonsgrensen behandlet etter dette prinsippet i størst mulig grad. Det vil fremkomme i tabeller/tekst dersom andre prinsipper er lagt til grunn for beregningene.

Analysedata over metaller og spesielt organiske miljøgifter fra de fleste mindre elvene manglet. Tilførsler fra disse elvene til Indre Oslofjord ble estimert » på grunnlag av konsentrasjoner fra elver hvor man hadde måldata. Gjennomsnittsverdiene ble deretter multiplisert med vannføring som vist i **Formel 1** for å få et mål på tilførslene til Indre Oslofjord.

### 2.1.2 Elvene

Data over konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter manglet fra de fleste elvene som burde vært lagt til grunn for beregningene (**Tabell 1**). Kart som viser disse elvene er vist i **Figur 2**, mens bakgrunnsinformasjon om elvene er gitt i **Tabell 2**. For plassering av kommunale målestasjonene og ytterligere informasjon om elvene i Oslo henvises det til fagrapporter som gis ut årlig av Vann- og avløpsetaten (VAV) i Oslo kommune (Beschoner, 2012). Informasjon om Øverlandselva og Sandvikselva og målestasjonene er gitt av Ranneklev mfl., (2011). Generelt er målestasjonene plassert et stykke fra utløpet av elvene for å forhindre innslag av sjøvann.



**Figur 2.** Kart over de viktigste elvene og bekkene som renner til Indre Oslofjord.

**Tabell 2.** Elvenes lengde, vannføring og nedbørsfelt. Data fra <http://vann-nett.nve.no>.

| Elv             | Vannforekomst ID | Lengde (km) | Gj. årlig vannføring (l/s) | Nedbørsfelt                       |
|-----------------|------------------|-------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Akerselva       | 006-11-R         | 8.2         | 3000 <sup>a</sup> (2612)   | Middels (10-100 km <sup>2</sup> ) |
| Hovinbekken     | 006-25-R         | 11.0        | 180 <sup>a</sup> (189)     | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Lysakerelva     | 007-12-R         | 9.3         | 4000 <sup>a</sup> (3507)   | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Mærradalsbekken | 007-11-R         | 6.5         | 90 <sup>a</sup> (157)      | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Alna            | 006-24-R         | 18.2        | 1400 <sup>a</sup> (1215)   | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Frognerelva     | 006-6-R          | 10.6        | 400 <sup>a</sup> (333)     | Middels (10-100 km <sup>2</sup> ) |
| Hoffselva       | 007-2-R          | 12.6        | 300 <sup>a</sup> (271)     | Middels (10-100 km <sup>2</sup> ) |
| Ljanselva       | 006-16-R         | 19.2        | 450 <sup>a</sup> (389)     | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Sandvikselva    | 008-30-R         | 10.7        | 3200 <sup>b</sup> (3849)   | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Øverlandselva   | 008-28-R         | 12.0        | 300 <sup>b</sup> (510)     | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Årungseltva     | 005-33-R         | 3.4         | (998) <sup>c</sup>         | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Gjersjøelva     | 005-14-R         | 4.0         | (1024) <sup>d</sup>        | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Askerelva       | 009-03-R         | 36.4        | (1508) <sup>e</sup>        | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Neselva         | 008-43-R         | 18.9        | (1324) <sup>e</sup>        | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Åroselva        | 009-26-R         | 15.46       | Ikke data                  | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |
| Bøbekken        | 009-43-R         | 15.5        | Ikke data                  | Små (< 10km <sup>2</sup> )        |

<sup>a</sup> data fra VAV (<http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no>), data fra 1991-2011, <sup>b</sup> data fra 2010 gitt fra Bærum kommune ved Brit Aase, <sup>c</sup> fra Bioforsk, <sup>d</sup> fra NIVA, <sup>e</sup> fra Asker kommune. Vannføring angitt i parentes er verdier som har blitt benyttet for tilførselsberegningene.

## 2.2 Metaller

En oversikt over metallene som inngår i tilførselsberegningene fra Osloelvene er vist i **Tabell 3**. Alle metallanalysene er utført ved VAVs eget laboratorium, og det er benyttet akkrediterte metoder. Prøvene er ufiltrerte, men totaloppsluttet i autoklav. Videre informasjon om analyseprinsipper og deteksjonsgrenser er vist i **Tabell 3**. Oversikt over analysemetoder og deteksjonsgrenser for metallanalyser fra Sandvikselva og Øverlandselva er gitt i Ranneklev mfl., (2011).

**Tabell 3.** Metaller og analysemetoder med tilhørende deteksjonsgrenser som inngår i tilførselsberegningene fra Osloelvene.

| Metall | Analysemetode   | Deteksjonsgrense |
|--------|-----------------|------------------|
| Hg     | Atomfluorescens | 0.005 µg/l       |
| Cr     | Grafittovn      | 1.0 µg/l         |
| Cu     | ICP-AES         | 0.003 mg/l       |
| Ni     | Grafittovn      | 1.0 µg/l         |
| Zn     | ICP-AES         | 0.01 mg/l        |
| Cd     | Grafittovn      | 0.01 µg/l        |
| Pb     | Grafittovn      | 0.2 µg/l         |

### 2.2.1 Tilførsler av metaller fra de ulike elvene

Beregnete tilførsler av metaller fra elvene er vist i **Tabell 4**. Noen av elvene har overvåkningsdata fra 1980-tallet, men data fra siste år ble valgt ut. Konsentrasjoner og vannføring fra elvene i Oslo er gitt av VAV. Kommunen tar ut vannføringsproporsjonale ukesblandprøver fra de ulike målestasjonene, mens vannføringen måles kontinuerlig og gjennomsnitt per uke beregnes. For noen av elvene er prøver tatt ut «på langs», dvs. at man tar prøver på

forskjellige lokaliteter langs vassdraget. Prøvene ble tatt som stikkprøver tre ganger i tørrvær. For måledata fra Sandviksvassdraget henvises det til rapport fra (Rannekleiv mfl., 2011). Data her var en blanding av vannføringsproporsjonale prøver og stikkprøver, fra målestasjoner og i vassdraget.

**Tabell 4.** Tilførsler av metaller fra elvene til Indre Oslofjord og årstall for datainnhenting. Gjennomsnittlig årlig vannføring (Q) i eleven er angitt. <, indikerer at 30 % av analyserte prøver eller flere var under deteksjonsgrensen.

| Elv                               | Hg<br>(kg/år)   | Cr<br>(kg/år)   | Cu<br>(kg/år)    | Ni<br>(kg/år)   | Zn<br>(kg/år)    | Cd<br>(kg/år)  | Pb<br>(kg/år)   | Q<br>(l/s)   |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|--------------|
| Akerselva<br>(2010)               | <0,4            | <46,2           | 415,1            | 76,2            | 995,9            | 2,4            | 75,2            | 2612         |
| Hovinbekken<br>(2010)             | <0,1            | <21,3           | 131,4            | 30,2            | 367,7            | 0,4            | 28,0            | 189          |
| Lysakerelva<br>(2011)             | <0,4            | <95,1           | <379,5           | <154,9          | <1193,8          | <3,1           | <86,1           | 4384         |
| Mærradalsbekken<br>(2011)         | <0,1            | <11,6           | 71,5             | 21,6            | <145,5           | 0,3            | 16,6            | 157          |
| Alna på langs<br>(2010)           | <0,1            | <19,2           | 206,9            | <29,6           | <247,8           | 0,9            | 17,2            | 1215         |
| Frognereelva på langs<br>(2011)   | <0,03           | <7,2            | <47,4            | <18,4           | <85,6            | <0,2           | 7,2             | 404          |
| Hoffselva på langs<br>(2011)      | <0,02           | <4,1            | 57,9             | <4,9            | <41,0            | 0,3            | <2,0            | 260          |
| Ljanselva på langs<br>(2010)      | <0,03           | <6,1            | 57,2             | <13,2           | <65,4            | <0,2           | <3,1            | 389          |
| Sandviksvassdraget<br>(2009-2010) | <0,3            | <57,6           | 241,9            | 103,0           | 429,3            | 2,2            | 45,4            | 3200         |
| <b>Sum</b>                        | <b>&lt; 1,6</b> | <b>&lt; 268</b> | <b>&lt; 1609</b> | <b>&lt; 452</b> | <b>&lt; 3572</b> | <b>&lt; 10</b> | <b>&lt; 281</b> | <b>12810</b> |

Fra **Tabell 4** ser man at Lysakerelva generelt har de høyeste tilførslene av metaller, noe som i stor grad skyldes den høye vannføringen, da konsentrasjoner av de fleste metaller i Lysakerelva var under deteksjonsgrensen (merket med <). Fra tabellen over og **Tabell 6** ser vi at Hovinbekken har høye konsentrasjoner av metaller, da tilførslene blir store i forhold til den lave vannføringen. Videre ser vi at spesielt konsentrasjonene av Cu, Zn, Cd og Pb var høyere i Akerselva enn i Lysakerelva.

For å gi et estimat over tilførsler av metaller fra de andre elvene som har sitt utløp i Indre Oslofjord ble gjennomsnittskonsentrasjoner fra Oslo- og Bærumselvene lagt til grunn. Gjennomsnittskonsentrasjoner ble videre multiplisert med vannføringen i de resterende elvene hvor vi har vannføringsdata og tilførsler beregnet. Resultater er vist i **Tabell 5**.

**Tabell 5.** Beregnede tilførsler av metaller fra elvene til Indre Oslofjord.

| Elv                                                    | Hg<br>(kg/år) | Cr<br>(kg/år) | Cu<br>(kg/år) | Ni<br>(kg/år) | Zn<br>(kg/år) | Cd<br>(kg/år) | Pb<br>(kg/år) |
|--------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Beregnet for resterende elver<br>med «sjablongverdier» | 0,6           | 129           | 929           | 232           | 1825          | 4             | 148           |
| Oslo/Bærumselver                                       | 1,6           | 268           | 1609          | 452           | 3572          | 10            | 281           |
| <b>Total</b>                                           | <b>2,2</b>    | <b>397</b>    | <b>2538</b>   | <b>684</b>    | <b>5397</b>   | <b>14</b>     | <b>429</b>    |

### 2.2.2 Metallkonsentrasjonene i de ulike elvene

Klassegrenser for vurdering av forurensningstilstand av metaller har eksistert lengre og dekket flere matrikser enn for organiske miljøgifter. For ferskvann og organiske miljøgifter har man stort sett benyttet seg av klassifiseringsverktøy som er utviklet for marine resipienter (Bakke mfl., 2012), da Klifs klassifiseringssystem kun har utviklet klassegrenser for metaller i ferskvann (Andersen mfl., 1997). Ved innføringen av EQS-direktivet (Directive 2008/105/EC, 2008) fikk man også tilgang til klassegrenser for organiske miljøgifter i ferskvann. I Klifs klassifiseringssystem for ferskvann operer man med 5 klassegrenser med tilhørende fargekoder:

| Tilstandsklasse | I<br>Bakgrunnsnivå | II<br>God | III<br>Moderat | IV<br>Dårlig | V<br>Svært dårlig |
|-----------------|--------------------|-----------|----------------|--------------|-------------------|
| Fargekode       |                    |           |                |              |                   |

I EQS-direktivet er det kun utviklet klassegrenser for 4 metaller. I dette systemet vil konsentrasjoner over miljøkvalitetsstandarder, såkalte environmental quality standards (EQS-verdier), klassifiserer vannforekomsten til «ikke god kjemisk tilstand». EQS-verdiene som benyttes ses nedenfor:

| Metall | EQS-verdi<br>(µg/l) |
|--------|---------------------|
| Cd     | 0.08-0.25           |
| Pb     | 7.2                 |
| Hg     | 0.05                |
| Ni     | 20                  |

I **Tabell 6** vises klassegrenser for målte gjennomsnittskonsentrasjoner av metallene i elvene.

**Tabell 6.** Konsentrasjoner av metaller i elvene. < indikerer at 30 % analyserte prøver eller fler var under deteksjonsgrensen. Konsentrasjonene er klassifisert iht. Andersen mfl., 1997.

| Elv                         | Hg<br>(µg/l) | Cr<br>(µg/l) | Cu<br>(mg/l) | Ni<br>(µg/l) | Zn<br>(mg/l) | Cd<br>(µg/l) | Pb<br>(µg/l) |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Akerselva (2010)            | <0,004       | <0,5         | 0,005        | 0,98         | 0,012        | 0,028        | 0,70         |
| Hovinbekken (2010)          | <0,010       | <2,7         | 0,019        | 4,38         | 0,051        | 0,062        | 3,60         |
| Lysakerelva (2011)          | <0,003       | <0,6         | <0,002       | <1,20        | <0,008       | 0,015        | 0,38         |
| Mærradalsbekken (2011)      | <0,008       | <1,5         | 0,010        | 2,96         | <0,019       | 0,042        | 2,08         |
| Alna på langs (2010)        | <0,003       | <0,5         | 0,005        | <0,77        | <0,006       | 0,023        | 0,45         |
| Hoffselva på langs (2011)   | <0,003       | <0,5         | 0,007        | 0,60         | <0,005       | 0,038        | 0,247        |
| Frognerelva på langs (2011) | <0,003       | <0,6         | <0,004       | <1,44        | <0,007       | <0,017       | 0,56         |
| Ljanselva på langs (2010)   | <0,003       | <0,5         | 0,005        | <1,07        | <0,005       | 0,014        | 0,25         |
| Sandvikselva (2009-10)      | <0,0015      | <0,34        | 0,0014       | 0,62         | 0,0027       | 0,01         | 0,21         |
| Øverlandselva (2009-10)     | <0,0019      | <0,72        | 0,0023       | 1,14         | 0,0035       | 0,02         | 1,20         |

Konsentrasjonen av Hg og Cr var under deteksjonsgrensen i mer enn 30 % av de analyserte prøvene i alle elvene. Beregninger av tilførsler fra dette datamaterialet vil da være usikkert.

Totalt sett ble de høyeste konsentrasjoner observert i Hovinbekken (Tabell 6). Tabellen viser at konsentrasjonene av spesielt Cu var noe forhøyede i elvene, tilsvarende klasse IV og V. Årsaken til forhøyede konsentrasjoner av Cu kan være flere. Kobber er et grunnstoff som finnes i mineraler og bergarter. I dag benyttes kobber som termiske- og elektriske ledere, i vannledninger, i bygningsmateriale (impregnert trevirke) og i en rekke legeringer. Kobber har også vært benyttet som antibegroingsmiddel i maling og på merder og i landbruket. Forhøyede konsentrasjoner i vassdrag er ofte forårsaket av gruveaktivitet ([www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)), men er tvilsomt en betydelig kilde for Indre Oslofjord. Konsentrasjonene av Cd, Pb, Hg og Ni var alle under EQS-verdier.

## 2.3 Organiske miljøgifter

Det er begrensede resultater over forekomst og konsentrasjoner av organiske miljøgifter fra elvene som renner ut i Indre Oslofjord. En oversikt over arbeider med informasjon om stoffer og metoder som ble benyttet i de ulike elvene er vist i **Tabell 7**.

**Tabell 7.** Oversikt over arbeider med tilhørende informasjon over målinger av organiske miljøgifter i vannsøyla i elver som renner ut i Indre Oslofjord. Resultatene i Lysakerelva fra 2012 er presentert i denne rapport. For videre informasjon om innsamling av data fra dette arbeidet se vedlegg. Arbeid knyttet til fosfororganiske flammehemmere i Alna 2013 er under trykking som artikkel.

| Elv                                                                                                                                 | Årstall | Stoffer                                                                                                                                 | Metodikk                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Alna <sup>1</sup>                                                                                                                   | 2013    | Fosfororganiske flammehemmere                                                                                                           | Screening, passive prøvetaker                             |
| Lysakerelva <sup>2</sup>                                                                                                            | 2012    | PCB7, PAH, klorerte pesticider, PBDE                                                                                                    | Passive prøvetakere og kontinuerlig vannstrøms sentrifuge |
| Sandvikselva, Øverlandselva <sup>3</sup>                                                                                            | 2011    | PCB7, PAH16, klorerte pesticider, tinnorganiske forbindelser, alkylfenoler                                                              | Passive prøvetakere og kontinuerlig vannstrøms sentrifuge |
| Alna <sup>4</sup>                                                                                                                   | 2011    | PCB7, PAH                                                                                                                               | Passive prøvetakere                                       |
| Alna, Akerselva <sup>5</sup>                                                                                                        | 2009    | PCB7, dioksinlignende PCB, HBCD, BDE, perfluorerte organiske forbindelser                                                               | Passive prøvetakere og kontinuerlig vannstrøms sentrifuge |
| Alna <sup>6</sup>                                                                                                                   | 2009    | Polare persistente organiske forbindelser                                                                                               | Vannprøve, screening for div. polare forbindelser         |
| Akerselva, Hovinbekken, Alna <sup>7</sup>                                                                                           | 2005    | PAH, PCB7, tinnorganiske forbindelser, ftalater, alkylfenoler, Bisfenol A                                                               | Vannprøve, filtrert vann, passive prøvetakere             |
| Ljanselva, Alna (Loelva), Akerselva, Frognerelva, Hoffselva, Mærradalsbekken, Lysakerelva, Sandvikselva, Øverlandselva <sup>8</sup> | 1995    | PAH, PCB7 (for de fleste elvene er konsentrasjonene av PAH og PCB målt i Akerselva og verdier er benyttet til beregning av tilførsler). | Vannprøver                                                |

<sup>1</sup> akseptert for trykking i internasjonalt tidsskrift, kun semi-kvantitativt, <sup>2</sup> arbeid utført i forprosjekt for Fagrådet, ingen rapport, <sup>4</sup>(Allan & Ranneklev, 2011) <sup>5</sup>(Ranneklev mfl., 2009), <sup>6</sup>(Loos mfl., 2009) <sup>7</sup>(Weideborg mfl., 2005) <sup>8</sup>(Stene-Johansen & Samdal, 1995)

### 2.3.1 Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i elvene

I **Tabell 8** vises målte konsentrasjoner av PAH, PCB7, klorerte pesticider, PBDE, organisk tinn, ftalater og Bisfenol A i elvene som har blitt målt under ulike prosjekter.

**Tabell 8.** Målte konsentrasjoner av utvalgte organiske miljøgifter i elvene. ID betyr at en ikke har data. < betyr at en eller flere av forbindelsene ble målt i konsentrasjoner under deteksjonsgrensen.

| Elv                                                                                                                                                   | PAH                                                                 | PCB7                                                                  | Klorerte pesticider                                | PBDE                                              | Organisk tinn<br>(TBT, DBT, MBT, TPT) | Ftalat<br>(DINP <sup>1</sup> og DEHP <sup>2</sup> ) | Bisfenol A                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Lysakerelva <sup>a</sup>                                                                                                                              | <46 ng/l<br>(fri fraksjon)<br><br><1833 (µg/kg t.v. fra sentrifuge) | < 155 pg/l<br>(fri fraksjon)<br><br>< 6.0 (µg/kg t.v. fra sentrifuge) | < 8-96 pg/l<br>(fri fraksjon, enkelt forbindelser) | <2-18 pg/l<br>(fri fraksjon, enkelt forbindelser) | ID                                    | ID                                                  | ID                               |
| Sandvikselva,<br>Øverlandselva <sup>b</sup>                                                                                                           | 9-37 ng/l<br>(fri fraksjon PAH16)                                   | 25-129 pg/l<br>(fri fraksjon)                                         | 7-79 pg/l<br>(fri fraksjon, enkelt forbindelser)   | ID                                                | < 111 pg/l<br>(fri fraksjon)          | ID                                                  | ID                               |
| Alna <sup>c</sup>                                                                                                                                     | 0.033-9.3 ng/l<br>(fri fraksjon, enkelt forbindelser)               | 70.6-107 ng/l<br>(fri fraksjon)                                       | ID                                                 |                                                   | ID                                    | ID                                                  | ID                               |
| Alna, Akerselva <sup>d</sup>                                                                                                                          | ID                                                                  | 70.6-107 ng/l<br>(fri fraksjon)                                       | ID                                                 | ID                                                | ID                                    | ID                                                  | ID                               |
| Alna <sup>e</sup> (se funn av andre forbindelser nederst)                                                                                             | ID                                                                  | ID                                                                    | ID                                                 | ID                                                | ID                                    | ID                                                  | 40 ng/l                          |
| Akerselva,<br>Hovinbekken, Alna <sup>f</sup>                                                                                                          | 0.007-0.31 µg/l<br>(partikkel kons.)                                | 0.001-0.008 µg/l<br>(partikkel kons.)                                 | ID                                                 | 0.01 µg/l<br>(tot. kons.)                         | 0.02-0.078 µg/l<br>(tot. kons.)       | 0.57-4.4 µg/l<br>2.3-10 µg/l                        | 0.046-0.242 µg/l<br>(tot. kons.) |
| Ljanselva, Alna<br>(Loelva), Akerselva,<br>Frognerelva, Hoffselva,<br>Mærradalsbekken,<br>Lysakerelva,<br>Sandvikselva,<br>Øverlandselva <sup>g</sup> | 66.5-168.8 ng/l<br>(tot. kons.)                                     | 0.19-1.76 ng/l<br>(tot. kons.)                                        | ID                                                 | ID                                                | ID                                    | ID                                                  |                                  |

<sup>a</sup> Arbeid utført tidligere for fagrådet, ingen rapport, <sup>b</sup>(Rannekleiv mfl., 2011), <sup>c</sup>(Allan & Rannekleiv, 2011), <sup>d</sup>(Rannekleiv mfl., 2009), <sup>e</sup>(Loos mfl., 2009) i tillegg ble det gjort funn av høye konsentrasjoner av Ibuprofen og perfluorerte forbindelser, <sup>f</sup>(Weideborg mfl., 2005) og <sup>g</sup>(Stene-Johansen & Samdal, 1995)

### 2.3.2 Tilførsler av organiske miljøgifter fra elvene til Indre Oslofjord

Tilførselsberegninger av organiske miljøgifter fra Sandviksvassdraget er det mest komplette datasettet i Norge, da målinger er utført med alternativ prøvetakningsmetodikk tre til fire ganger i løpet av en sesong (Rannekleiv mfl., 2011). For Osloelvene er datamaterialet mer fragmentert, man har benyttet seg av ulike prøvetakningsmetoder, data representerer kun en episode og nyere data er hovedsakelig fra den frie fraksjonen fra passive prøvetakere slik at partikkelbundne organiske miljøgifter ikke er analysert. I tillegg til Sandviksvassdraget, eksisterer det et datasett til fra Lysakerelva (2012) hvor både passive prøvetakere og partikkelbundne organiske miljøgifter fra sentrifugedata er analysert. Tilførselsberegninger fra Sandviksvassdraget og Lysakerelva er vist i **Tabell 9**.

**Tabell 9.** Tilførselsberegninger fra Sandviksvassdraget og Lysakerelva. < i kursiv grå indikerer at en eller flere av forbindelsene ble målt i konsentrasjoner under deteksjonsgrensen, og deteksjonsgrensen ble her benyttet som målte konsentrasjoner. Konsentrasjoner målt i Lysakerelva kan muligens være noe overestimerte pga. lav opptaksrate i de passive prøvetakerne. Reelle tilførsler vil da være i underkant av disse verdiene. IA, ikke analysert.

| Elv                                         | PAH 16<br>(g/år) | PCB7<br>(g/år) | Klorerte pesticider<br>(g/år) | PBDE |
|---------------------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Sandviksvassdraget (2009-2010) <sup>a</sup> | <5935            | <14            | <35                           | IA   |
| Lysakerelva 2012 <sup>b</sup>               | <7929            | <27            | <33                           | <39  |

<sup>a</sup>(Rannekleiv mfl., 2011), <sup>b</sup> For Fagrådet 2012

Beregnete tilførsler av PAH fra Lysakerelva for 2012 er tilsvarende verdier funnet for Sandviksvassdraget 2009-2010. Weideborg mfl. (2005) beregnet tilførsler av PAH fra Alna, Akerselva og Hovinbekken til å være 6,7-14 kg per år. En sammenligning mot Lysakerelva som har tilsvarende vannføring som disse elvene til sammen gir en tilførsel som ligger i nedre del av deres beregninger. Lysakerelva forventes å være betydelig mindre belastet med PAH-forbindelser enn disse mer urbane elvene, og samtidig har utslippet av PAH avtatt i Norge ([www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)) generelt. Nye målinger av Alna som skal utføres i Klifs RID-program med passive prøvetakere og sentrifuge i 2013 i fire runder vil gi ny informasjon om tilførsler fra Alna.

For beregninger av tilførsler av organiske miljøgifter fra de andre elvene til Indre Oslofjord ble datasettet fra Sandviksvassdraget og Lysakerelva lagt til grunn, som såkalte «sjablongverdier». Gjennomsnittskonsentrasjoner fra disse datasettene ble benyttet og multiplisert med vannføringen i de resterende elvene hvor vi har vannføringsdata (**Tabell 2**). Beregnede tilførsler av PAH16 og PCB7 er vist i **Tabell 10**.

**Tabell 10.** Beregnede tilførsler av PAH16 og PCB7 fra elvene til Indre Oslofjord.

| Elv                            | PAH 16<br>(g/år) | PCB7<br>(g/år) |
|--------------------------------|------------------|----------------|
| Sandviksvassdraget (2009-2010) | 5935             | 14             |
| Lysakerelva 2012               | 7929             | 27             |
| Beregnet for resterende elver  | 21637            | 69             |
| <b>Total</b>                   | <b>35501</b>     | <b>110</b>     |

Tilsvarende beregninger ble utført av Stene-Johansen og Samdal (1995). De beregnet tilførsler av PAH fra Sandviksvassdraget til å være det største av elvene med 11,3 kg/år og tilførslene var betydelig mindre enn Lysakerelva (5,3 kg/år), noe som ikke stemmer overens med funnene våres. Her benyttet de den samme konsentrasjonen som ble målt i Akerselva for å beregne tilførsler fra Sandviksvassdraget, noe som muligens kan gi feilaktige resultater. Bergende tilførsler som vist i

**Tabell 10** er utført etter samme prinsipp og vil derfor være meget usikre. Det må understrekes ytterligere at beregnede tilførsler av metaller og organiske miljøgifter til indre Oslofjord er meget usikre, bl.a. på grunn av bruk av sjablongverdier, flere av metallene og stoffene ble målt i konsentrasjoner under deteksjonsgrensen, begrenset data av spesielt forekomst/sesongvariasjoner av organiske miljøgifter, usikkerheter/manglende vannføringsdata, samt at tilførsler nedstrøms målestasjonene ikke er inkludert. Det må understrekes ytterligere at beregnede tilførsler av metaller og organiske miljøgifter til indre Oslofjord er meget usikre, bl.a. på grunn av bruk av «sjablongverdier», flere av metallene og stoffene ble målt i konsentrasjoner under deteksjonsgrensen, begrenset data av spesielt forekomst/sesongvariasjoner av organiske miljøgifter, usikkerheter/manglende vannføringsdata, samt at tilførsler nedstrøms målestasjonene ikke er inkludert.

### 2.3.3 Oppsummering tilførsler fra elvene

Det er behov for å kartlegge tilførslene av metaller og organiske miljøgifter til fjorden fra elvene. Det er mye fragmentert data som det ikke er lett å håndtere, bla. pga. at ulike prøvetakningsmetoder, forskjellige deteksjonsgrenser og data (spesielt målte konsentrasjoner under deteksjonsgrenser) blir behandlet forskjellig.

Vannføring og målinger av metaller og organiske miljøgifter mangler i sin helhet fra de fleste elver og bekker som renner ut i Indre Oslofjord, med unntak av Oslo og Bærum. Data over organiske miljøgifter fra Lysakerelva som har den største vannføringen av elvene manglet fram til 2012 før målinger ble utført av Fagrådet.

Konsentrasjoner av metaller ble ofte målt i konsentrasjoner under deteksjonsgrense, og det bør tilstrebes at man framover benytter seg av metoder med lavere deteksjonsgrense. Hva som er årsaken til de forhøyede konsentrasjoner av spesielt Cu som er av de mest giftige metaller for akvatiske organismer bør kartlegges.

For de organiske miljøgiftene er det generelt et stort behov for mer data. Ved å innhente kunnskap om nåværende og tidligere aktiviteter i nedbørsfeltet kan man lage overvåkningsprogrammer som vil fange opp de antatt viktigste belastningene i elvene. Arbeid som har blitt utført i elvene vil da danne et viktig grunnlag. En kort oppsummering over ulike forhold som kan være aktuelle å følge opp videre vil være:

- De forhøyede konsentrasjonene av PCB i Alna og sporing av kilder (Allan & Ranneklev, 2011)
- Tilførsler av klororganiske pesticider til Engervannet (Klasse IV for DDT-isomerer) via Øverlandselva (Fjeld & Rognerud, 2006 ; Ranneklev mfl., 2011)
- Oppfølging av de særdeles høye ftalat-, Bisfenol A- og alkylfenolerkonsentrasjonene målt i Akerselva, Alna og Hovinbekken (Weideborg mfl., 2005)
- De forhøyede konsentrasjoner av bl.a. Ibuprofen, PFHpA og PFOS i Alna (Loos mfl., 2009)
- Kilder til høye konsentrasjoner av SCCP i sedimenter i Akerselva og ved utløpet (Arp & Breedveld, 2008; Ranneklev mfl., 2009)
- Mer data fra Lysakerelva som har den største vannføringen og er den største bidragsyter av tilførsler

I elver hvor det mangler data, bør man vurdere å starte opp med målinger av metaller og utvalgte organiske miljøgifter, som PAH, PCB og klorerte pesticider, og eventuelt utvide til forbindelser som kan være aktuelle i forhold til nedbørsfeltets belastninger.

## 2.4 Tilførsler fra atmosfæren

For beregning av atmosfærisk tilførsel av miljøgifter til Indre Oslofjord ble verdier hentet fra «Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør», TA 2812, 2011. Som følge av at det foreligger data for tungmetaller og organiske miljøgifter i luft og nedbør fra Indre Oslofjord ble rapporterte verdier fra den norske bakgrunnsstasjonen Birkenes benyttet. Stasjonen ligger i Aust-Agder, 190 meter over havet, 58° 23'N og 8° 15'E.

Tilførsler av metaller,  $\Sigma$ PAH og PCB7 ble beregnet. For PCB7 er summen av kongenene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 benyttet, mens  $\Sigma$ PAH er summen av 38 komponenter. Månedlig våtavsetning er beregnet ut fra månedlig middelkonsentrasjon av  $\Sigma$ PCB 7 og  $\Sigma$ PAH 16, men da det kun foreligger data fra mai til desember er årlig våtavsetning basert på data fra mai-desember. Nedbør fra Blindern Oslo (St nr. 18700/970,8 mm) for 2012 er benyttet. Årlig våtavsetning til Indre Oslofjord ble beregnet ut fra et areal på 190 km<sup>2</sup>.

### 2.4.1 Resultater

Beregning av atmosfærisk tilførsel av miljøgifter er gitt i **Tabell 11**. Resultatet viser årlige våtavsetning av Hg, Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, Cr, PCB7 og  $\Sigma$ PAH.

Av metaller var våtavsetning av Hg lavest, mens  $\Sigma$ PAH var betydelig høyere enn PCB7. Våtavsetning av Zn var den høyeste av alle de målte miljøgiftene. En antar at en i Oslofjordområdet har høyere atmosfæriske tilførsler enn det en har ved Birkenes. Det betyr at beregningene som er vist i **Tabell 11** underestimerer de atmosfæriske tilførslene og må oppfattes som minimumsverdier.

**Tabell 11.** Beregnede atmosfæriske tilførsler av miljøgifter til Indre Oslofjord.

| 2010                                                                 | Hg<br>(kg/år) | Pb<br>(kg/år) | Cd<br>(kg/år) | Zn<br>(kg/år) | Ni<br>(kg/år) | Cu<br>(kg/år) | Cr<br>(kg/år) | PCB 7<br>(kg/år) | ΣPAH<br>(kg/år) |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|
| Årlig bidrag til Indre Oslofjord (190 km <sup>2</sup> ) <sup>a</sup> | 1,6           | 168           | 7             | 793           | 37            | 100           | 24            | 0,01             | 14              |

<sup>a</sup> <http://kart.kystverket.no/default.aspx?gui=1&lang=2>

## 2.4.2 Usikkerheter

Atmosfærisk tilførsel av miljøgifter inkluderer både tørr- og våtavsetning. Data for tørravsetning var ikke tilgjengelig og er derfor ikke inkludert i beregningen av atmosfærisk tilførsel. Dette et forhold som medfører at verdiene i tabellen kan være underestimert. Et annet forhold er at våtavsetningen er beregnet på bakgrunn av månedlig middelkonsentrasjon fra Birkenes. Konsentrasjonen av overnevnte miljøgifter i nedbør på Birkenes er trolig lavere enn i nedbør i området rundt Indre Oslofjord. Disse faktorene medfører en viss usikkerhet i beregningen av atmosfærisk bidrag av miljøgifter til Indre Oslofjord og en må anse resultatene i **Tabell 11** som minimumsverdier

## 2.5 Tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp

Data for totaltilførselene til Indre Oslofjord som presenteres (**Tabell 12**) baserer seg på et notat utarbeidet av Oddvar Lindholm (Rapport til miljøgiftprosjektet Indre Oslofjord 2012 - Kommunale kilder). Notatet er vedlagt i Vedlegg A. Notatet er nylig også benyttet som basis for en artikkel i tidsskriftet Vann (Lindholm og Haraldsen, 2013).

**Tabell 12.** Total sum for tilførsler til hele Indre Oslofjord fra tette flater, renseanlegg og overløp. kg/år.

| Parameter    | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn    | PAH  | BaP  | PCB  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Tette flater | 19,2 | 706  | 1081 | 2,05 | 276  | 544  | 5534  | 20,1 | 1,9  | 2,1  |
| Renseanlegg  | 7,18 | 152  | 2528 | 0,88 | 466  | 79,2 | 4033  | 5,81 | 0    | 0,77 |
| Overløp      | 3,02 | 50,4 | 229  | 0,5  | 40,3 | 60,3 | 502   | 2,51 | 0,26 | 0,25 |
| Sum          | 29,4 | 908  | 3838 | 3,43 | 782  | 684  | 10069 | 28,4 | 2,16 | 3,1  |

Tilførslene fra tette flater vil i en del tilfeller gå til nærmeste bekk eller elv. Dette illustreres ved bilder tatt ved Alna som viser taknedløp (**Figur 3**) og avrenning fra en parkeringsplass (**Figur 4**) som drenerer rett i Alna. Det kan derfor forekomme at tilførsler som oppgis for elvene også innbefatter tilførsler fra tette flater, uten at en egentlig vet omfanget av dette.

I utgangspunktet dekker begrepet «tette flater» både direkteavrenning til fellesanlegg som går til renseanlegg og avrenning som går til separatanlegg som kan havne direkte i sjø eller som avrenning via elver. I **Tabell 12** omfatter tetteflater ikke det som går i fellesanlegg og som går til renseanlegg eller i overløp i flomperioder.



**Figur 3.** Taknedløp som går rett i Alna



**Figur 4.** Parkeringsplass med kum som drenerer rett til Alna

## 2.6 Totaltilførsler til Indre Oslofjord

Her sammenstilles data fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp (i nett, renseanlegg og under transport) slik at en kan se hva som er hovedkildene for de enkelte miljøgifter. Sekundære tilførsler fra forurensede sedimenter er ikke kvantifisert og inngår ikke i regnskapet. En oversikt over kilder og tilførsler er vist i **Tabell 13** og **Tabell 14**, og videre illustrert i **Figur 5 - Figur 13**. Det er viktig å bemerke at tilførsel fra tette flater som havner i elver kan ha blitt tatt med i regnskapet to ganger, dvs. både som en del av det som her omtales som tette flater og også som en del av det som omtales som tilførsel fra elvene uten at en vet størrelsen på dette.

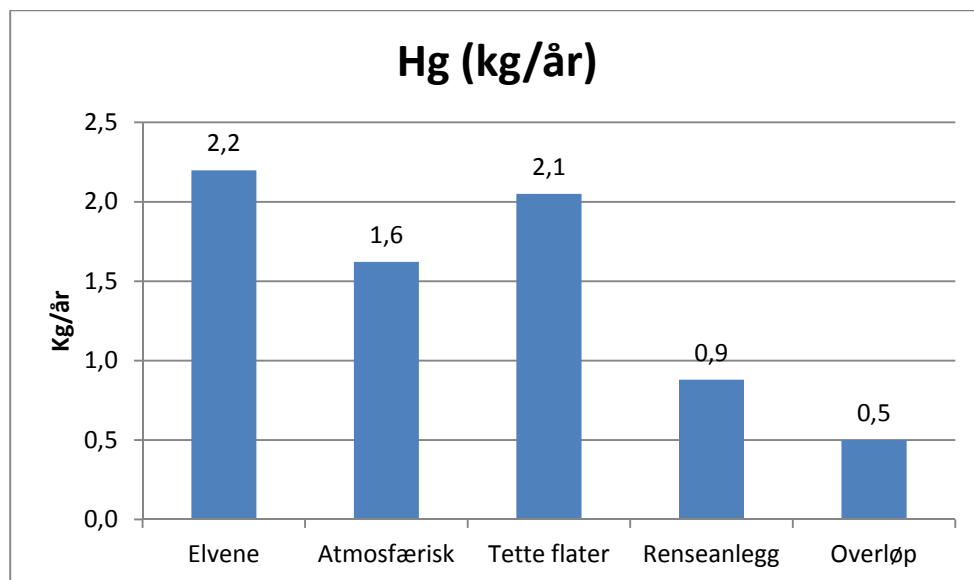
**Tabell 13.** Oversikt over ulike kilder til PCB7 og PAH som tilføres Indre Oslofjord.

| Kilder       | PCB7<br>(kg/år) | PAH <sup>a</sup><br>(kg/år) |
|--------------|-----------------|-----------------------------|
| Elvene       | 0,1             | 35,5                        |
| Atmosfærisk  | 0,01            | 13,6                        |
| Tette flater | 2,1             | 20,1                        |
| Renseanlegg  | 0,8             | 5,8                         |
| Overløp      | 0,3             | 2,5                         |
| <b>Sum</b>   | <b>3,3</b>      | <b>77,5</b>                 |

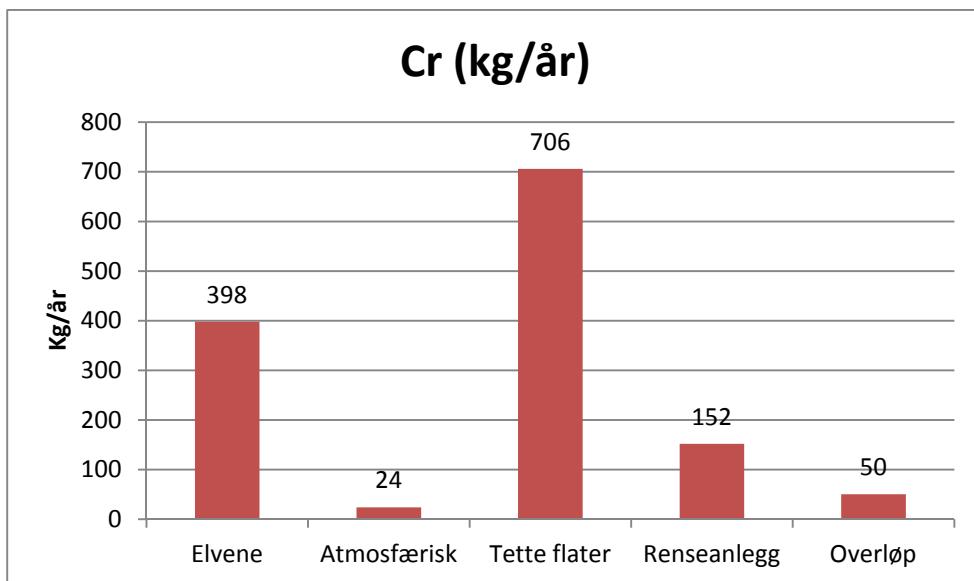
<sup>a</sup>PAH16

**Tabell 14.** Oversikt over ulike kilder til metaller som tilføres Indre Oslofjord.

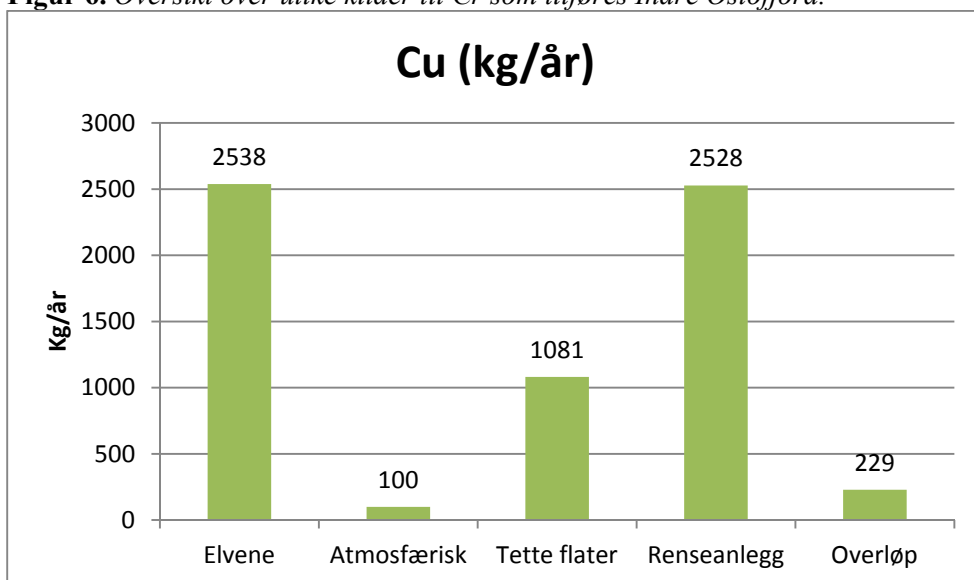
| Kilder       | Hg<br>(kg/år) | Cr<br>(kg/år) | Cu<br>(kg/år) | Ni<br>(kg/år) | Zn<br>(kg/år) | Cd<br>(kg/år) | Pb<br>(kg/år) |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Elvene       | 2,2           | 398           | 2538          | 684           | 5397          | 14            | 429           |
| Atmosfærisk  | 1,6           | 24            | 100           | 37            | 792           | 7             | 168           |
| Tette flater | 2,1           | 706           | 1081          | 276           | 5534          | 19            | 544           |
| Renseanlegg  | 0,9           | 152           | 2528          | 466           | 4033          | 7             | 79            |
| Overløp      | 0,5           | 50            | 229           | 40            | 502           | 3             | 60            |
| <b>Sum</b>   | <b>7,3</b>    | <b>1330</b>   | <b>6476</b>   | <b>1503</b>   | <b>16258</b>  | <b>50</b>     | <b>1280</b>   |



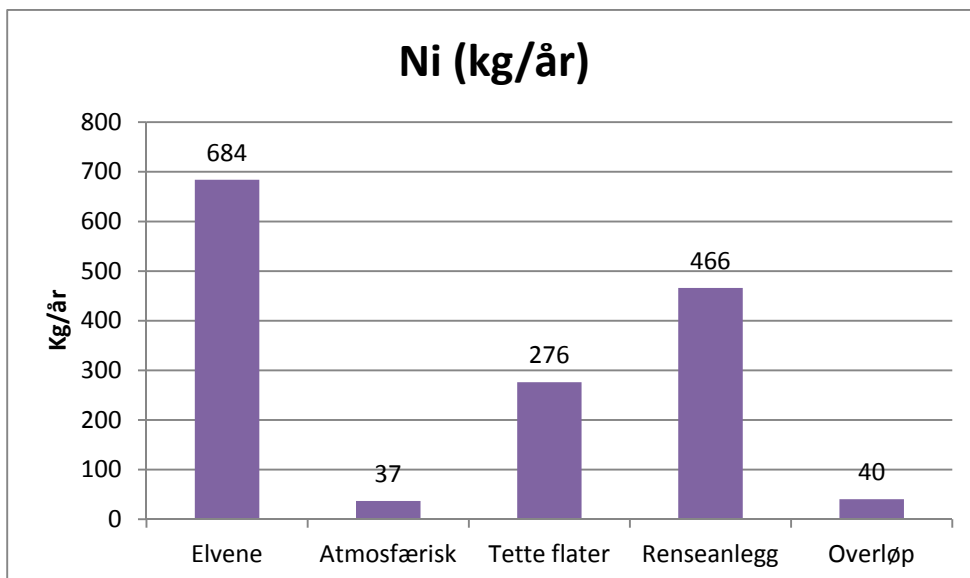
**Figur 5.** Oversikt over ulike kilder til Hg som tilføres Indre Oslofjord.



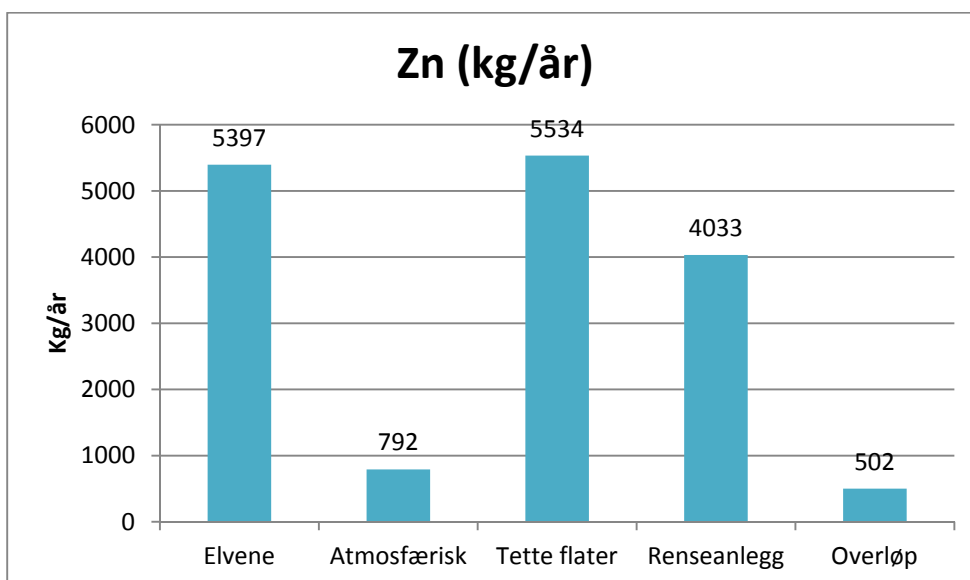
**Figur 6.** Oversikt over ulike kilder til Cr som tilføres Indre Oslofjord.



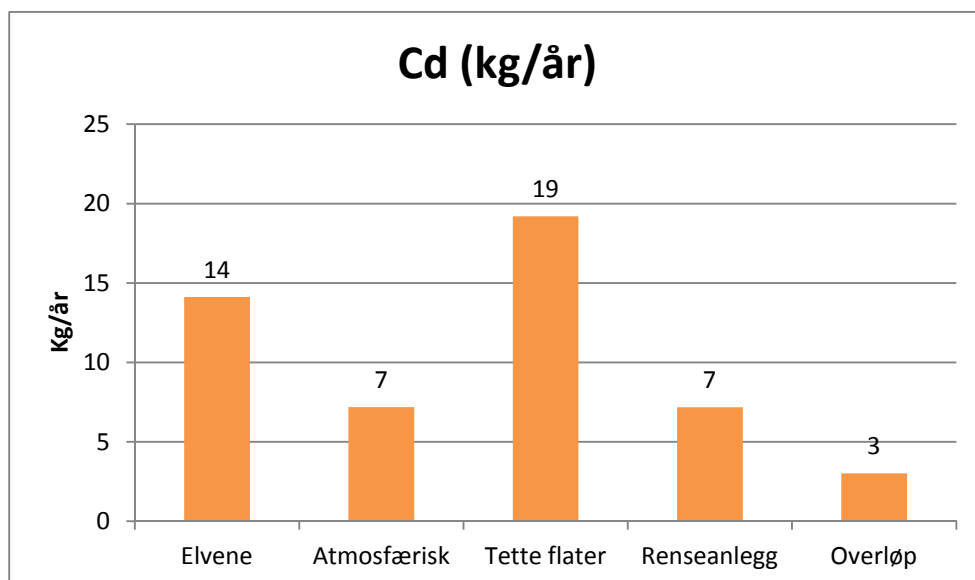
**Figur 7.** Oversikt over ulike kilder til Cu som tilføres Indre Oslofjord.



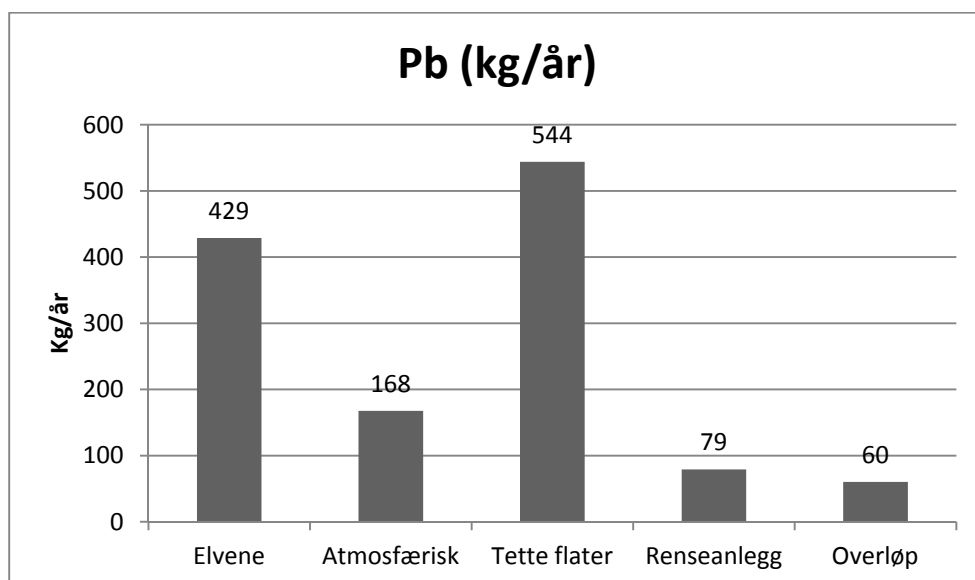
**Figur 8.** Oversikt over ulike kilder til Ni som tilføres Indre Oslofjord.



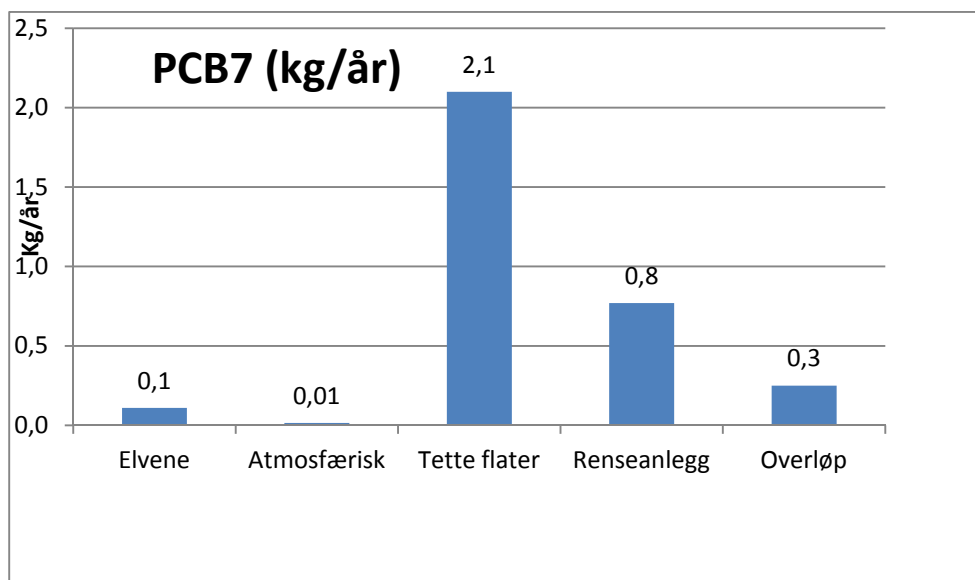
**Figur 9.** Oversikt over ulike kilder til Zn som tilføres Indre Oslofjord.



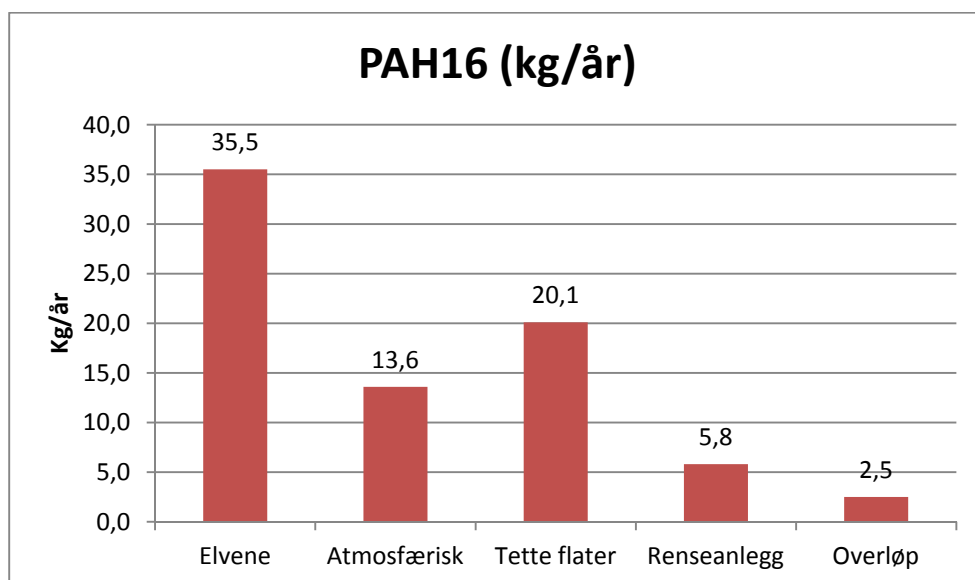
**Figur 10.** Oversikt over ulike kilder til Cd som tilføres Indre Oslofjord.



**Figur 11.** Oversikt over ulike kilder til Pb som tilføres Indre Oslofjord.



**Figur 12.** Oversikt over ulike kilder til PCB7 som tilføres Indre Oslofjord.



**Figur 13.** Oversikt over ulike kilder til PAH som tilføres Indre Oslofjord. PAH16 er målt i elvene.

En kort oppsummering over de ulike kildene til PAH, PCB7 og metaller er gitt under:

**PCB7:** Tette flater var den største kilden til PCB7 til Indre Oslofjord. Ny bruk av PCB ble forbudt i Norge i 1980. I dag er det i hovedsak materialer i bygg og anlegg hvor man finner de største mengdene av PCB. Viktige kilder til PCB vil være betongtilsats, fugemasse, isolerglasslim og maling. Avrenning av PCB fra bygg og anlegg kan muligens være årsak til at tette flater var den største kilden. Dominansen av tilførslene fra tetteflater var likevel påfallende høy i forhold til elvene. De atmosfæriske tilførslene av PCB var små. Dersom de atmosfæriske tilførslene hadde vært mer dominerende skulle en forvente at elvene via nedbør i nedbørfeltet skulle ha fått tilført mer PCB. Dette kan vær en medvirkende årsak til at elvene bidrar lite til PCB tilførslene.

**PAH:** Elvene og tette flater var de største kildene til PAH til Indre Oslofjord. PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av organiske materiale slik som f.eks. bensin, fyringsolje, ved og fra prosesser i industrien (i hovedsak industri som bruker antrasitt og koks, f.eks. smelteverk). I

dag er vedfyring og utslipp fra industrien antatt å være viktigste kilde til PAH i Norge. Vedfyring og bruk av fossilt brennstoff er sannsynlig hovedkildene til PAH fra elvene og de tette flatene. Relativt sett var de atmosfæriske tilførslene av PAH større enn for PCB. Når de atmosfæriske tilførslene av PAH er såpass dominerende skulle en forvente at også elvene via nedbør i nedbørfeltet skulle ha fått tilført en del PAH slik en faktisk ser i **Figur 13**.

**Hg:** Elvene og tette flater var de største kildene til Hg til Indre Oslofjord.

Resultatene fra elvene var usikre, da de fleste målinger var under deteksjonsgrensen. Tidligere har utslipp fra renseanlegg vært en av de største kildene til Hg i miljøet, i tillegg til diffuse kilder som veitrafikk, båttrafikk og boliger. Tilførslene av Hg var lave i forhold til de andre metallene, men er beheftet med store usikkerheter.

**Cr:** Tette flater var den største kilden til Cr til Indre Oslofjord.

Treimpregneringsmidler, maling og lakk antas å være de største kildene til Cr i det norske miljøet. En annen viktig kilde er renseanlegg. At elvene og tette flater var de største kildene til Cr, kan tyde på at treimpregneringsmidler, lakk og maling er viktige kilder.

**Cd:** Elvene og tette flater var de største kildene til Cd til Indre Oslofjord.

Langtransporterte forurensninger bidrar med de største tilførslene av kadmium til norsk natur enn utslipp fra norske kilder. De største kildene i Norge utenom industri er diffuse kilder og avløp og kloakkslam. Kildene til Cd fra de tette flatene og elvene er ikke identifisert.

**Ni:** Elvene og renseanleggene var de største kildene til Ni til Indre Oslofjord.

Den langt viktigste anvendelse av nikkel er som legeringstilsetning i jern og stål, kobber, sink og aluminium. Identifisering av hovedkildene til Ni i elvene og renseanleggene er ikke kjent, men kan skyldes produkter fra korrosjon av ulike legeringer.

**Cu:** Elvene og renseanleggene var de største kildene til Cu til Indre Oslofjord.

Kobber har mange anvendelsesområder, men er et av de få metallene som anvendes som rent metall heller enn i form av legeringer. Takbekledning, vannrør og i beslag er viktige bruksområder i tillegg til elektriske komponenter. Den absolutt største utslippskilden til det norske miljøet i dag er fra nedlagte gruver, men det gjelder neppe for Indre Oslofjord. Kobber har også vært benyttet i store mengder i oppdrettsindustrien for å forhindre begroing av nøtene. Bruk av Cu i vannrør kan muligens være en viktig kilde til Cu fra renseanleggene.

**Zn:** Elvene og tette flater var de største kildene til Zn til Indre Oslofjord.

Sink er et uedelt metall og løses lett ut, noe som muligens er årsaken til at tilførselen av Zn var av de største. I dag benyttes sink til legeringer, korrosjonsbeskytter og i maling og takbeslag. Avrenning fra bygg og anlegg kan muligens være årsak til at tilførslene fra elvene og tette flater var de største.

**Pb:** Elvene og tette flater var de største kildene til Pb til Indre Oslofjord.

Bly tilført via luftstrømmer fra andre land og er en viktig kilde til Pb i Norge i dag. Bruk av blyholdig ammunisjon var imidlertid den største utslippskilden til bly i 2010. Forurensset grunn er også viktige kilder. Bruk av blyholdig bensin utgjorde den største kilden fram til dette ble forbudt. Elvene og de tette flatene som største kilder indikerer at Pb vaskes ut fra nedbørsfeltet og muligens fra forurensset grunn. Årsaken til at tette flater hadde høyere tilførsler enn elvene er vanskelig å forklare. En medvirkende faktor kan være at bly er i bruk ifm. takteking/blikkenslagerarbeid.

### 3. Overflatesediment (0-5 cm) – karakterisering av tilstand i Indre Oslofjord

Alle data som er benyttet er lastet ned fra Vannmiljø 4-9 april 2013. Benyttede data er fra de øverste 5 cm av sedimentet og innsamlet innenfor de siste ca. 10 år. Bakgrunnen for dybdebegrensningen er at det er overflatesedimentet som står i kontakt med vannsøylen og som er utgangspunkt for utlekking til vannet over sedimentet. Det er også i de øverste 5 cm av sedimentet en har flest dyr og som derfor via beiting kan føre miljøgifter opp i næringsnettet i de frie vannmasser. Tidsbegrensningen begrunnes ut fra at overflatesediment som er tatt mer enn 10 år tilbake i tid ikke representerer tilstanden i dagens overflatesediment.

I **Tabell 15** gis en oversikt over alle parameterne som er med i sammenstillingen, og for hver parameter vises hvor mange registreringer som kunne klassifiseres til hver tilstandsklasse (cf. i utkast til TA 3001/2012, anvendte grenseverdier ses vedlegg D). For metaller, TBT og PAH-forbindelser hadde en relativt mange registreringer, mens en for klororganiske forbindelser, perfluorerte forbindelser og ftalater hadde få registreringer.

Totalt sett lå 13 % av registreringene på bakgrunnsnivå, 36 % av registreringene viste god tilstand, 16 % moderat tilstand og henholdsvis 22 % og 14 % av registreringene viste dårlig eller svært dårlig tilstand.

På bakgrunn av klassifiseringen skilte enkelte parametere seg ut med en relativt stor andel registreringer med høye konsentrasjoner, dvs. registreringene som i hovedsak lå i tilstandsklasse 4-5. Slike parametere var enkelte PAH-forbindelser (særlig pyren men også benzo[b]fluoranten, antracen, Benzo[ghi]perylene, Benzo[a]antracen, Fluoranten), kobber, kvikksølv og TBT. Svært få parametere med relativt mange registreringer forelå med konsentrasjoner som i all hovedsak lå i klasse I og II. Disse var: arsen, kadmium, krom, chrysen.

Setter man som mål at alle sedimentstasjoner skal kunne klassifiseres til moderat miljøtilstand eller bedre betyr dette at en må gjøre tiltak knyttet til 36 % av registreringene.

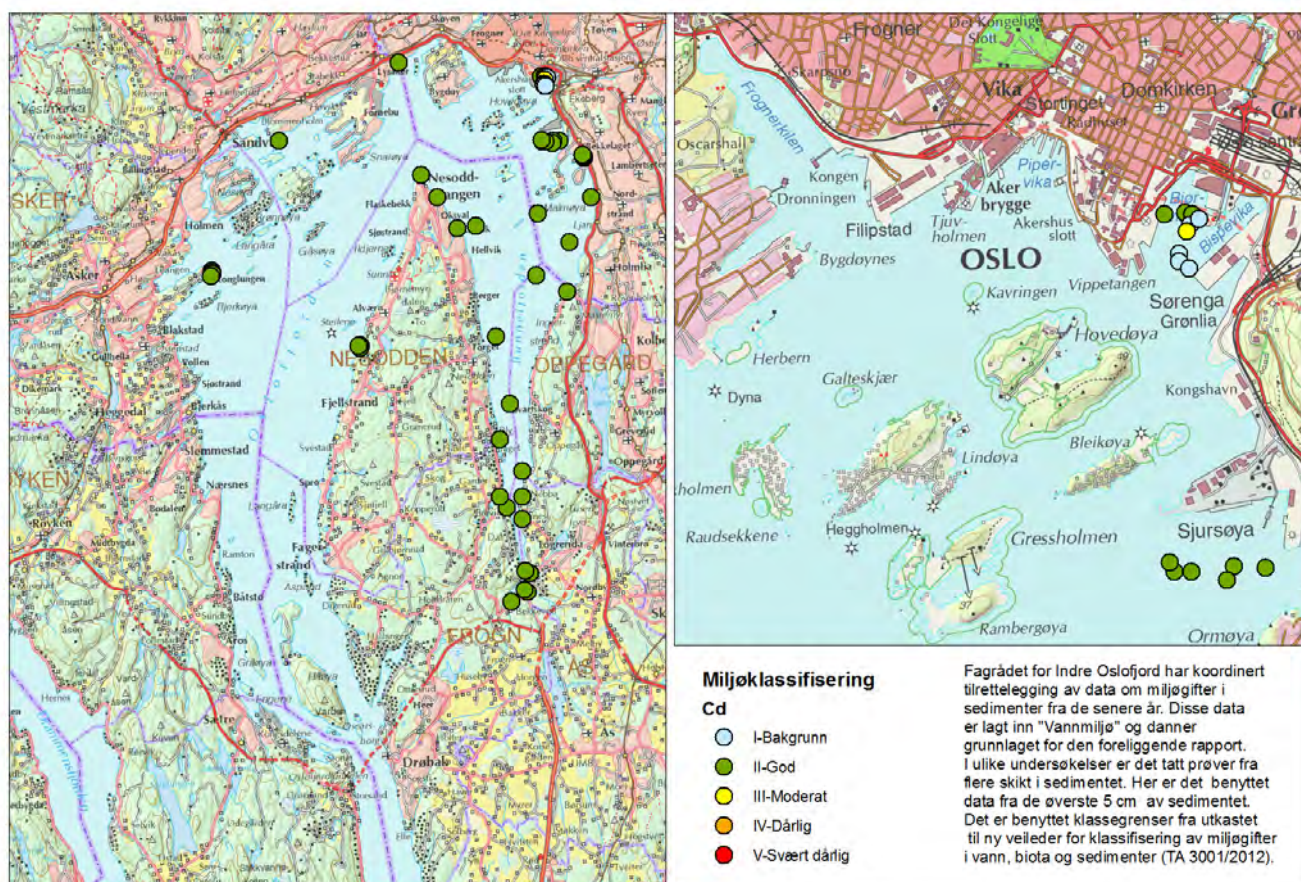
Kart som viser resultatene av klassifiseringen av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av de ulike parametere ses i **Figur 14** til **Figur 45**. Generelt ses at det er godt med registreringer nær Oslo Havn, tildel også i Bunnefjorden, mens det er svært få registreringer i Vestfjorden.

**Tabell 15.** Oversikt over hvor mange sedimentstasjoner i Indre Oslofjord som kan klassifiseres til hver tilstandsklasse ut fra konsentrasjonen av den enkelte parameter i de øverste 5 cm av sedimentet for prøver tatt de siste 10 år. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012

| Parameternavn               | Klasse 1<br>Bakgrunn | Klasse 2<br>God | Klasse 3<br>Moderat | Klasse 4<br>Dårlig | Klasse 5<br>Svært dårlig |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------------|
| Acenaften                   | 27                   | 32              | 4                   | 3                  |                          |
| Acenaftylen                 | 27                   | 15              | 7                   | 11                 |                          |
| Antracen                    |                      | 3               | 22                  | 40                 | 13                       |
| Arsen                       | 19                   | 27              | 1                   |                    |                          |
| Benzo[a]pyren               | 2                    | 36              | 39                  | 6                  | 1                        |
| Benzo[b]fluoranten          | 10                   | 1               |                     | 15                 | 1                        |
| Benzo[ghi]perylene          | 5                    | 18              | 18                  | 38                 | 5                        |
| Benzo[k]fluoranten          | 31                   | 4               |                     | 22                 | 1                        |
| Benzo[a]antracen            |                      | 16              | 6                   | 40                 | 1                        |
| Kadmium                     | 5                    | 50              | 1                   |                    |                          |
| Crysen                      | 1                    | 33              |                     | 9                  | 1                        |
| Krom                        | 41                   | 11              |                     |                    |                          |
| Kobber                      | 6                    | 29              |                     | 15                 | 34                       |
| Dibenzo[a,h]antracen        |                      | 1               | 6                   |                    |                          |
| pp'-DDT                     |                      | 1               |                     |                    |                          |
| Bis[2-etylheksyl]ftalat     |                      |                 |                     | 4                  |                          |
| Fluoren                     | 13                   | 44              | 6                   | 2                  |                          |
| Fluoranten                  | 1                    | 12              |                     | 39                 | 32                       |
| Heksaklorbenzen             |                      | 1               |                     |                    |                          |
| Heksaklorbutadien           |                      | 4               |                     |                    |                          |
| Kvikksølv                   | 4                    | 29              | 4                   | 47                 | 8                        |
| Naftalen                    | 1                    | 21              | 62                  |                    |                          |
| Fenantren                   | 1                    | 47              | 10                  | 5                  | 1                        |
| Bly                         | 10                   | 42              | 26                  |                    |                          |
| Pentaklorfenol              |                      | 4               |                     |                    |                          |
| PFOA                        |                      | 4               | 1                   | 1                  |                          |
| PFOS                        |                      |                 | 5                   | 1                  |                          |
| Pyren                       | 1                    |                 |                     | 13                 | 56                       |
| Pentaklorbenzen             |                      | 5               |                     |                    |                          |
| Sum PCB7                    | 1                    | 51              | 35                  | 4                  |                          |
| Tributyltinn kation (TBT)   |                      |                 |                     |                    | 65                       |
| 1,2,4-Triklorbenzen         |                      | 4               |                     |                    |                          |
| Sink                        | 7                    | 41              |                     | 38                 | 1                        |
| Sum                         | 213                  | 586             | 253                 | 353                | 220                      |
| Prosentfordeling            | 13                   | 36              | 16                  | 22                 | 14                       |
| Prosentfordeling kumulativt | 13                   | 49              | 65                  | 86                 | 100                      |

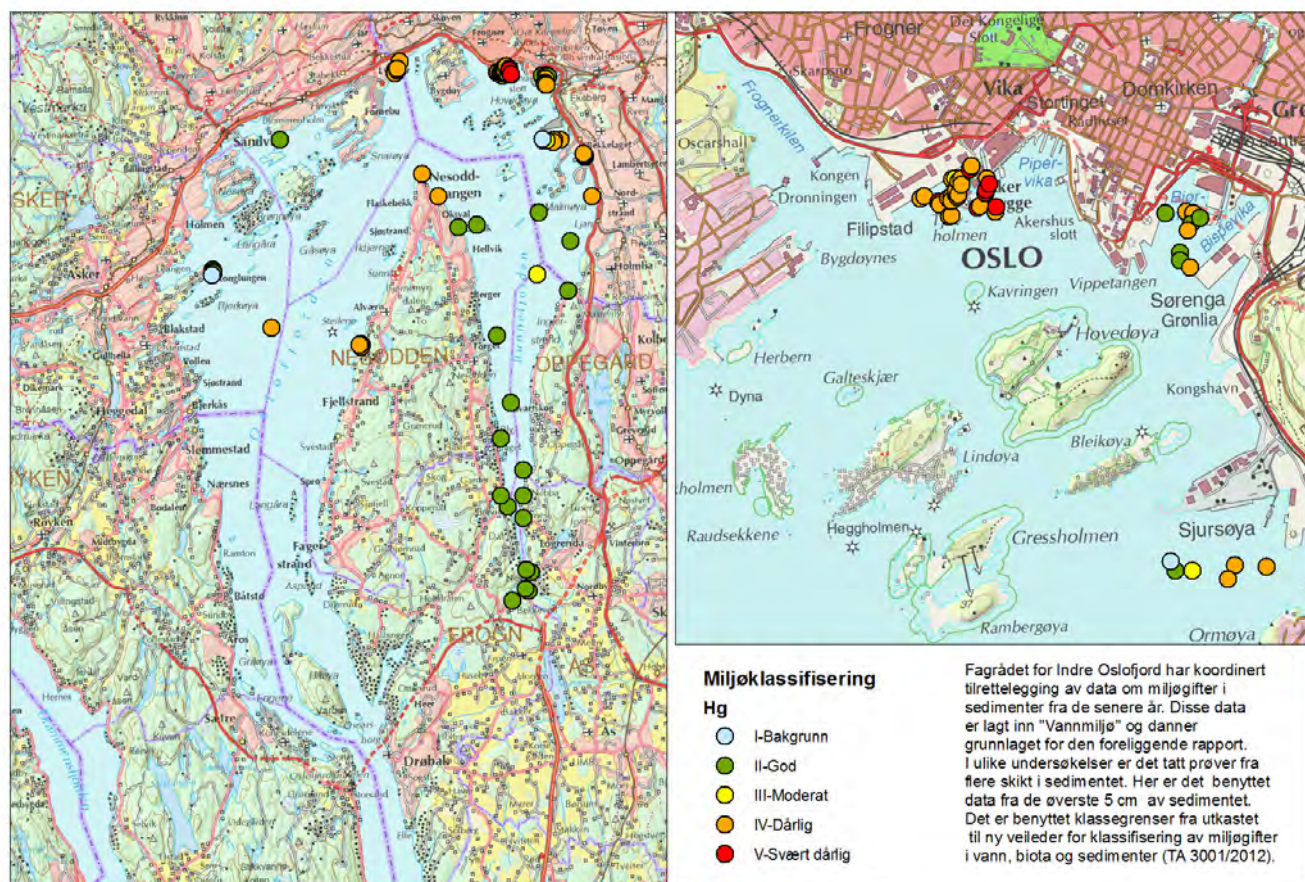
## 3.1 Metaller

### 3.1.1 Kadmium



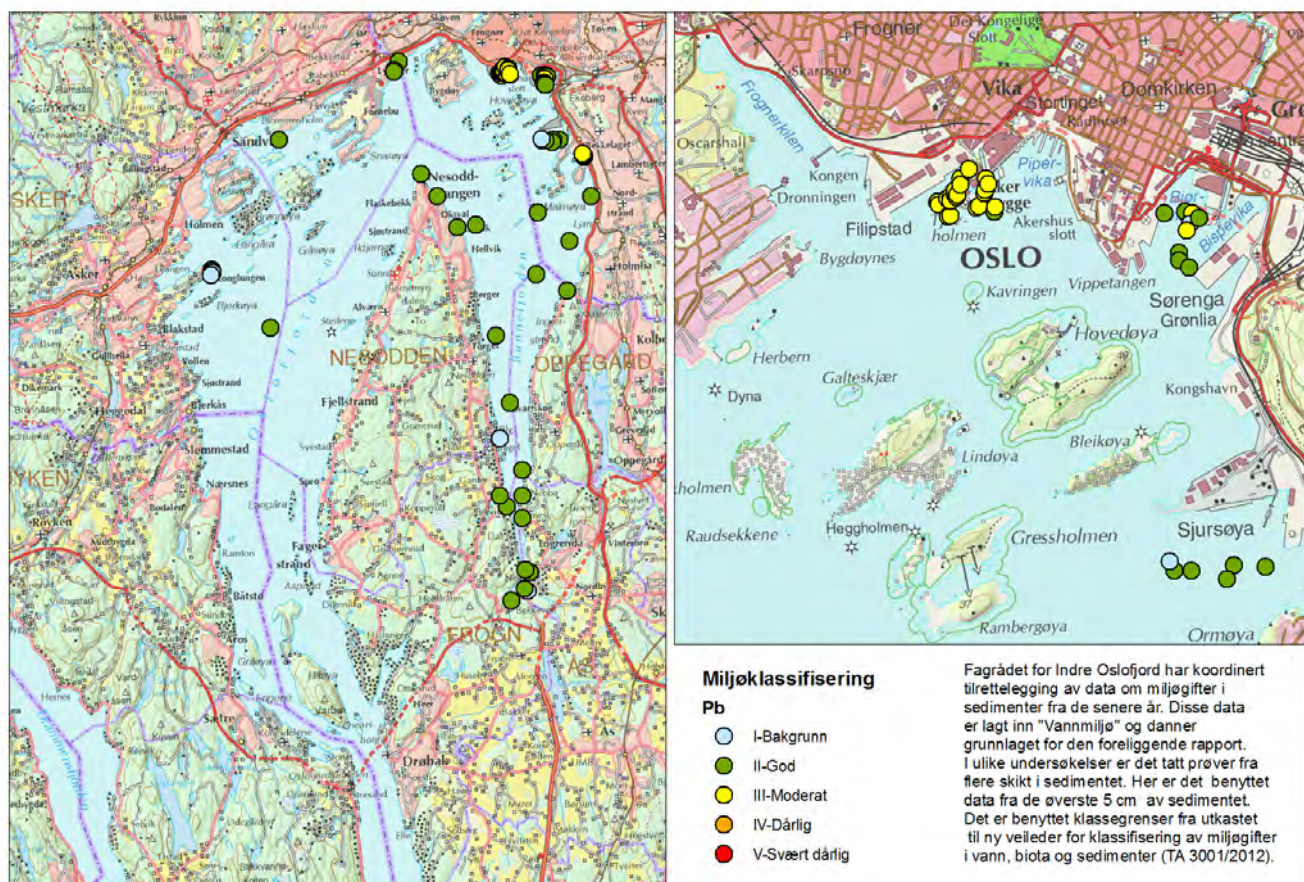
**Figur 14.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kadmium i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.2 Kvikksølv



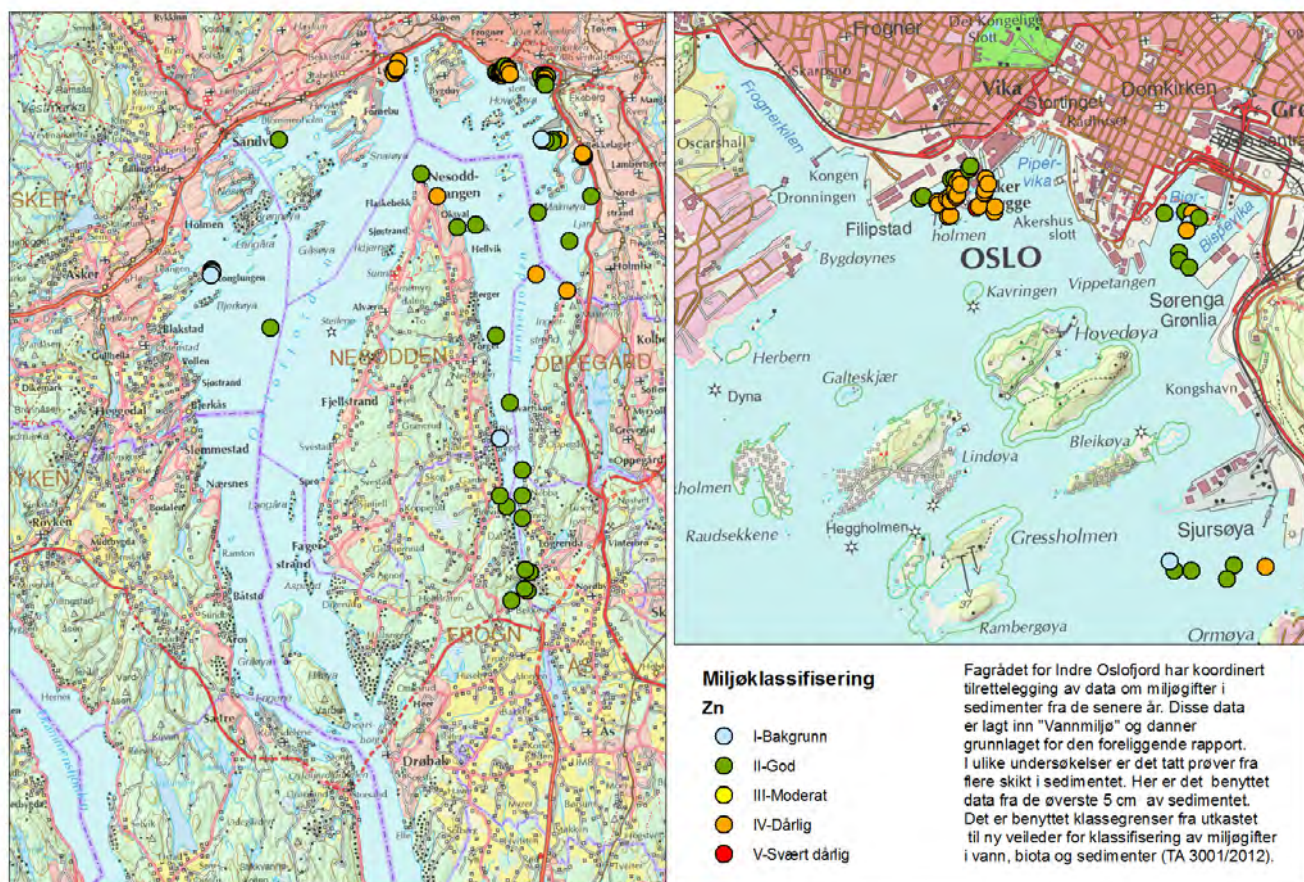
**Figur 15.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kvikksølv i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.3 Bly



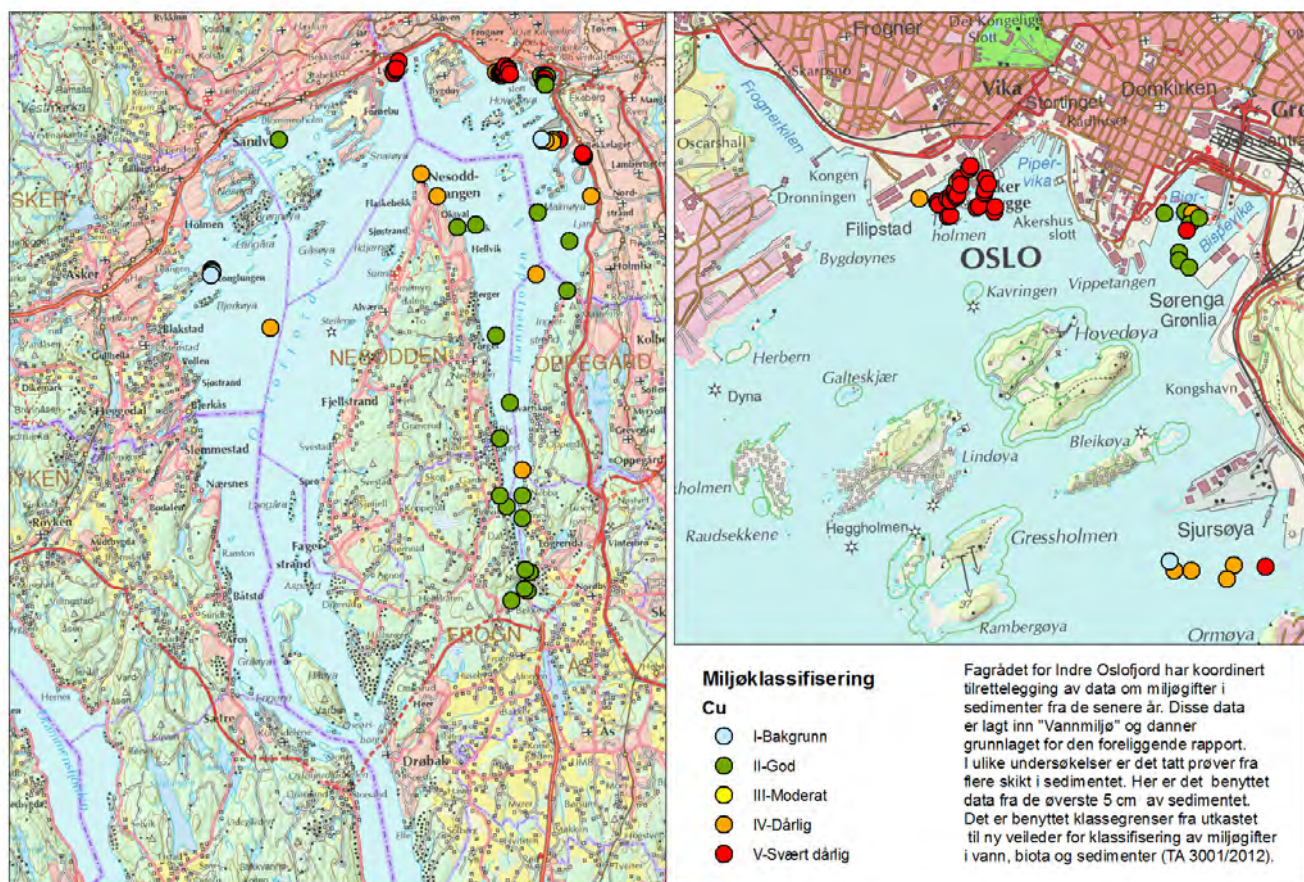
**Figur 16.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av bly i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.4 Sink



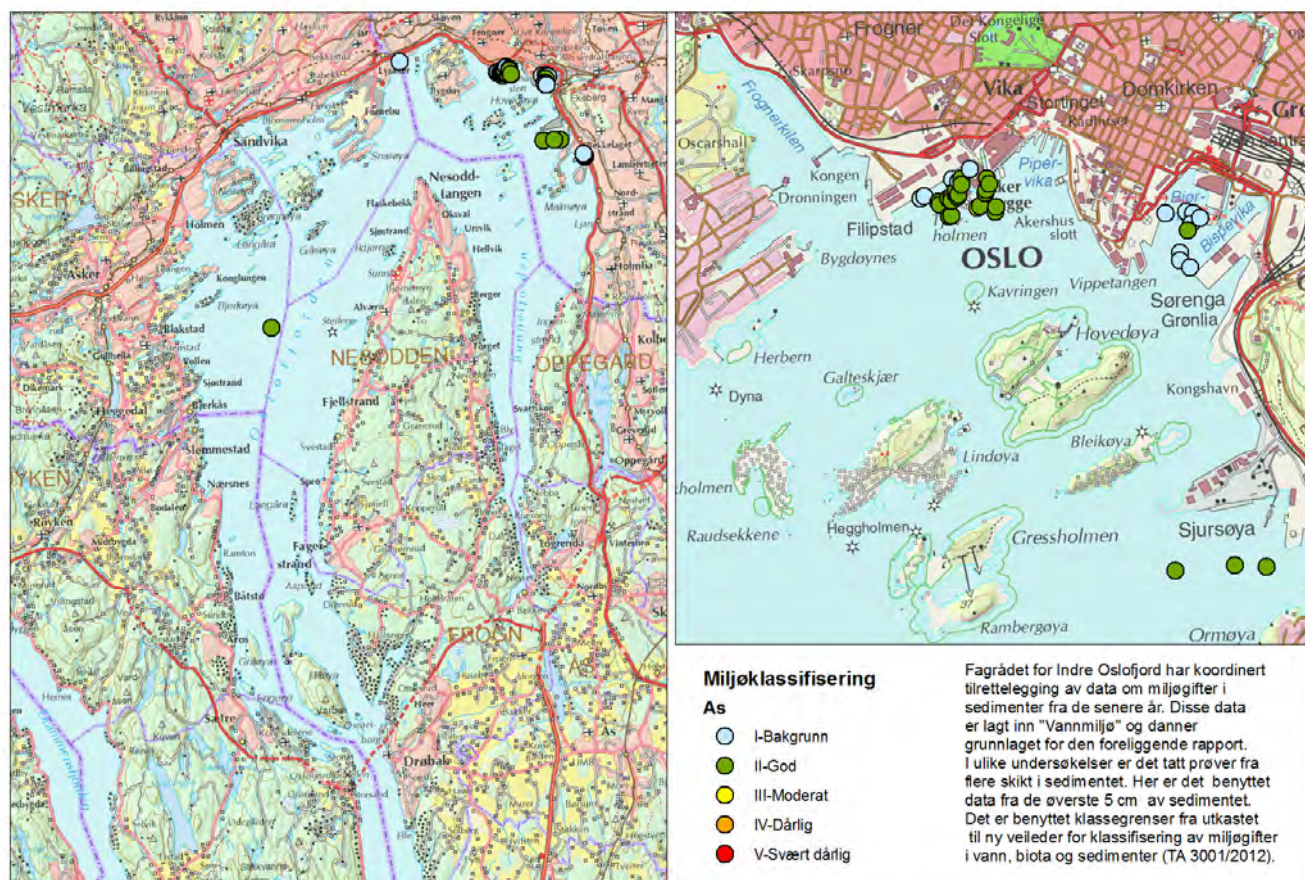
**Figur 17.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av sink i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.5 Kobber



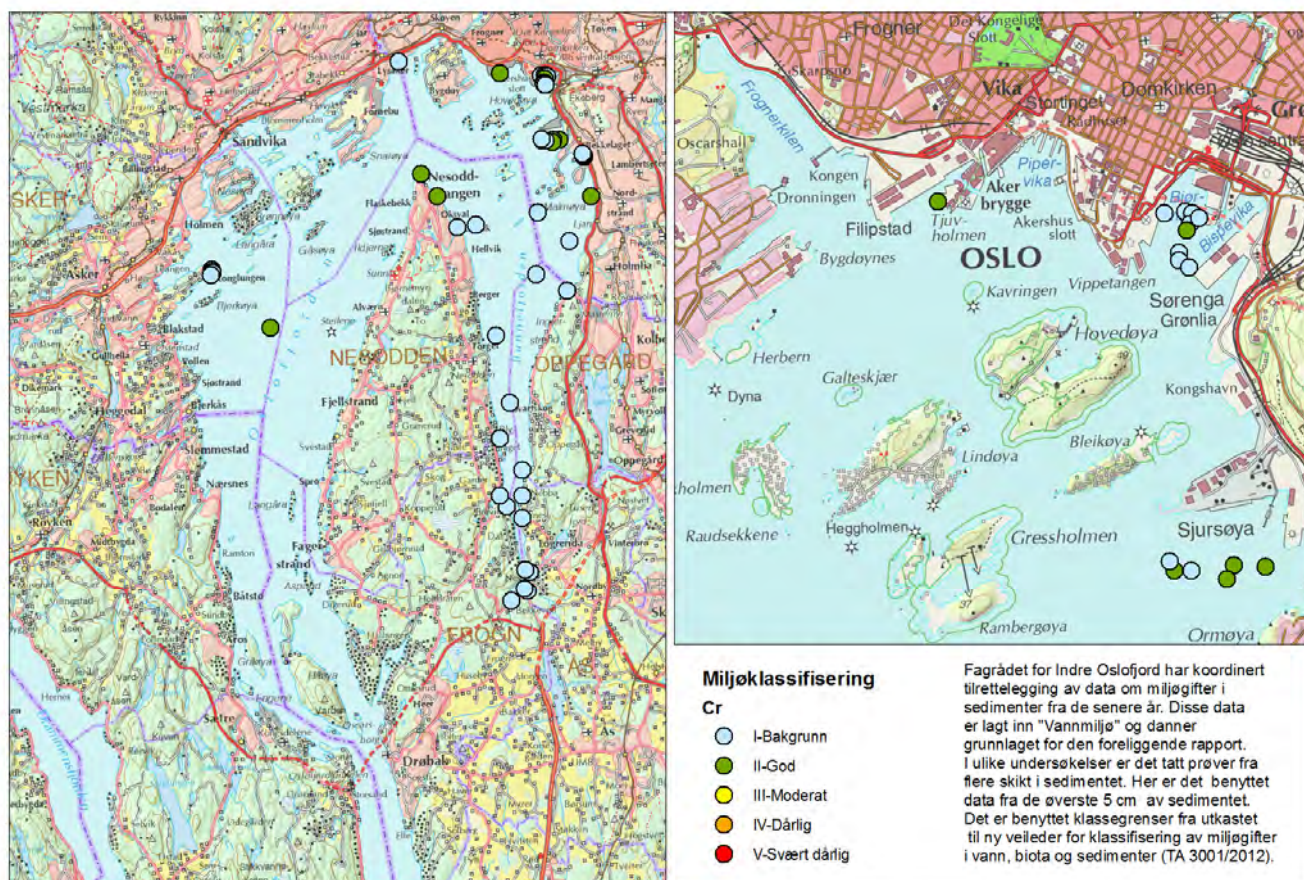
**Figur 18.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kobber i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.6 Arsen



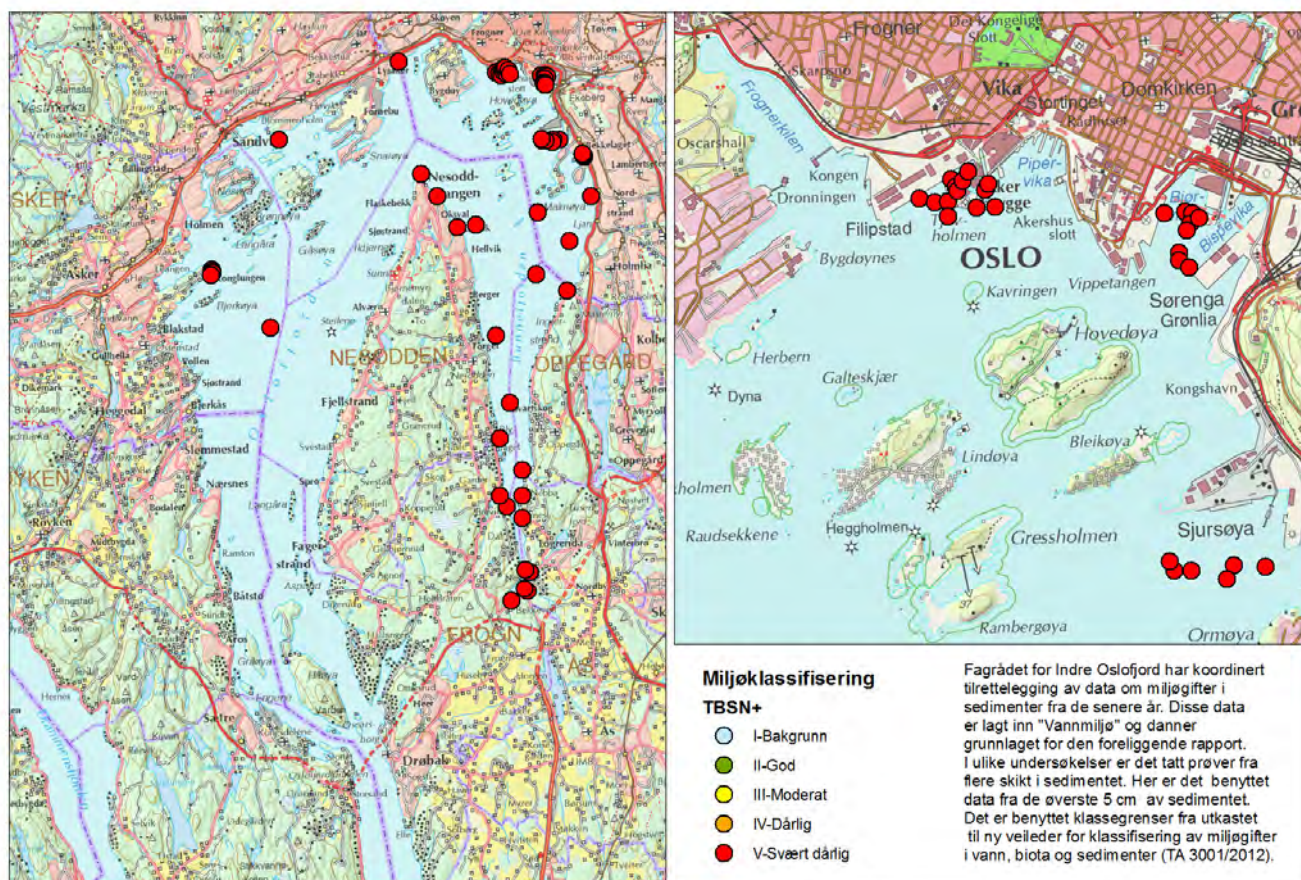
**Figur 19.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av arsen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.1.7 Krom



**Figur 20.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av krom i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

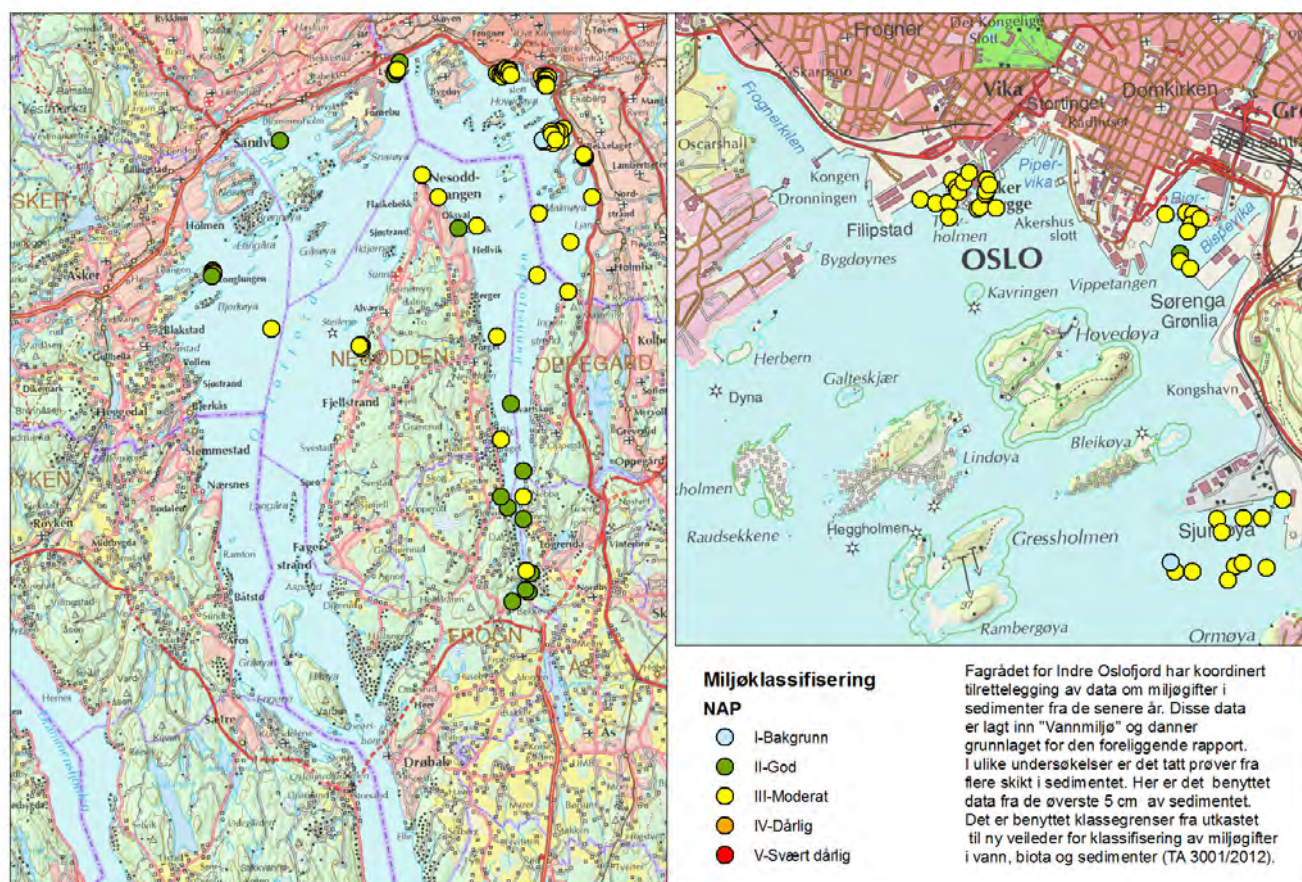
### 3.2 Tinnorganiske forbindelser



**Figur 21.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av tributyltinn (som kation) i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

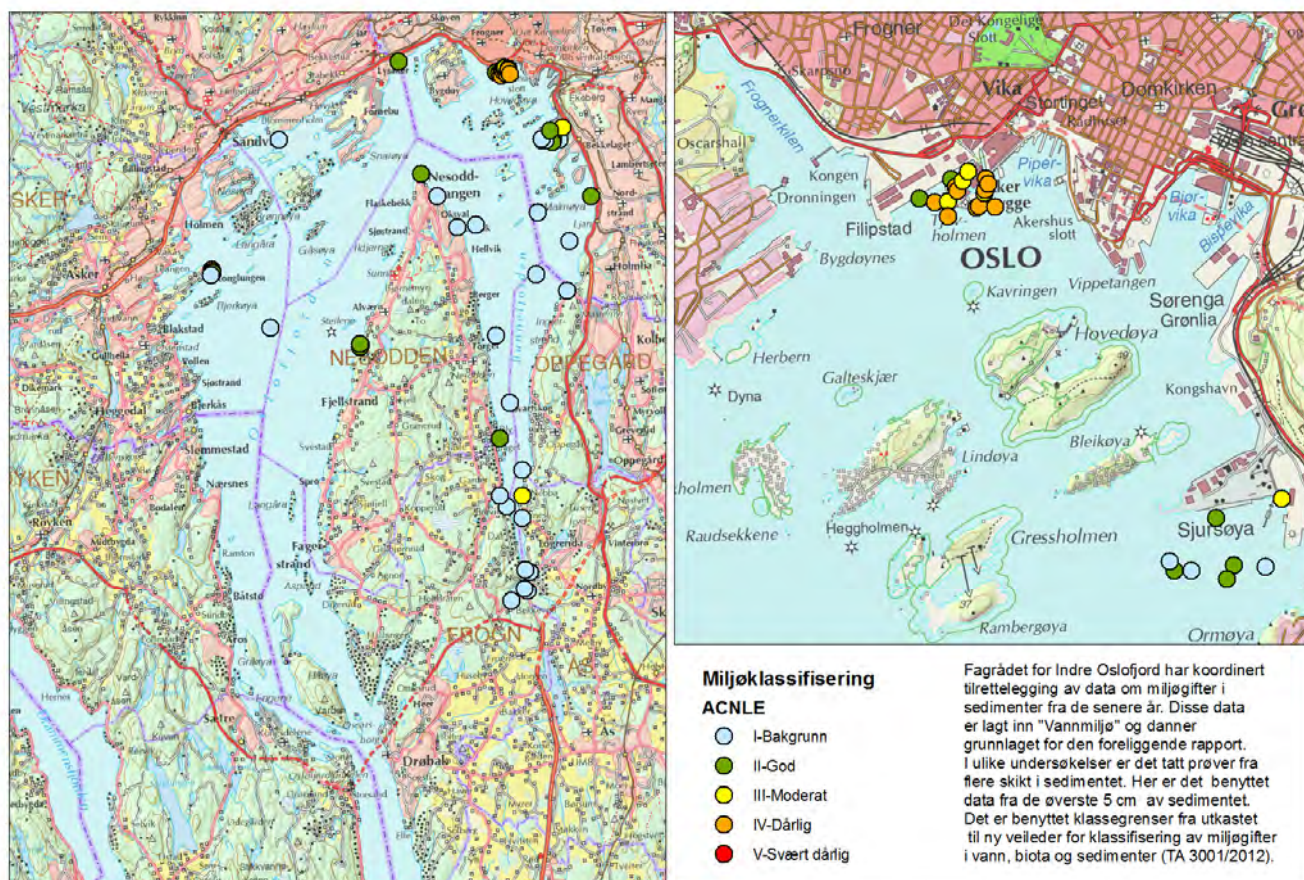
### 3.3 PAH-forbindelser

#### 3.3.1 Naftalen



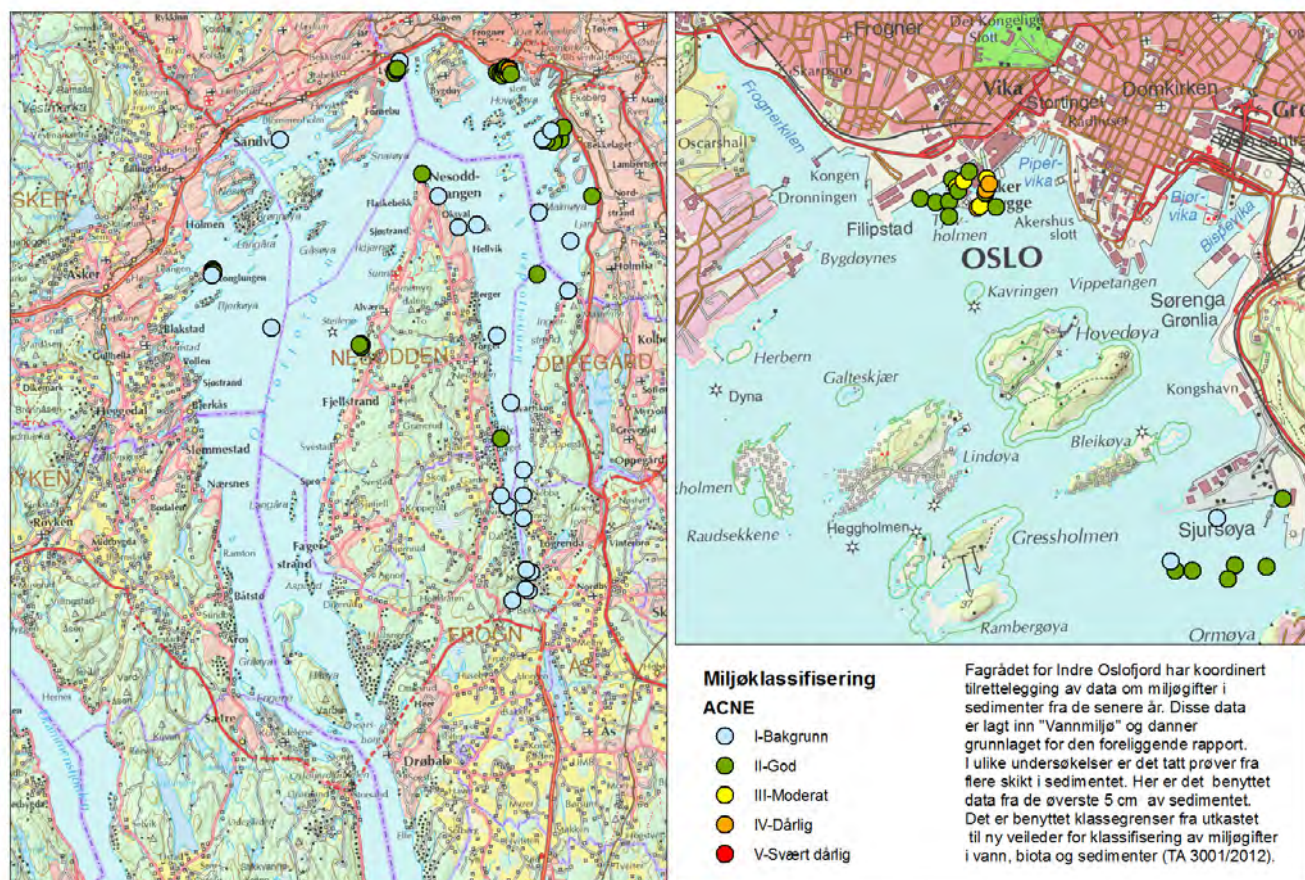
**Figur 22.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av naftalen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.2 Acenaftylen



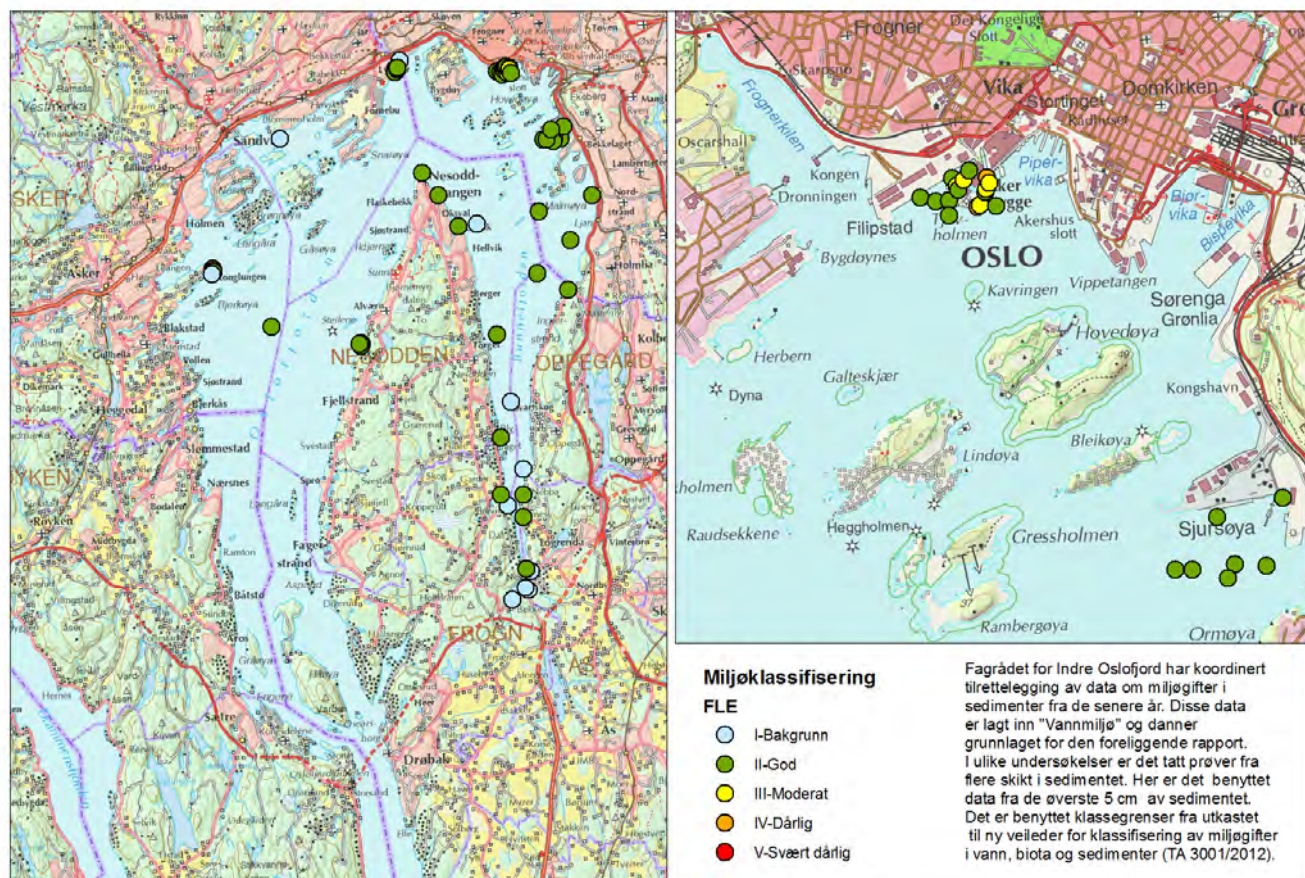
**Figur 23.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av acenaftylen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.3 Acnaften



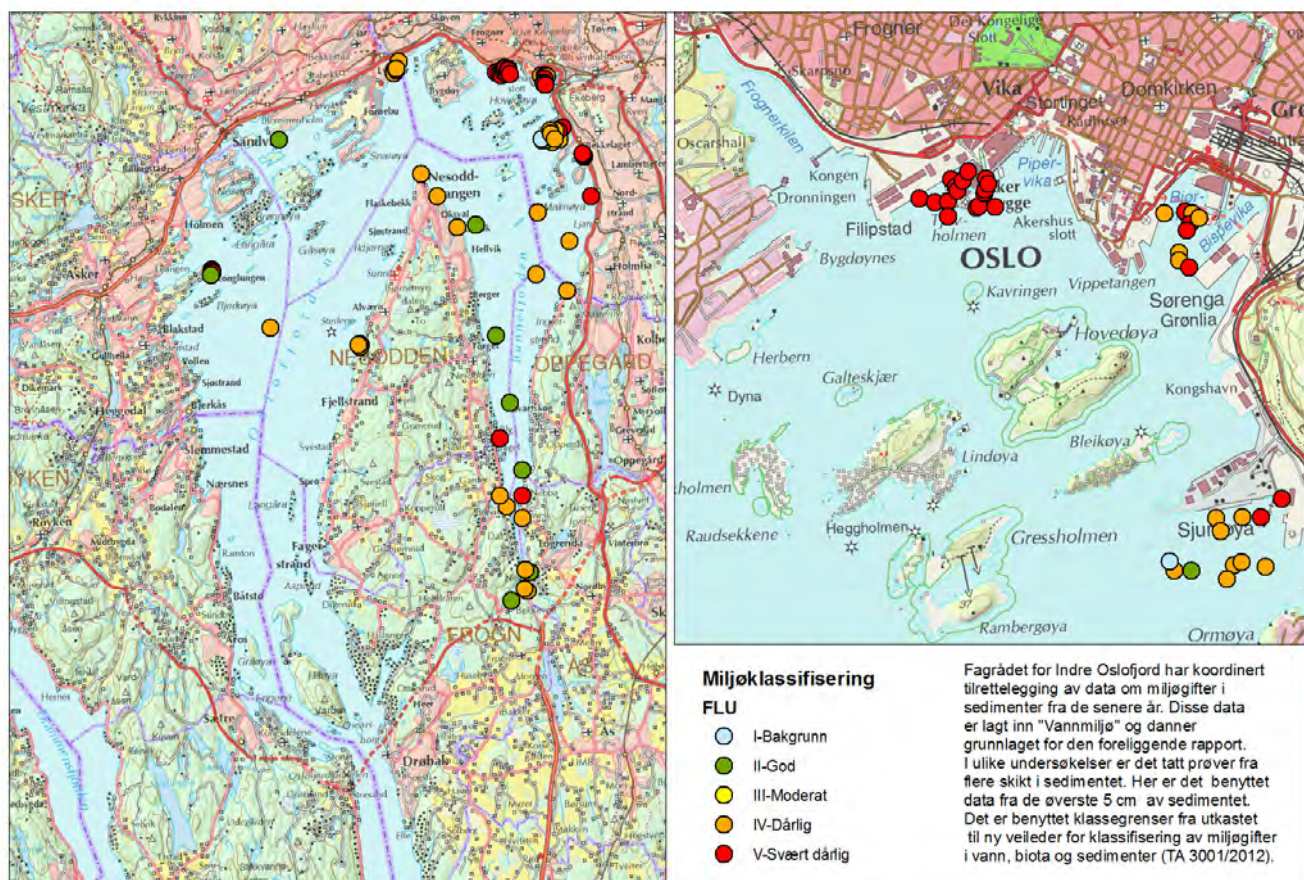
**Figur 24.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av acnaften i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.4 Fluoren



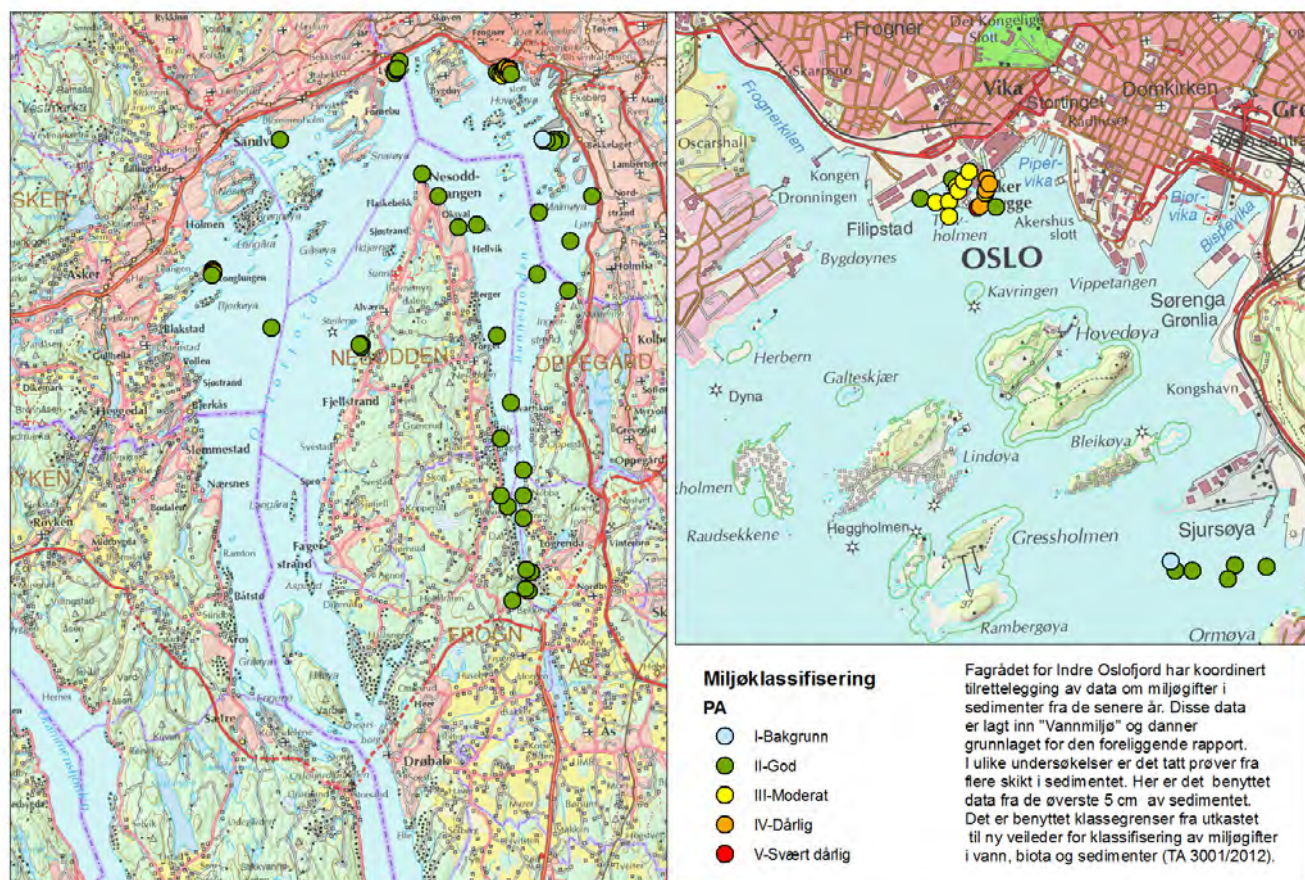
**Figur 25.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av fluoren i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.5 Fluranten



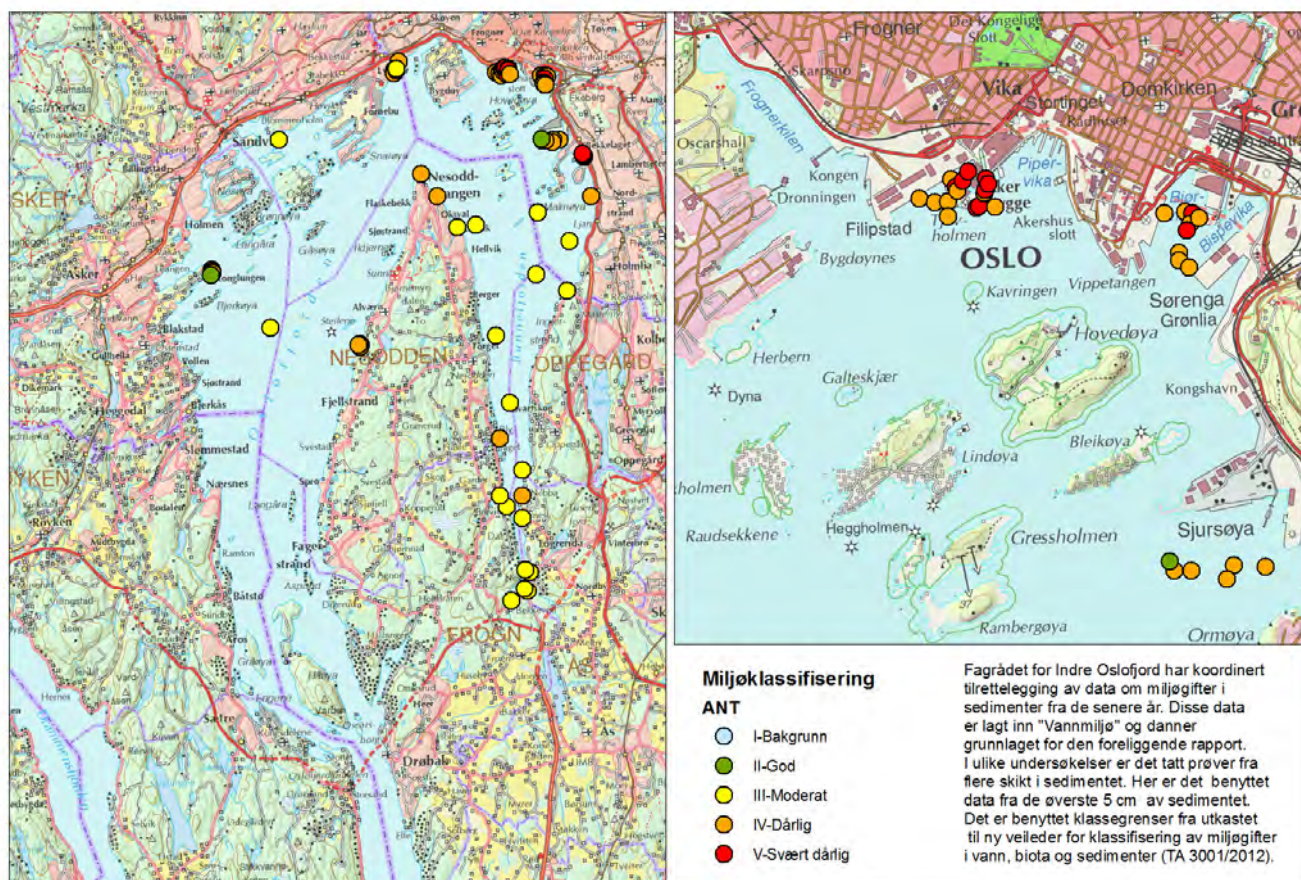
**Figur 26.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av fluranten i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.6 Fenantren



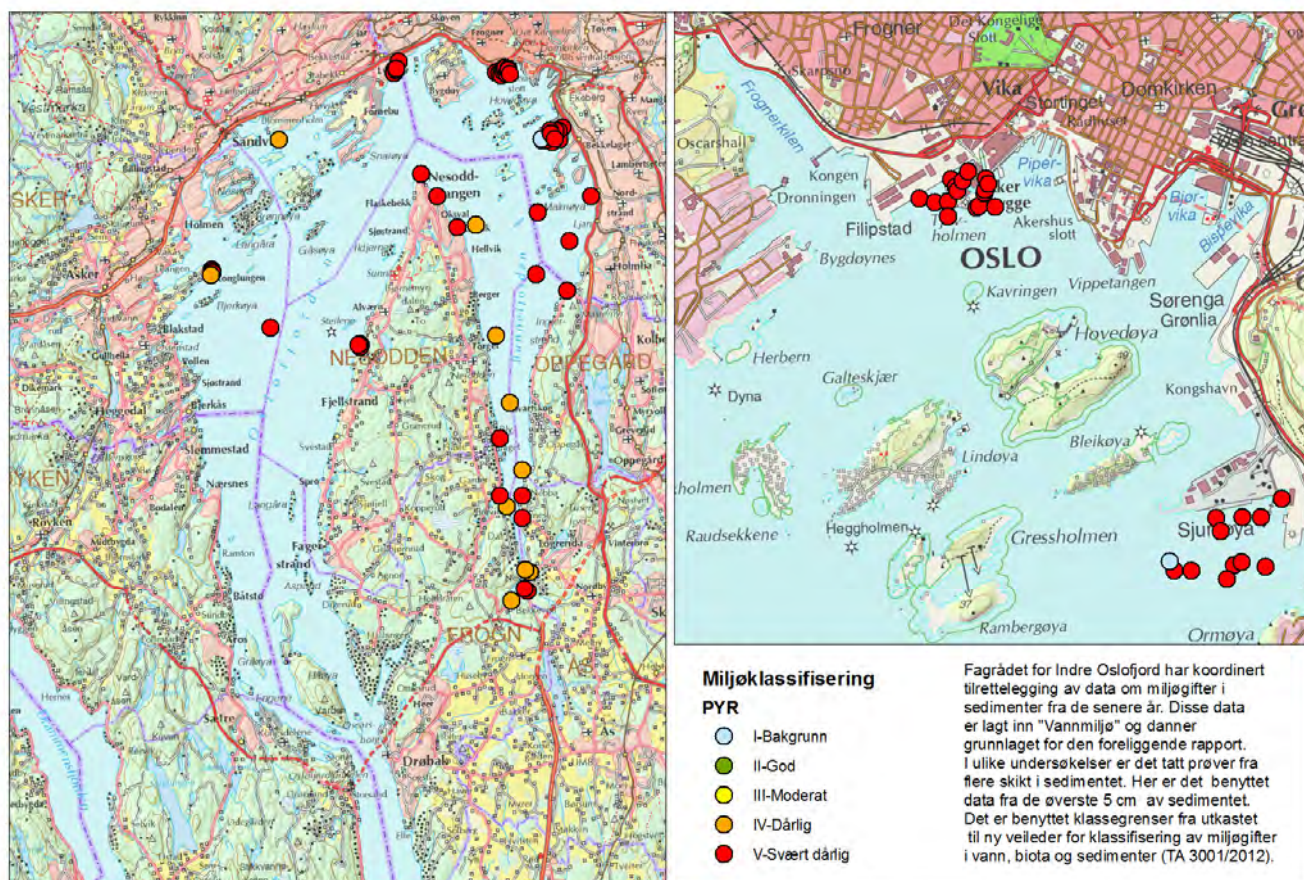
**Figur 27.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av fenantren i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.7 Antracen



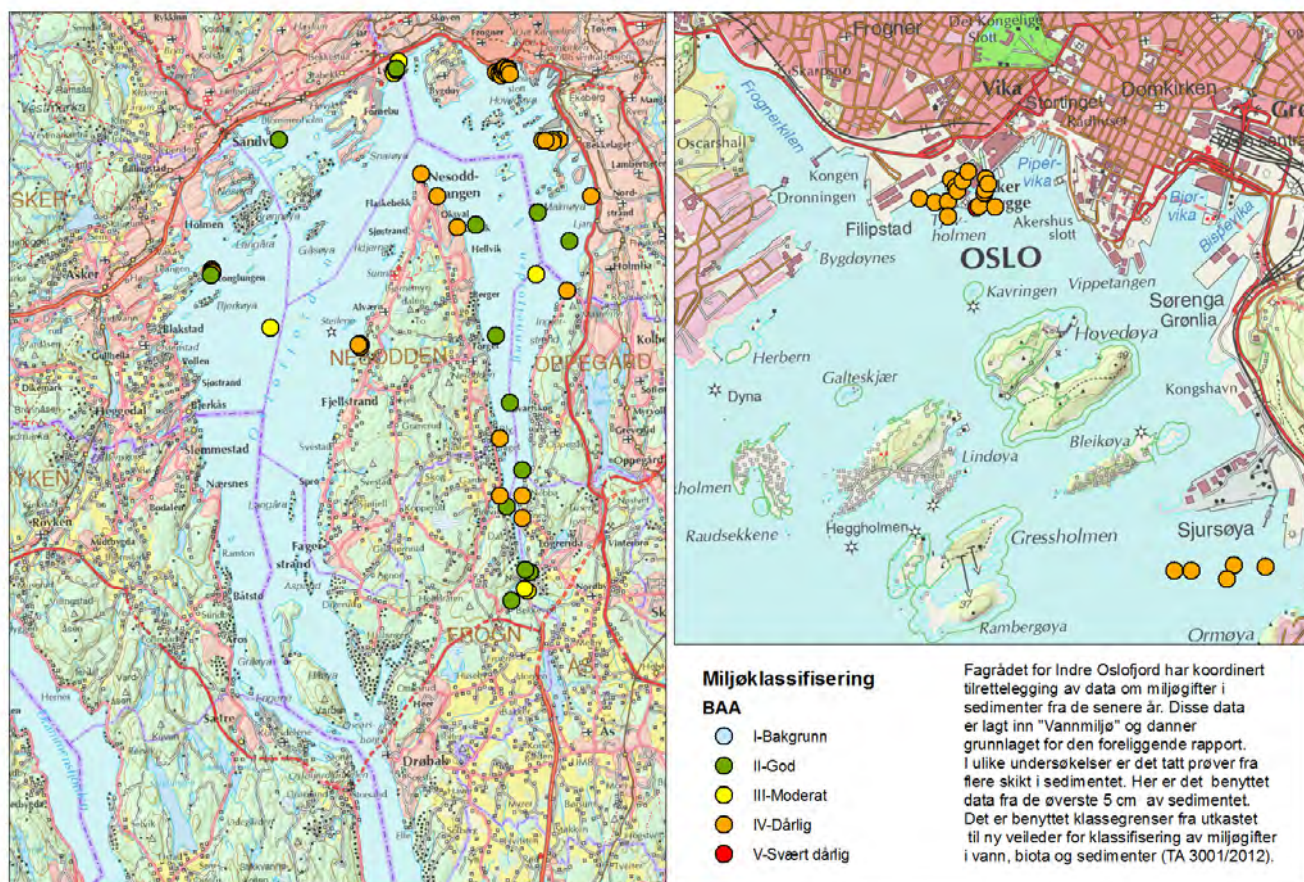
**Figur 28.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av antracen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.8 Pyren



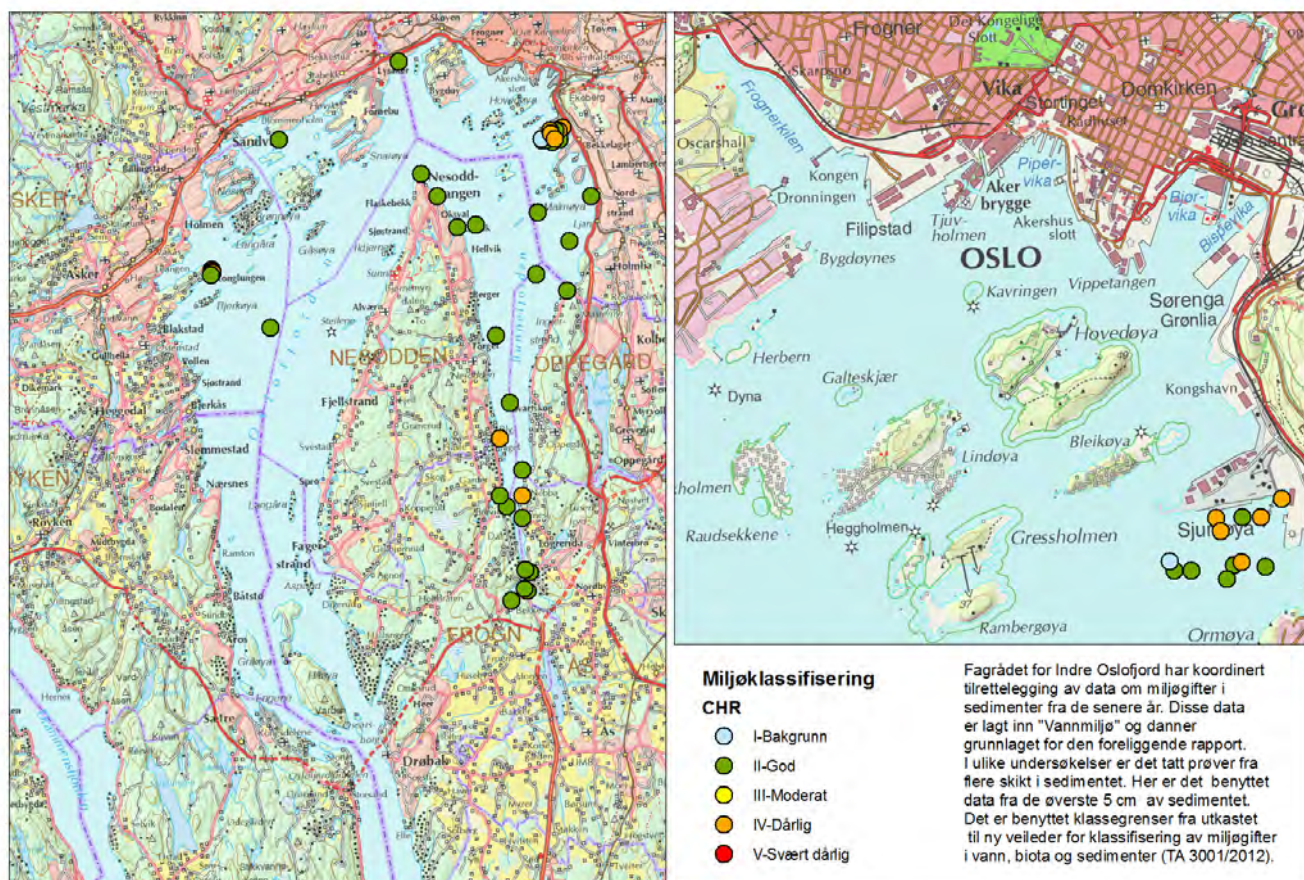
**Figur 29.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av pyren i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.9 Benzo(a)antracen



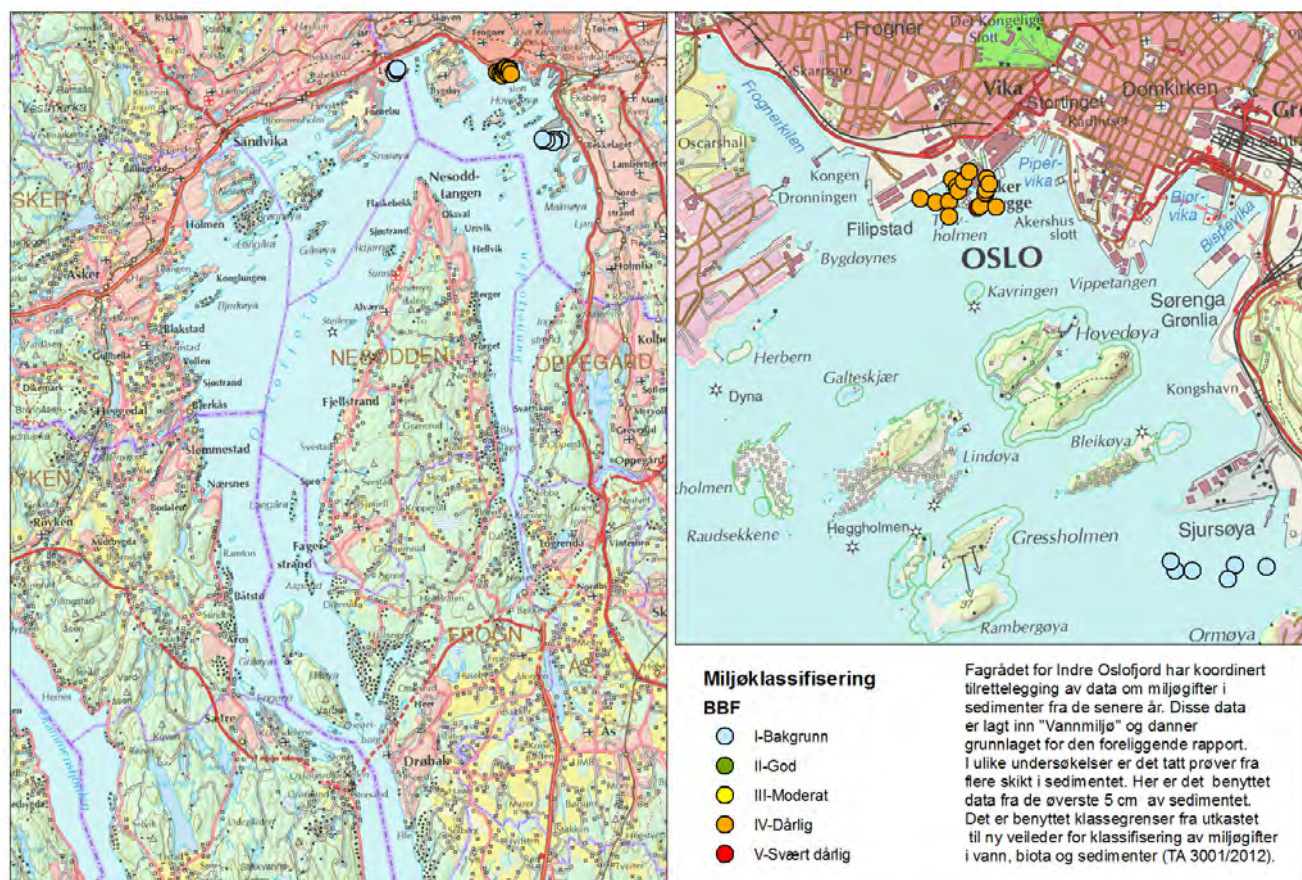
**Figur 30.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av benzo(a)antracen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.10 Crysen



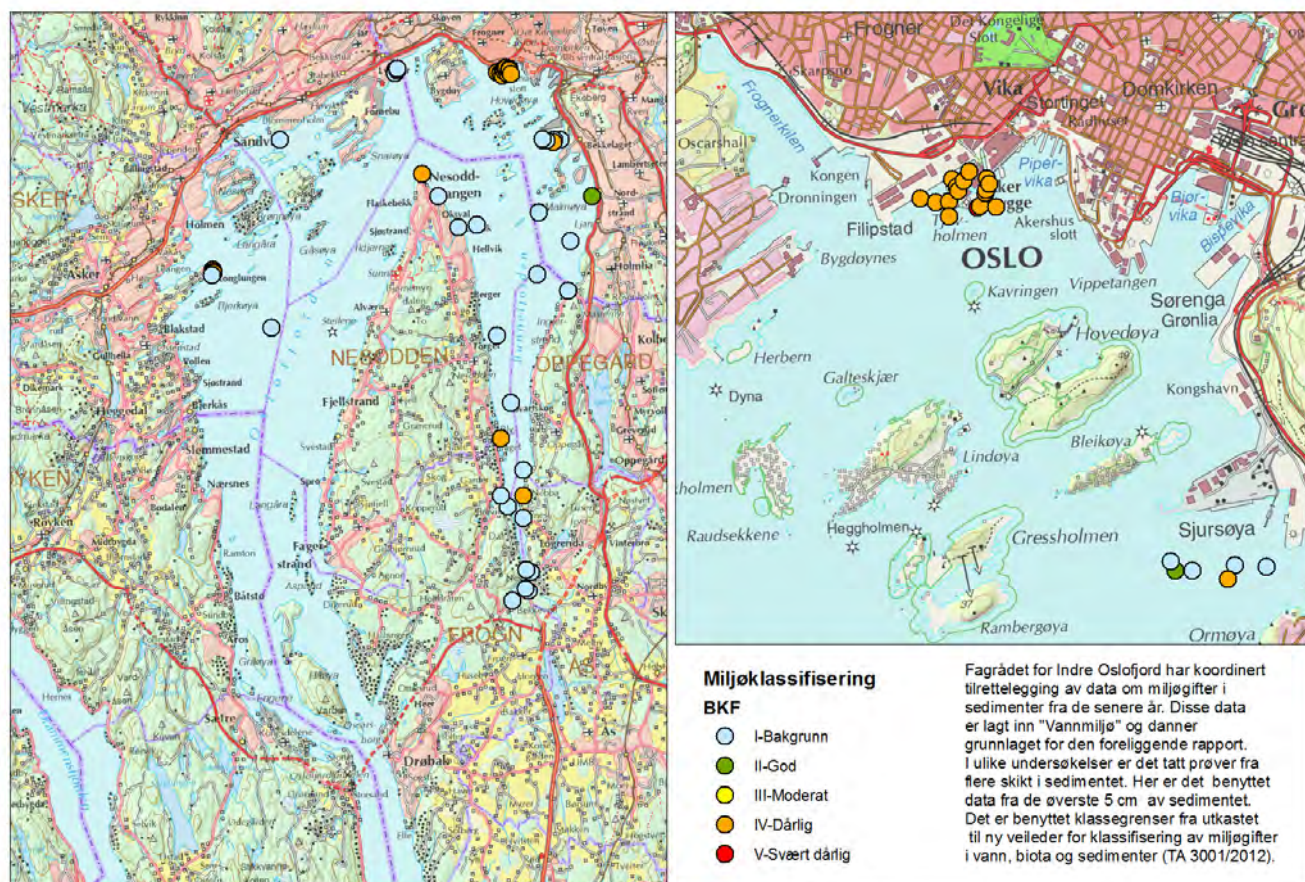
**Figur 31.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av crysen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.11 Benzo(b)fluoranten



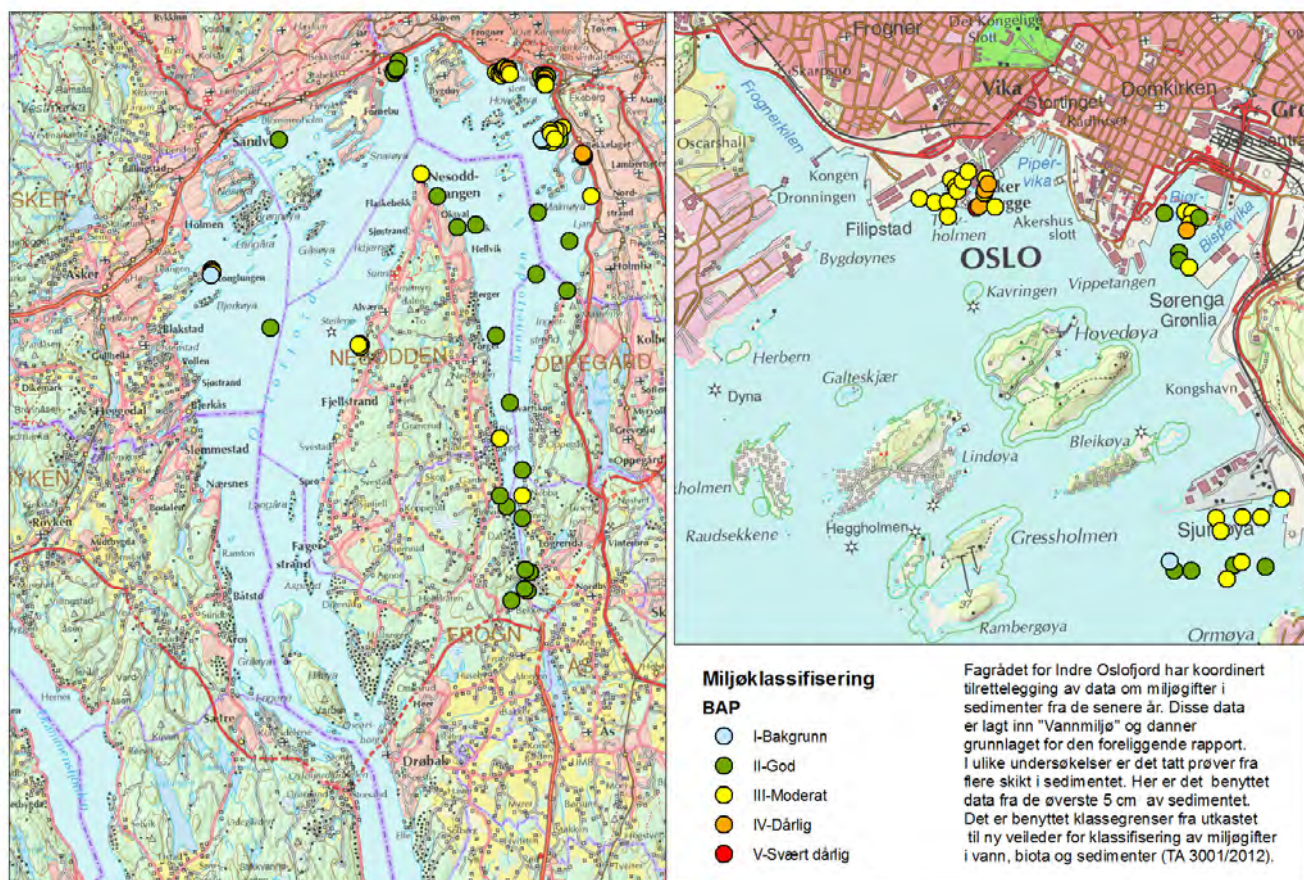
**Figur 32.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av benzo(b)fluoranten i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.12 Benzo(k)fluoranten



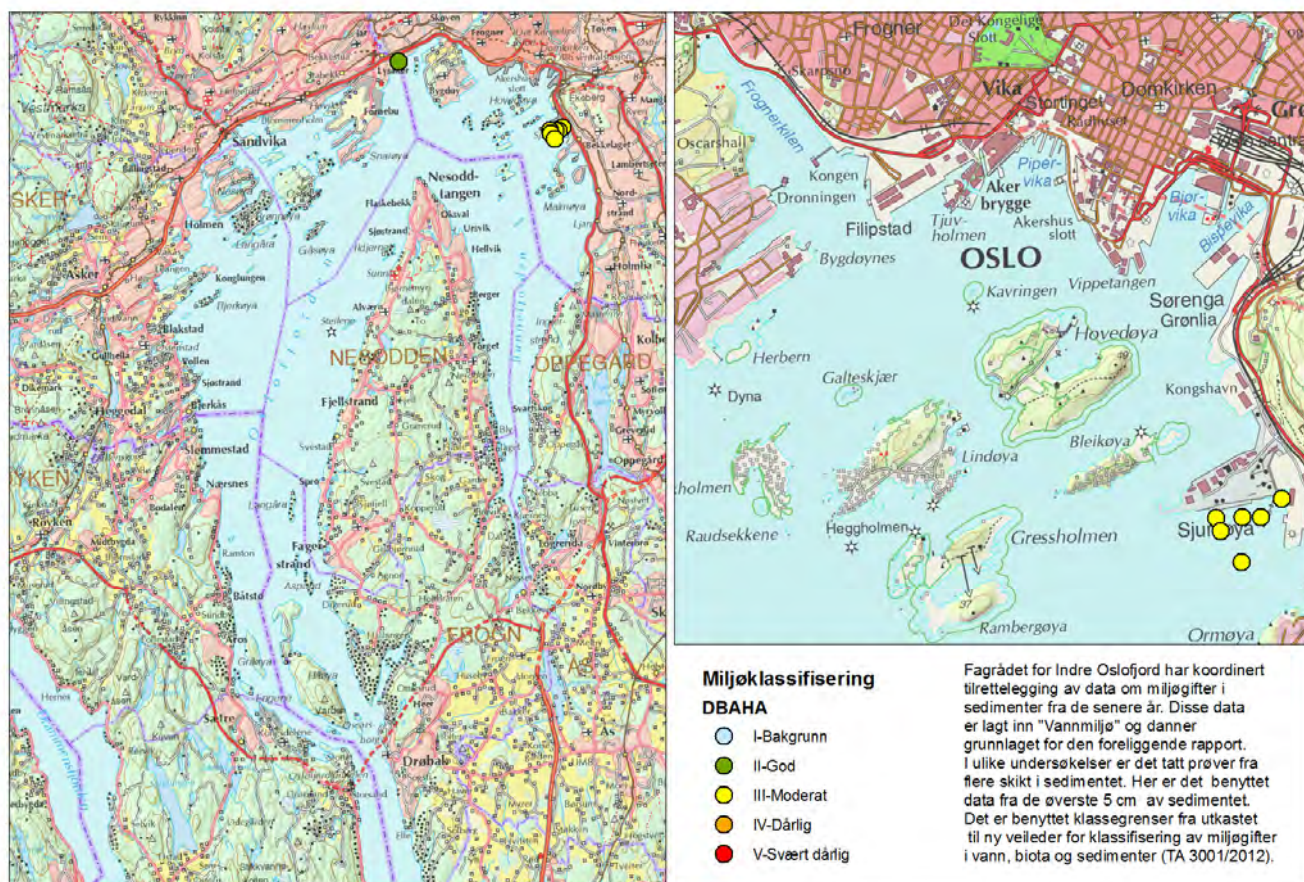
**Figur 33.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av benzo(k)fluoranten i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.13 Benzo(a)pyren



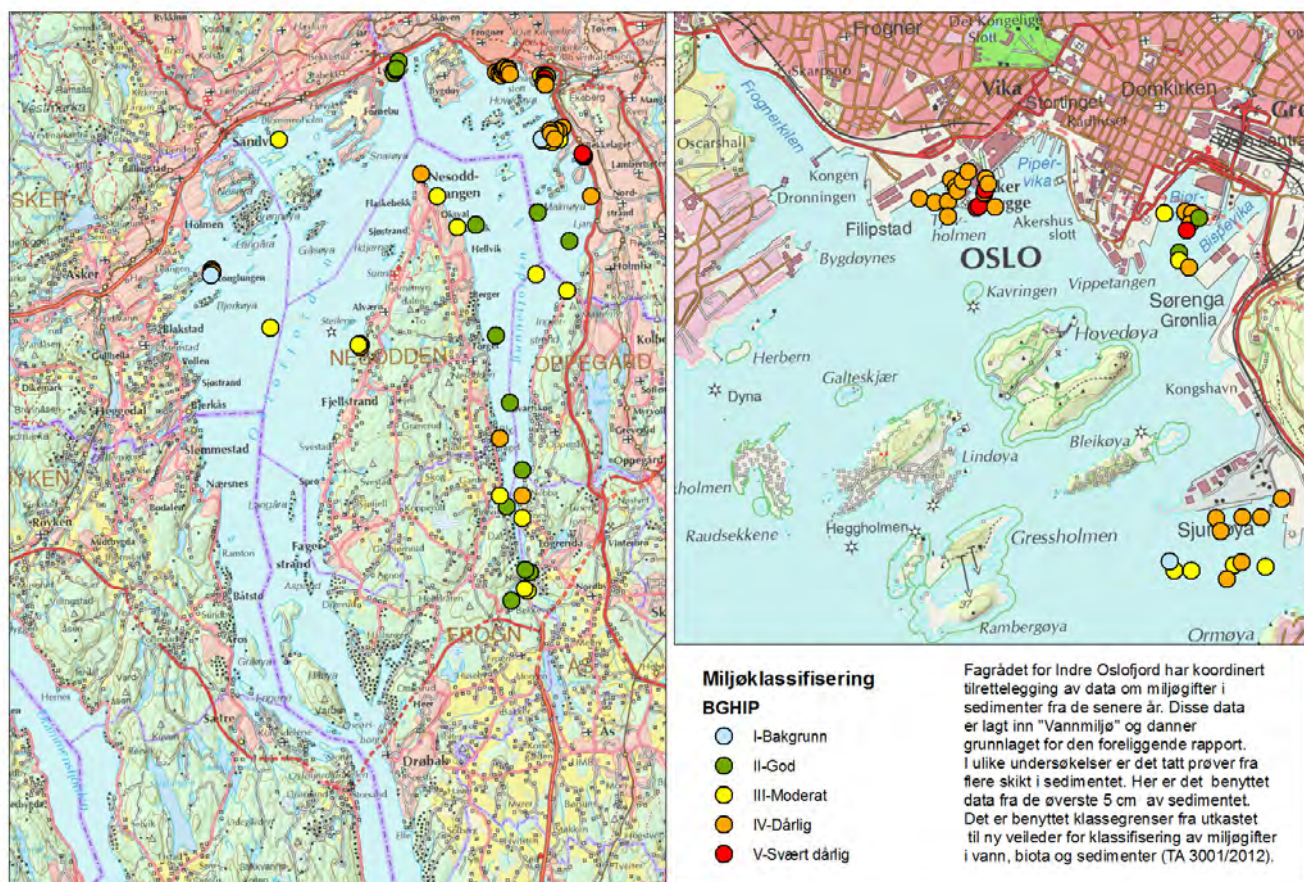
**Figur 34.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av benzo(a)pyren i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.3.14 Dibenzo(ah)antracen



**Figur 35.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av dibenzo(ah)antracen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

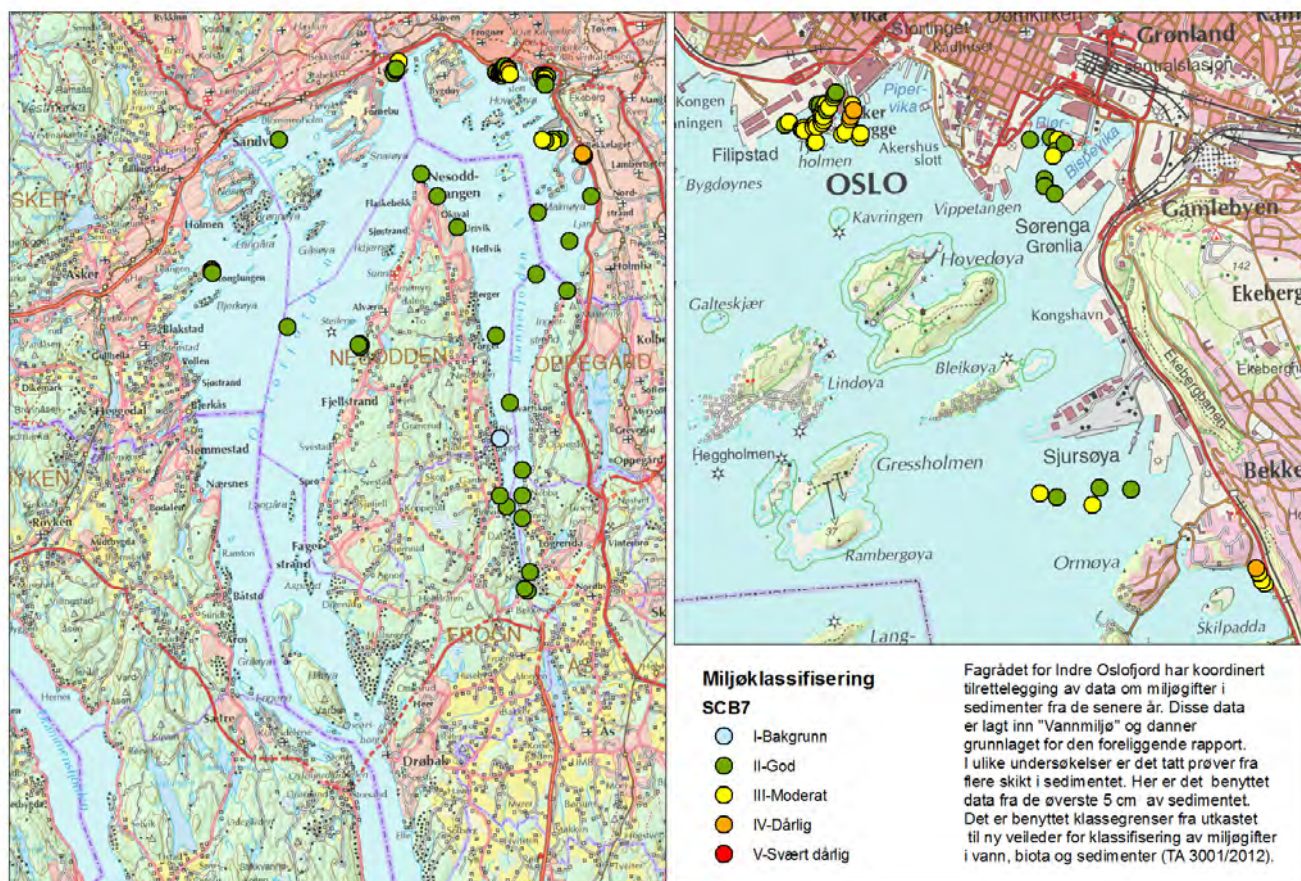
### 3.3.15 Benzo(ghi)perylene



**Figur 36.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av benzo(ghi)perylene i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

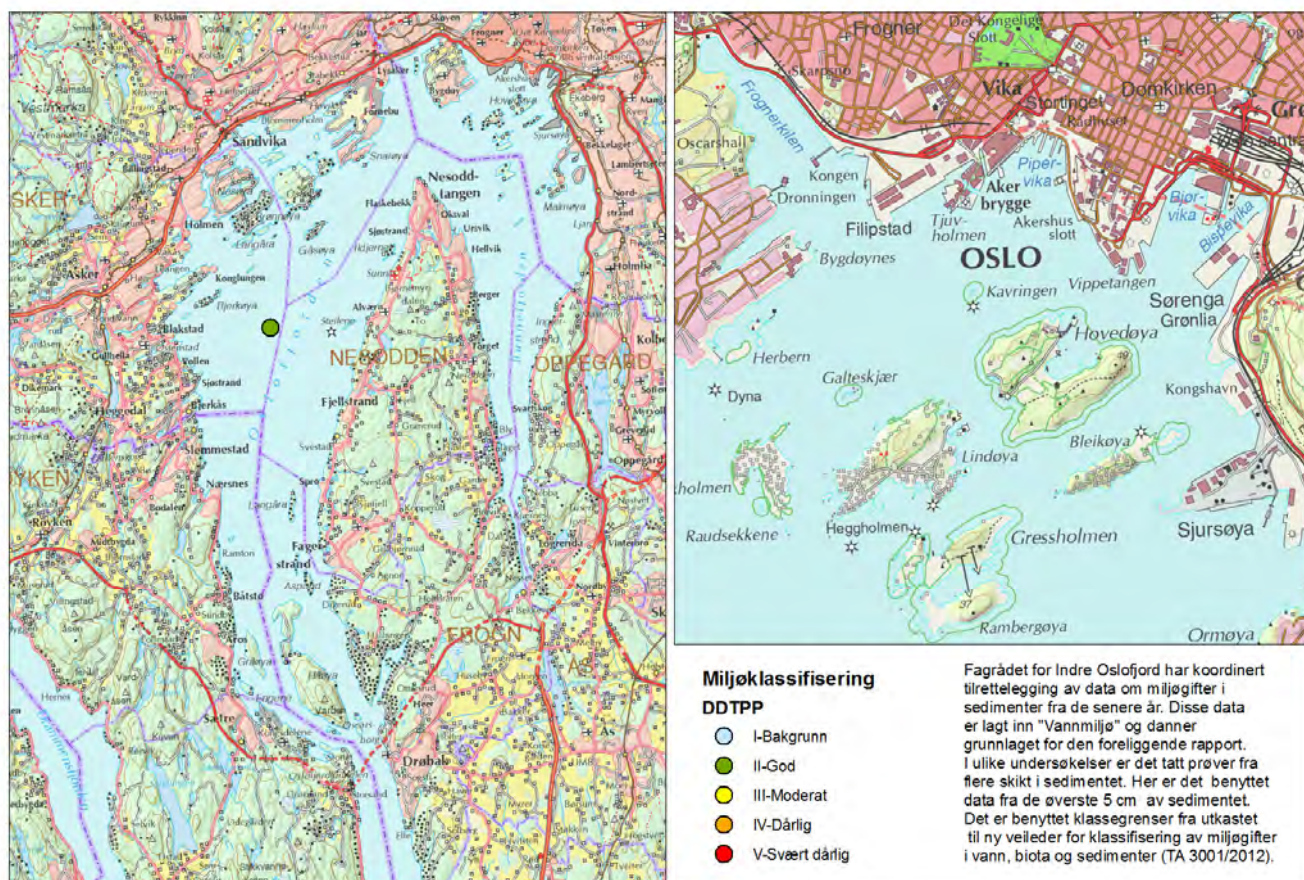
## 3.4 Klororganiske forbindelser

### 3.4.1 PCB



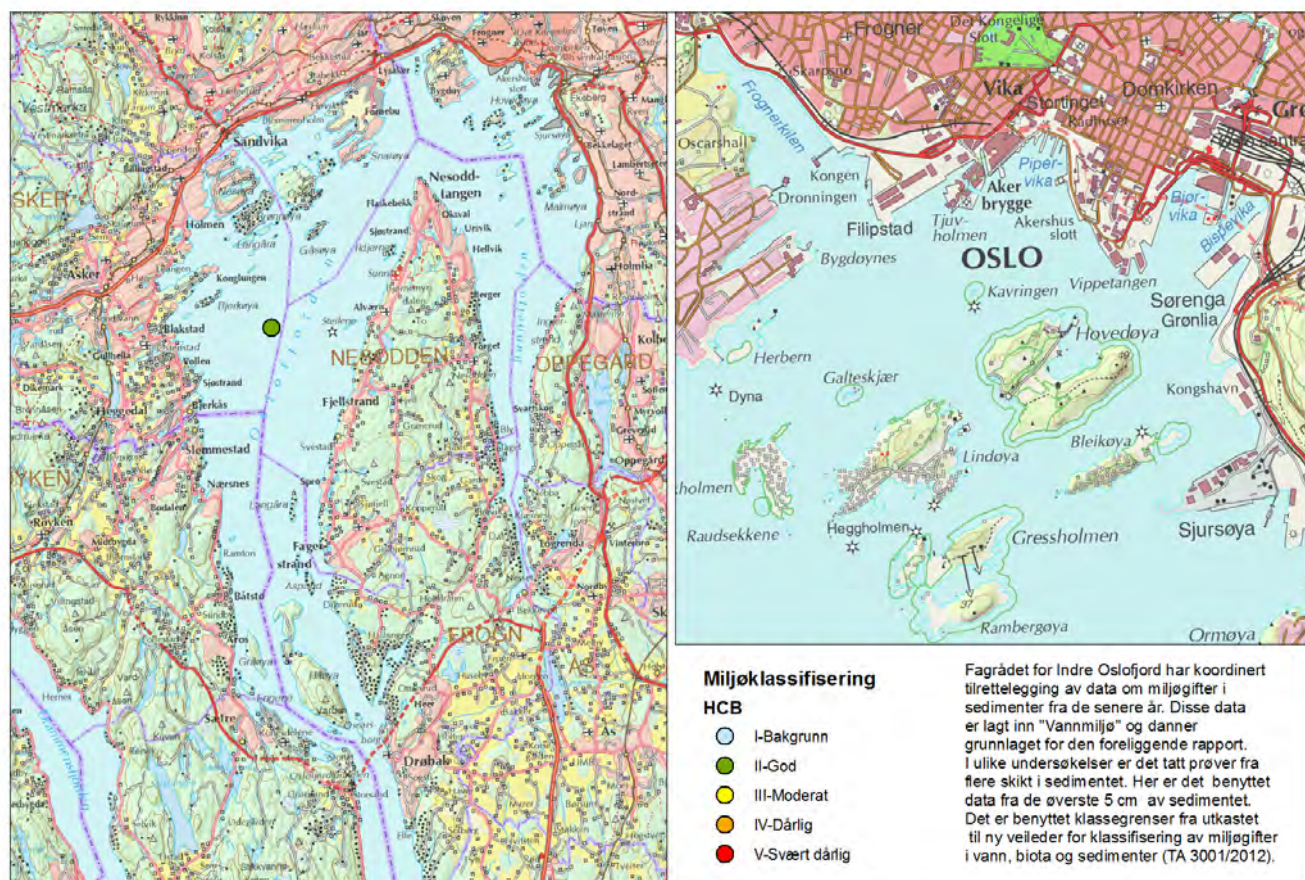
**Figur 37.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på Sum PCB (summen av konsentrasjonen av 7 ulike PCB kongenerer, dvs. kongenene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.4.2 DDT



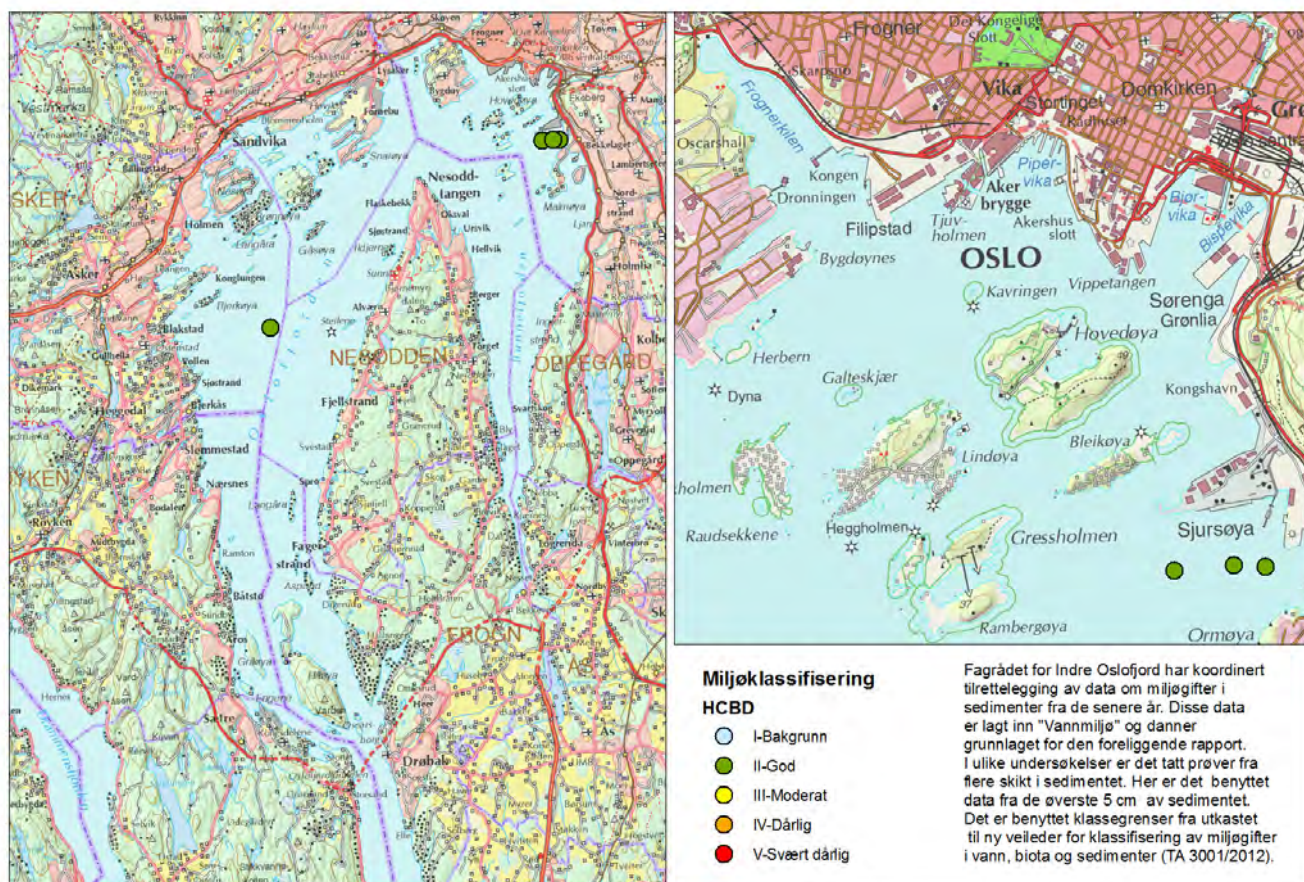
**Figur 38.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av pp-DDT i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.4.3 Heksaklorbenzen



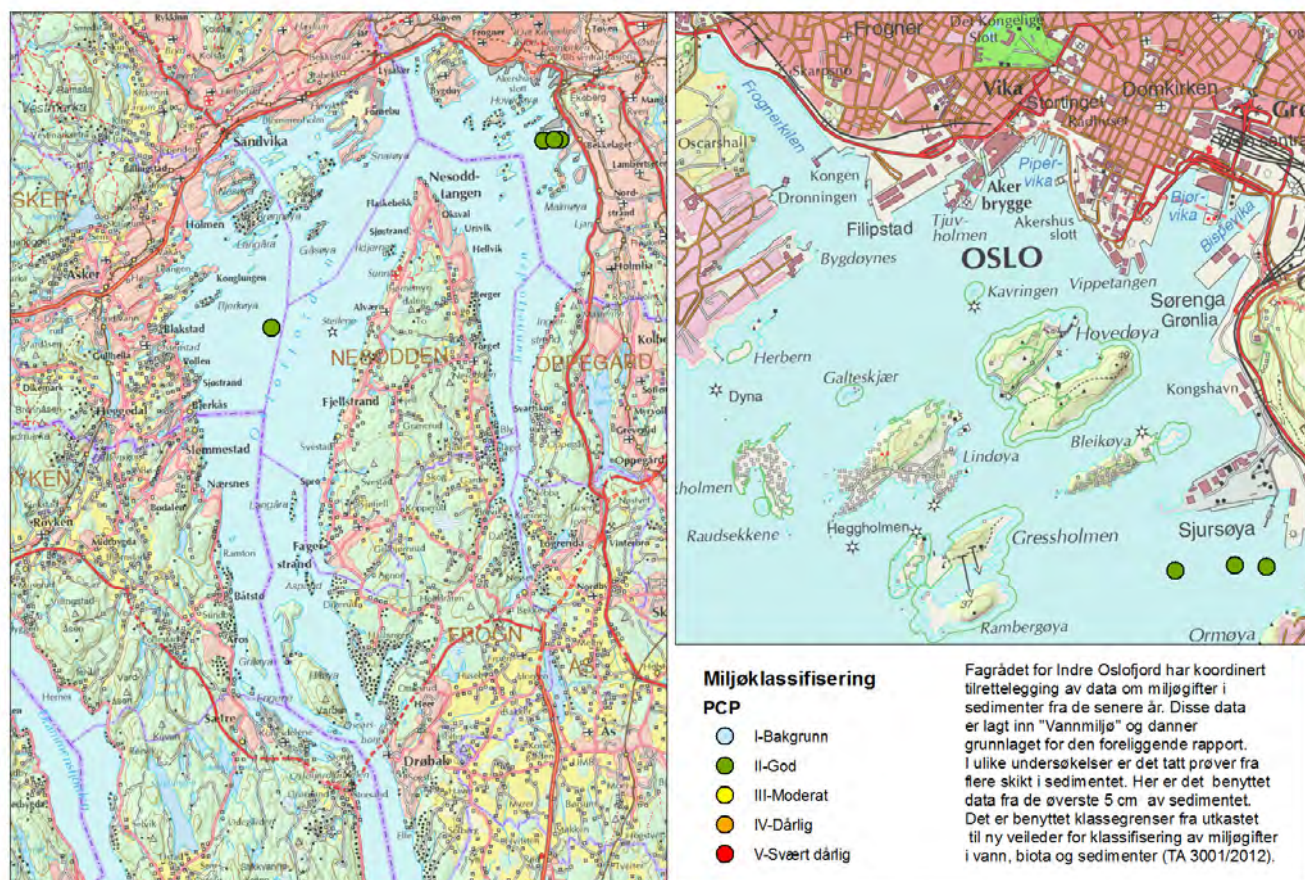
**Figur 39.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av heksaklorbenzen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.4.4 Heksaklorbutadien



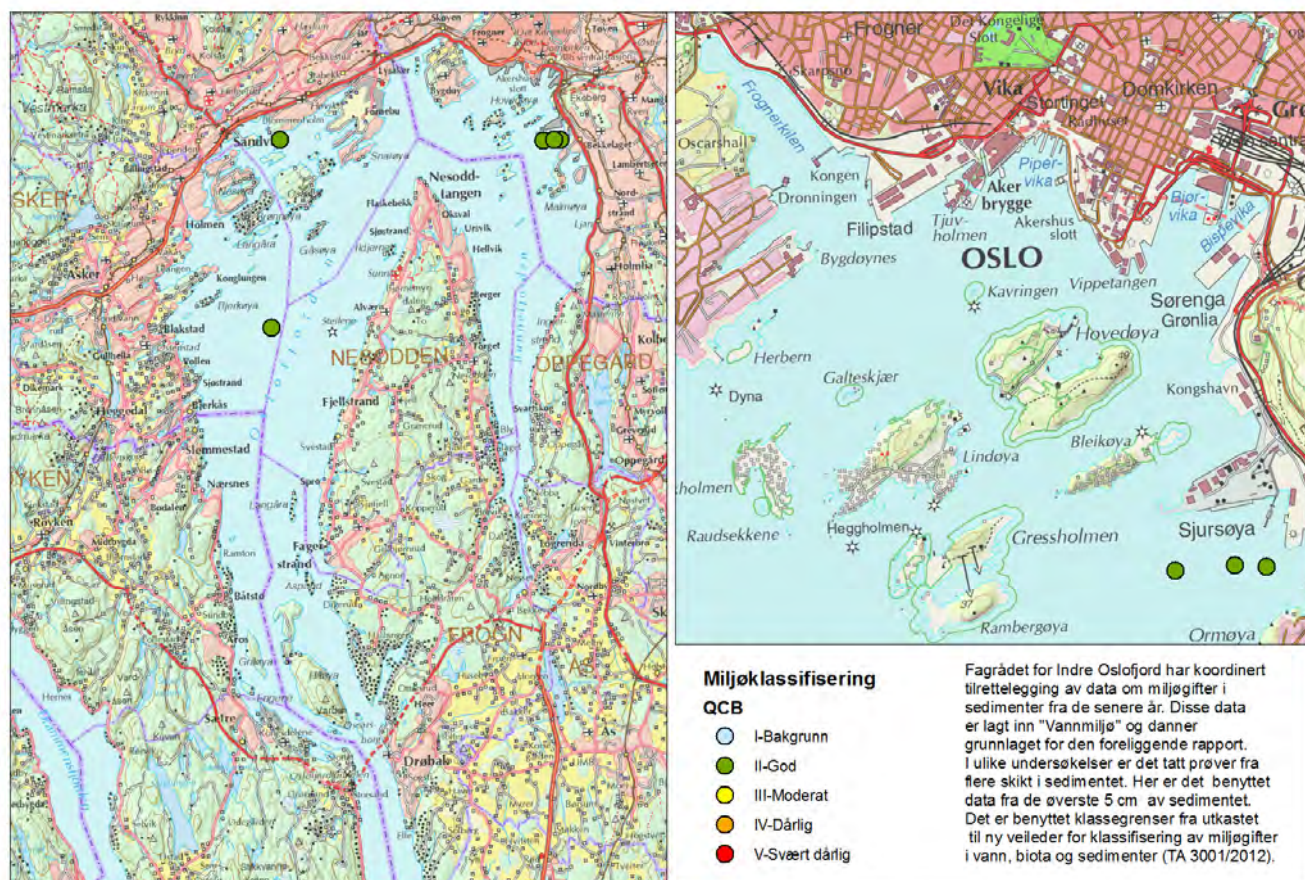
**Figur 40.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av heksaklorbutadien i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

### 3.4.5 Pentaklorfenol



**Figur 41.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av pentaklorfenol i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren

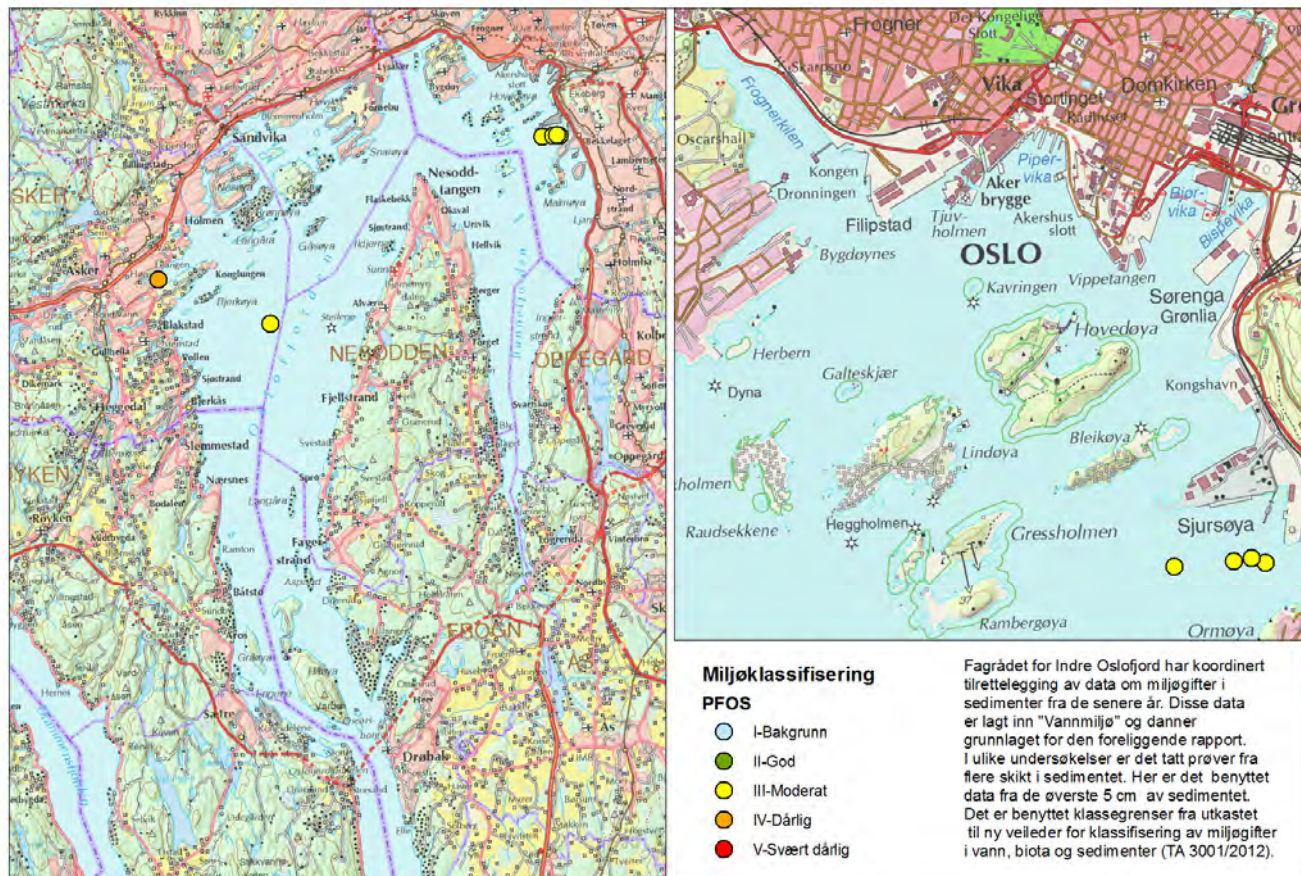
### 3.4.6 Pentaklorbenzen



**Figur 42.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av pentaklorbenzen i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

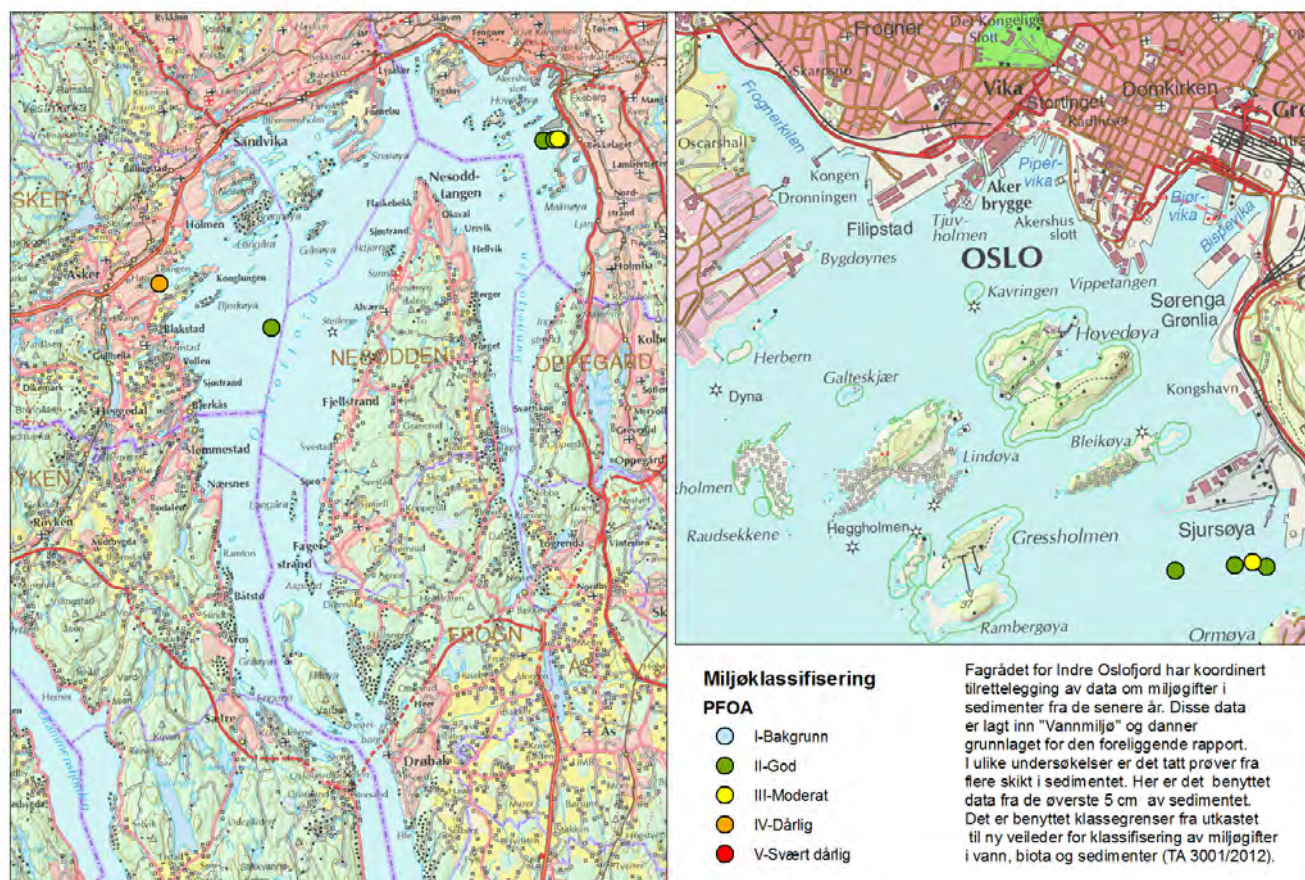
### 3.5 Perfluorerte forbindelser

#### 3.5.1 Perfluoroktylsulfonat (PFOS)



**Figur 43.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av perfluoroktylsulfonat (PFOS) i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

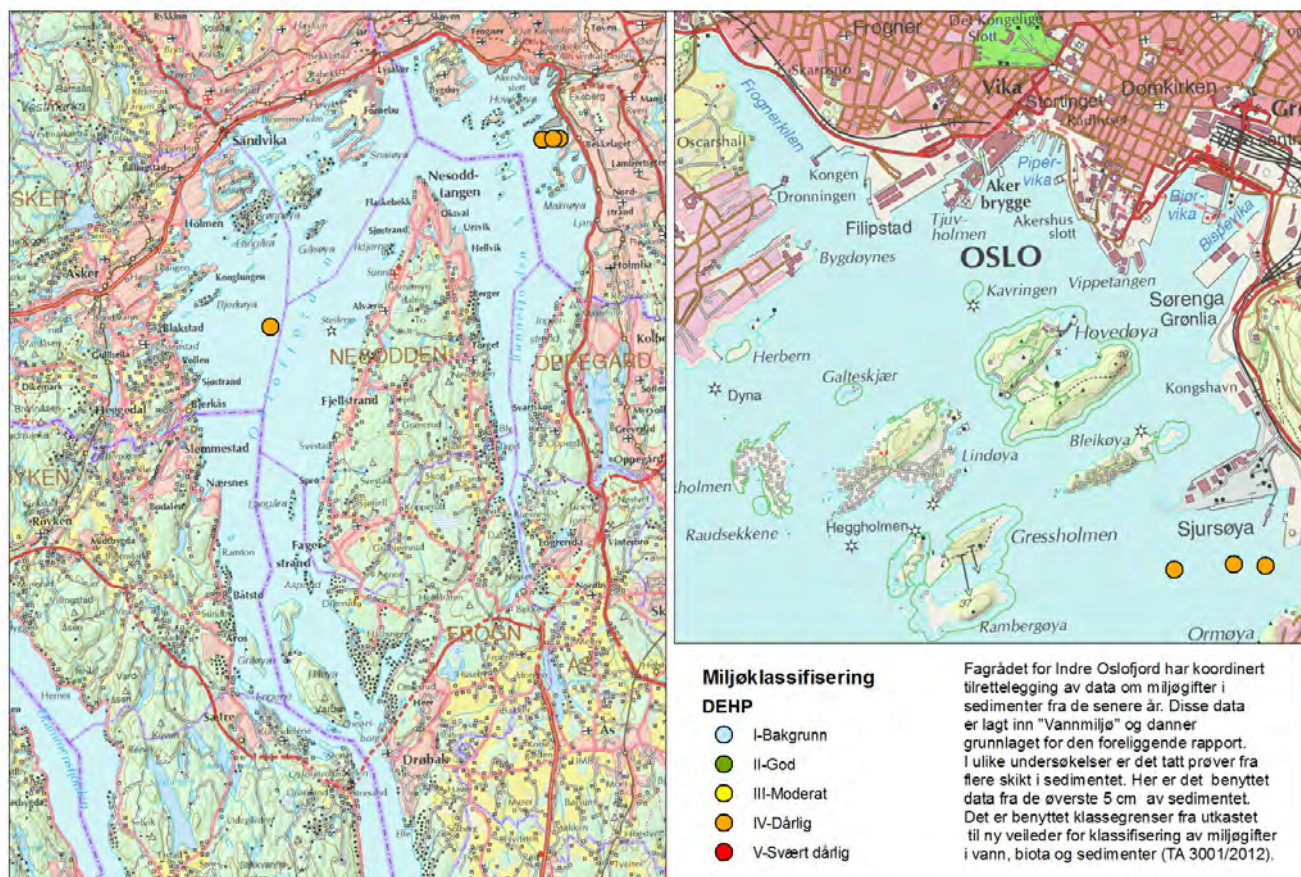
### 3.5.2 Perfluoroktylsyre (PFOA)



**Figur 44.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av perfluoroktylsyre i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

## 3.6 Ftalater

### 3.6.1 Di(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)



**Figur 45.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av di(2-etylheksyl)ftalat (DEHP) i de øverste 5 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

## 3.7 Sammenfatning - tilstand i overflatesediment (0-5 cm)

Stasjonene som det er vist resultater fra (**Figur 14** - **Figur 45**) er de som var innlagt i Vannmiljø 4-9 april 2013 og skriver seg fra ulike prosjekter med ulik målsetning. Stasjonene i Bunnefjorden ble i sin tid valgt med tanke på en generell karlegging, mens stasjonene andre steder er mer knyttet til «lokale problemer» (eksempel funn av såkalte gifttønner ved Steilene). Dette betyr at stasjonene ikke er distribuert jevnt i fjorden og store områder, blant annet i Vestfjorden, mangler registreringer. Det er derfor med unntak av Bunnefjorden problematisk å bruke resultatene til å gi et generelt bilde av miljøsituasjonen i sediment over større områder utover det som hver stasjon gir. Resultatene kan dermed med unntak av der stasjonene ligger tett (som i deler av Oslo Havn) ikke benyttes til å påvise «hotspots».

Setter man som mål at alle sedimentstasjoner skal kunne klassifiseres til moderat miljøtilstand eller bedre betyr dette at en må gjøre tiltak knyttet til 51 % av registreringene (se **Tabell 15**). I **Figur 46** ses hvordan disse registreringene fordeler seg på den enkelte stasjon. Merk imidlertid at antall parametre som er målt på hver stasjon er høyst forskjellige. Figuren må derfor ses i sammenheng med **Figur 47** som viser gjennomsnittlig tilstandsklasse for alle parametrene som er analysert på hver stasjon med unntak av TBT som lå i tilstandsklasse V på alle stasjoner (**Figur 21**).

Basert på gjennomsnittlig tilstandsklasse for alle målte parametre kommer Bunnefjorden relativt godt ut (**Figur 47**). Dette gjelder spesielt for metaller (**Figur 48**), men også for PAH-forbindelser (**Figur 49**), selv om en stasjon ved Blylaget og Speilodden kommer noe dårligere ut.

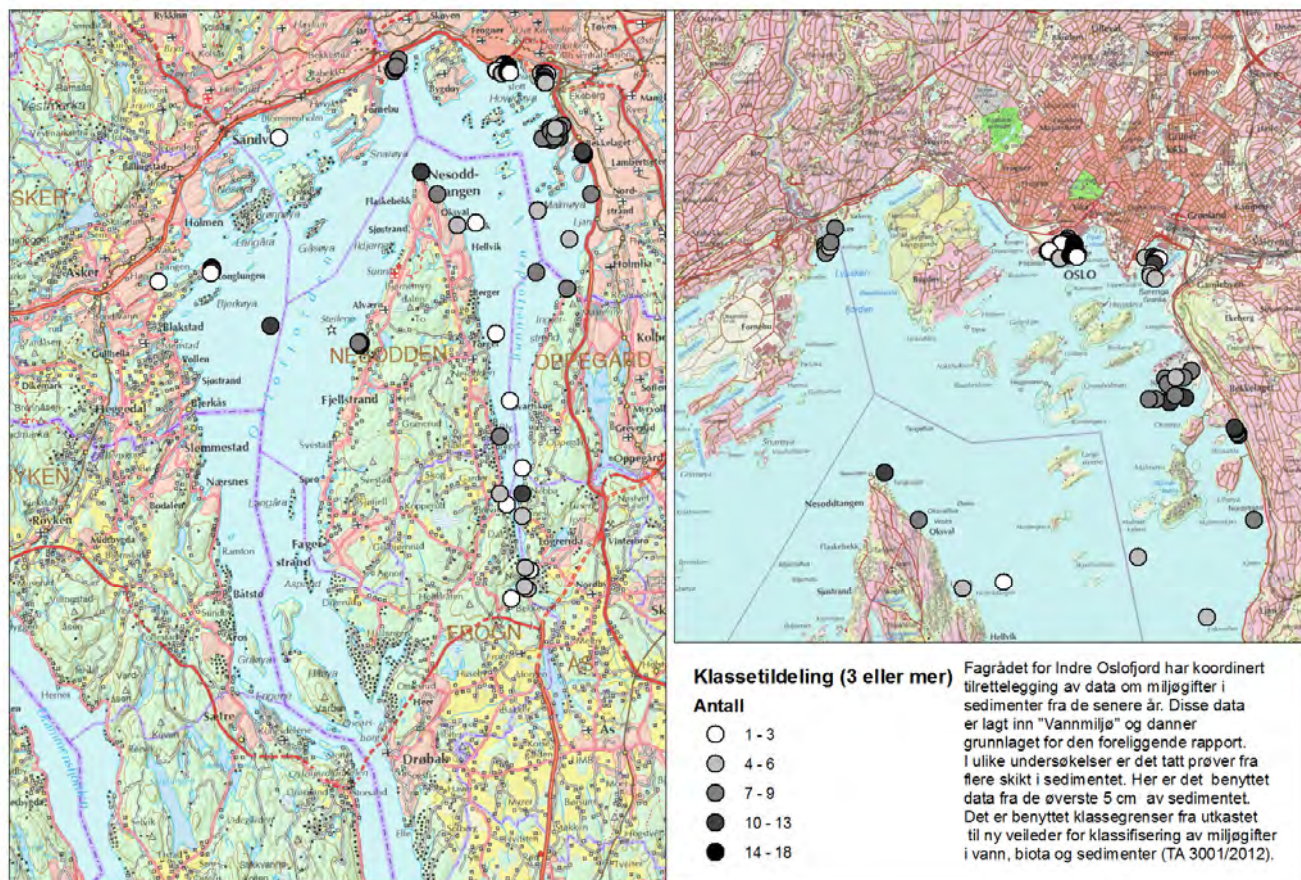
Den ene stasjonen i Bærumsbassenget kommer også relativt godt ut når det gjelder midlere tilstandsklasse (**Figur 47**). Stasjonen innerst i Leangbukta kommer dårlig ut (**Figur 47**). På denne stasjonen er det imidlertid kun analysert for to forbindelser (PFOS og PFOA) og begge forbindelser ble klassifisert til klasse IV. Denne stasjonen ligger i et område med en meget stor båthavn og preges trolig at utslipp av småbåtrelaterte forbindelser som TBT og kobber, men det foreligger altså ikke analyser av slike forbindelser i datagrunnlaget fra Vann-nett.

Ved Konglungen og ved Steilene er det relativt tett med stasjoner i et lite område. For å kunne skille disse stasjonene har en laget egne kartutsnitt (**Figur 50** til **Figur 53**). Resultatene tyder på at en på i alle fall 2 stasjoner ved Konglungen på gjennomsnittsbasis for alle miljøgiftene har en relativt dårlig miljøtilstand (**Figur 51**). Den dårlige tilstanden skyldes i hovedsak PAH (**Figur 52**) og ikke metaller (**Figur 53**). Alle de fire stasjonene ved Steilene har dårlig miljøtilstand basert på gjennomsnittlig tilstandsklasse (**Figur 51**). I dette område skyldes dette både PAH og metaller (se **Figur 52** og **Figur 53**).

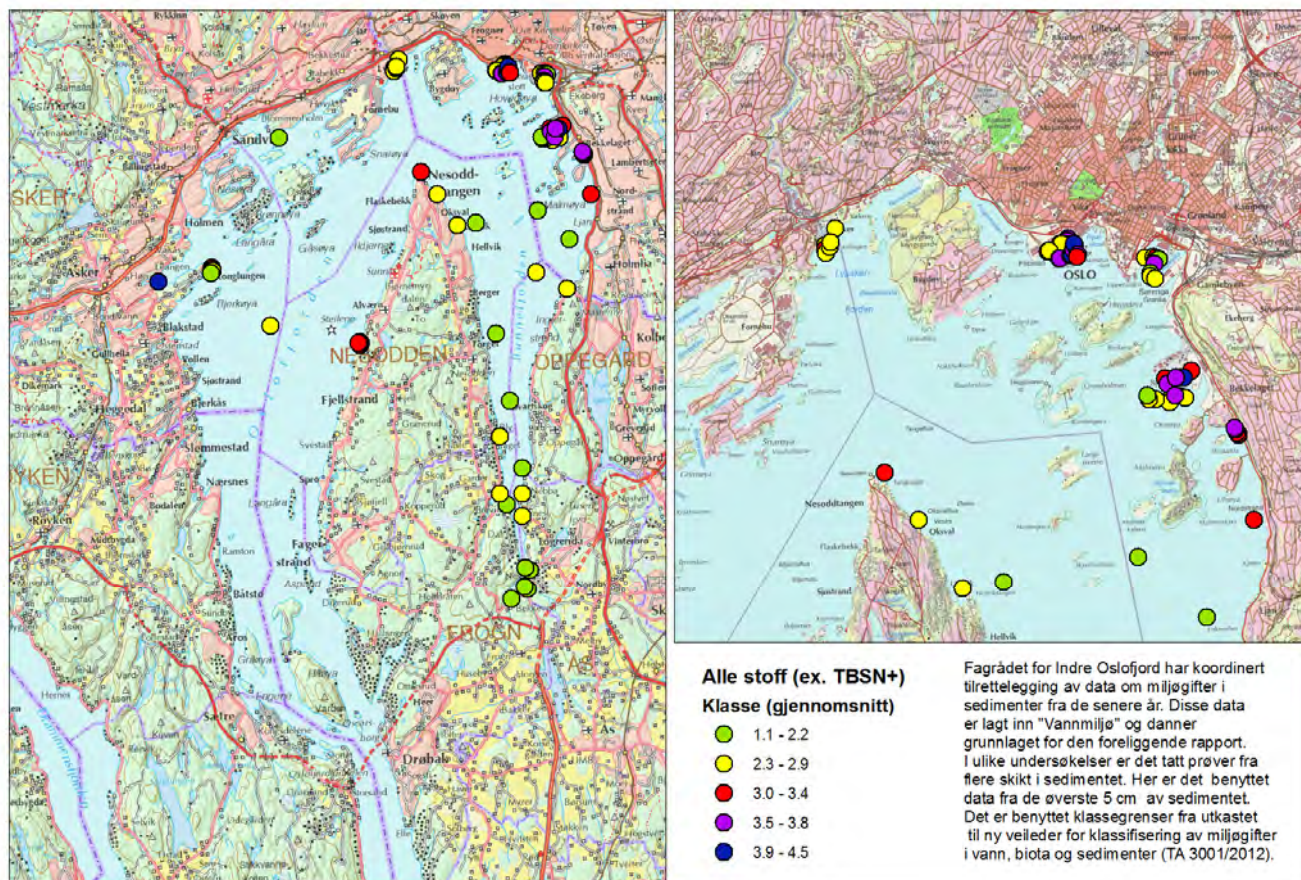
På stasjonen sentralt i Vestfjorden har en relativt mange registreringer med tilstandsklasse 3 eller mer (**Figur 46**). Gjennomsnittlig tilstandsklasse basert på alle registreringene er imidlertid relativt lavt (**Figur 47**). Det samme gjelder dersom en kun ser på metaller (**Figur 48**) og PAH (**Figur 49**). Stasjonene ved Lysaker har en del registreringer i tilstandsklasse 3 eller høyere (**Figur 46**). Gjennomsnittlig tilstandsklasse på stasjonene ved Lysaker er likevel lav. Dette skyldes i hovedsak relativt lave PAH-konsentrasjoner, med unntak av fluranten (**Figur 26**), antracen (**Figur 28**) og pyren (**Figur 29**). Pyren er en forbindelse som går igjen med høye konsentrasjoner på så godt som alle stasjoner (**Figur 29**). Ser en på metallene alene er gjennomsnittlig tilstandsklasse relativt høy (**Figur 48**) og skyldes i hovedsak kvikksølv (**Figur 15**), sink (**Figur 17**) og kobber (**Figur 18**).

Samlet sett ut fra data fra de øverste 5 cm av sedimentet ble hotspots (her definert som stasjoner som har en gjennomsnittlig tilstandsklasse på 3,5 eller høyere, se **Figur 47**) i hovedsak funnet i Oslos havneområde (Filipstad/Aker brygge, Bispevika, Bekkelagsbassenget syd for Sjursøya og i Paddehavet) og i Leangbukta (data kun for to parametre). I Paddehavet var den dårlige miljøtilstanden i hovedsak knyttet til PAH (**Figur 49**) og ikke metaller (se **Figur 48**).

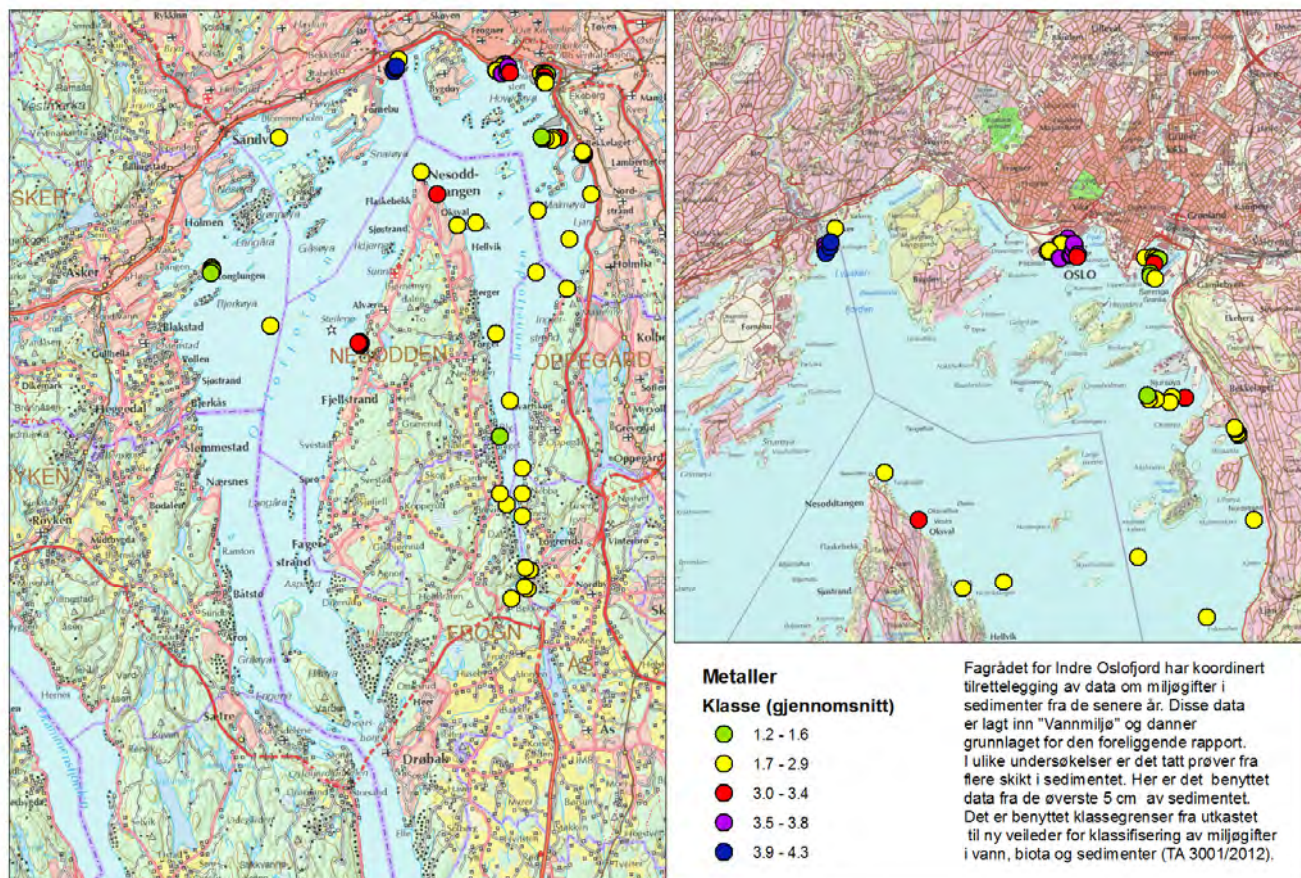
Høye konsentrasjoner i sedimentene (klasse 3 eller dårligere) utløser ikke nødvendigvis krav om nye tiltak. Iallfall ikke før en eventuell risikovurdering etter TA2802/2011 virkelig viser at konsentrasjonen utgjør en trussel for marint liv eller human helse. I siste instans vil det også være en vurdering av økonomisk forsvarlighet.



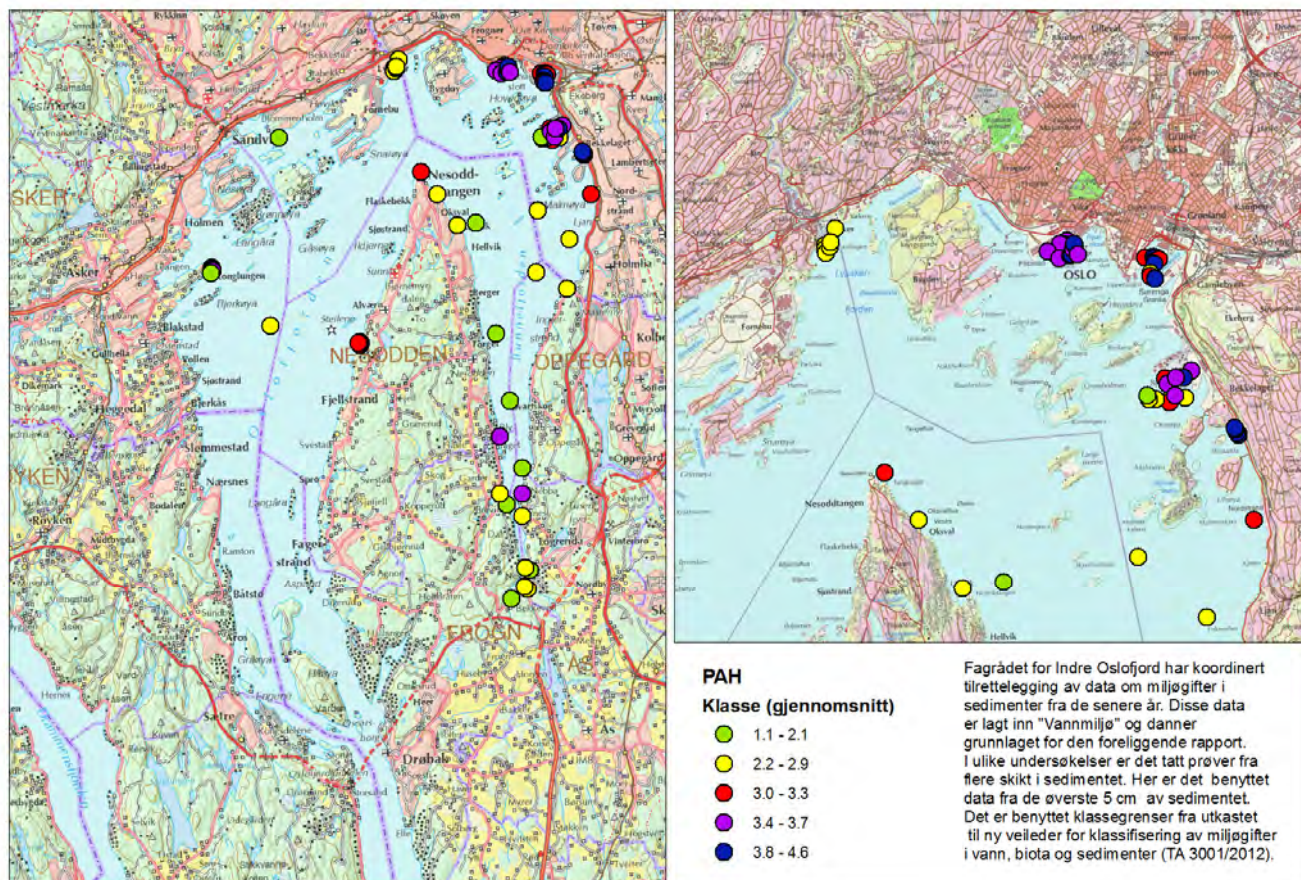
**Figur 46.** Geografisk fordeling av klasseinndeling for registreringer som er klassifisert til klasse III eller høyere. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for antall registreringer >klasse II er vist. Merk at det totale antall registreringer ikke er det samme for hver stasjon. Figuren må derfor ses i sammenheng med **Figur 47**.



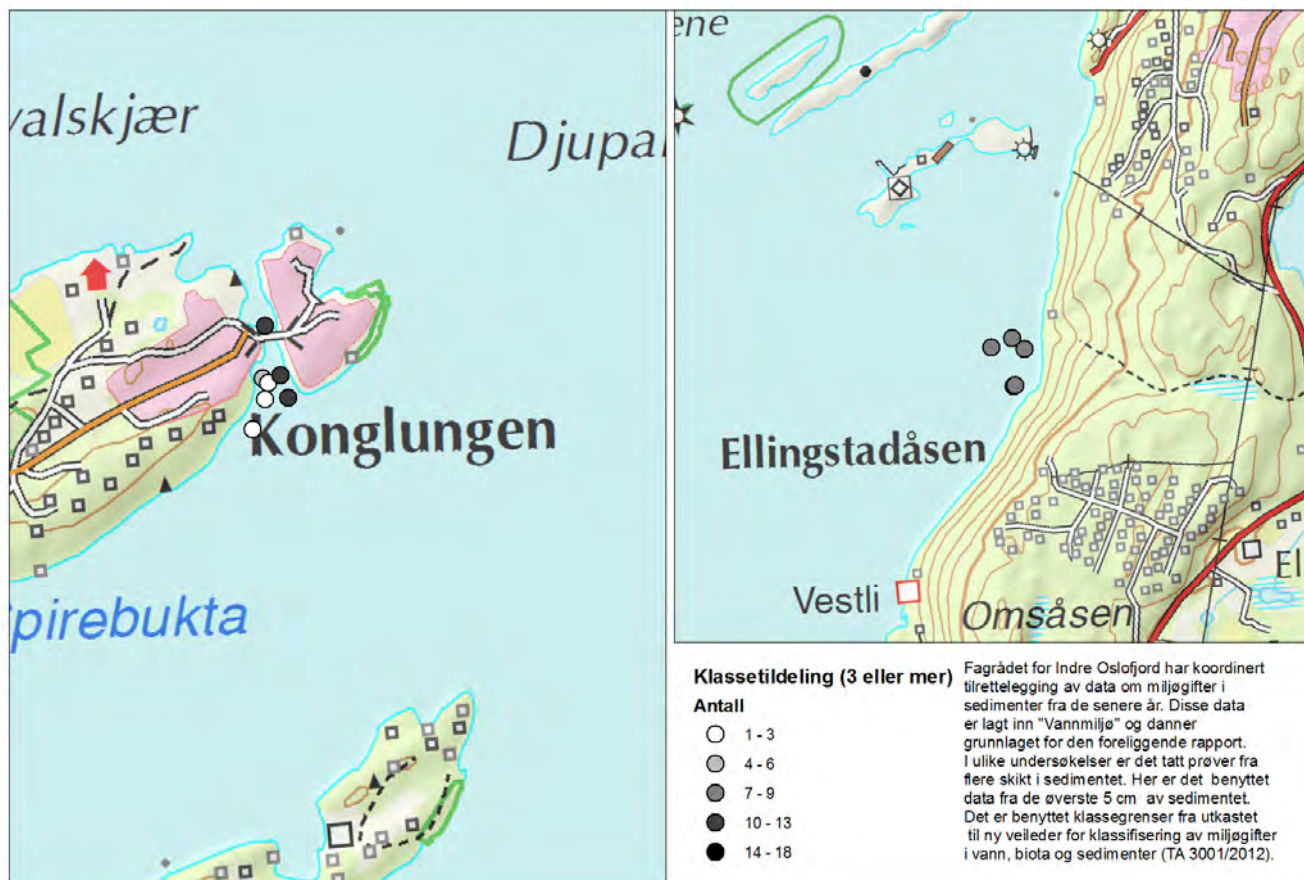
**Figur 47.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle forbindelser registrert på hver enkelt stasjon med unntak av tinnorganiske forbindelser (TBSN+). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



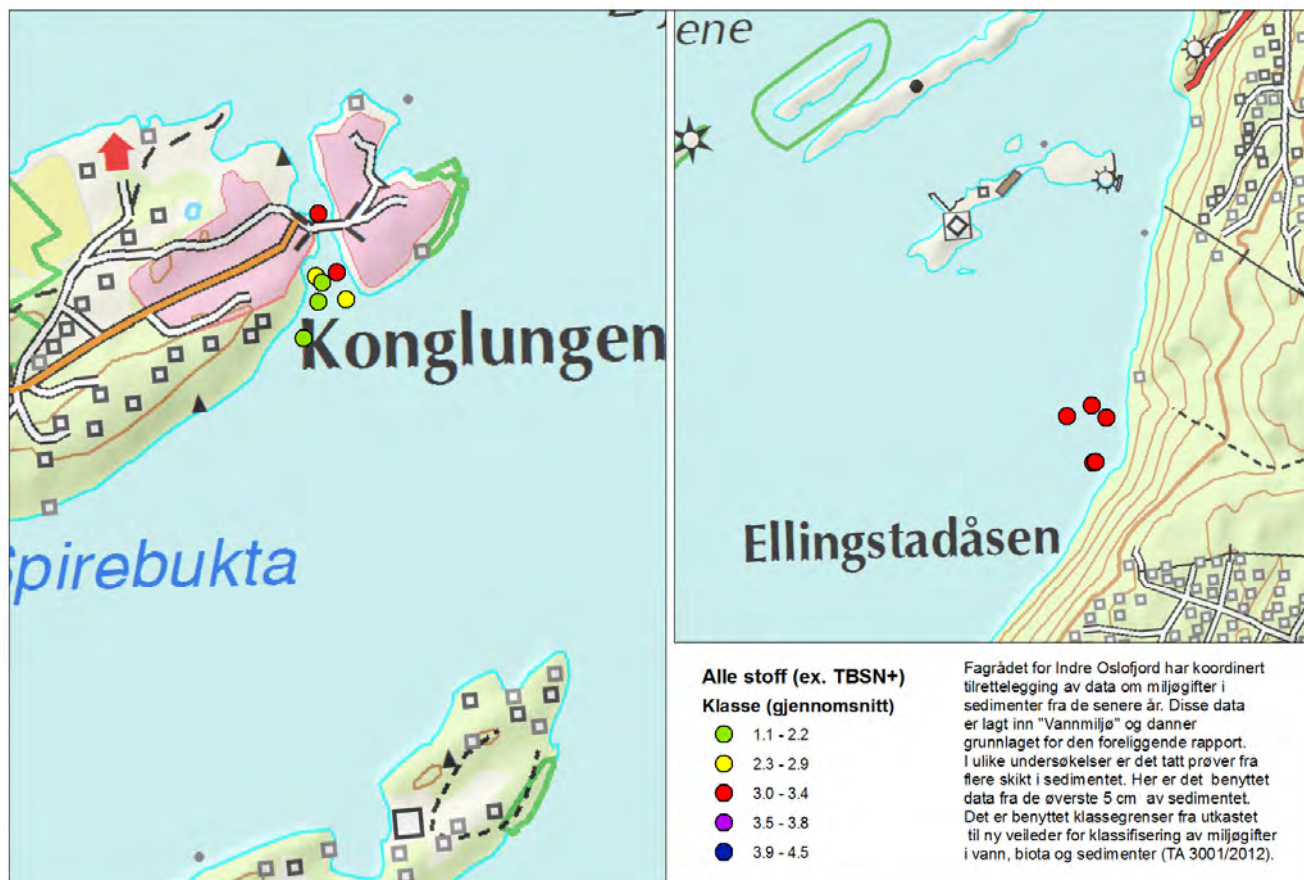
**Figur 48.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av metaller registrert på hver enkelt stasjon. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



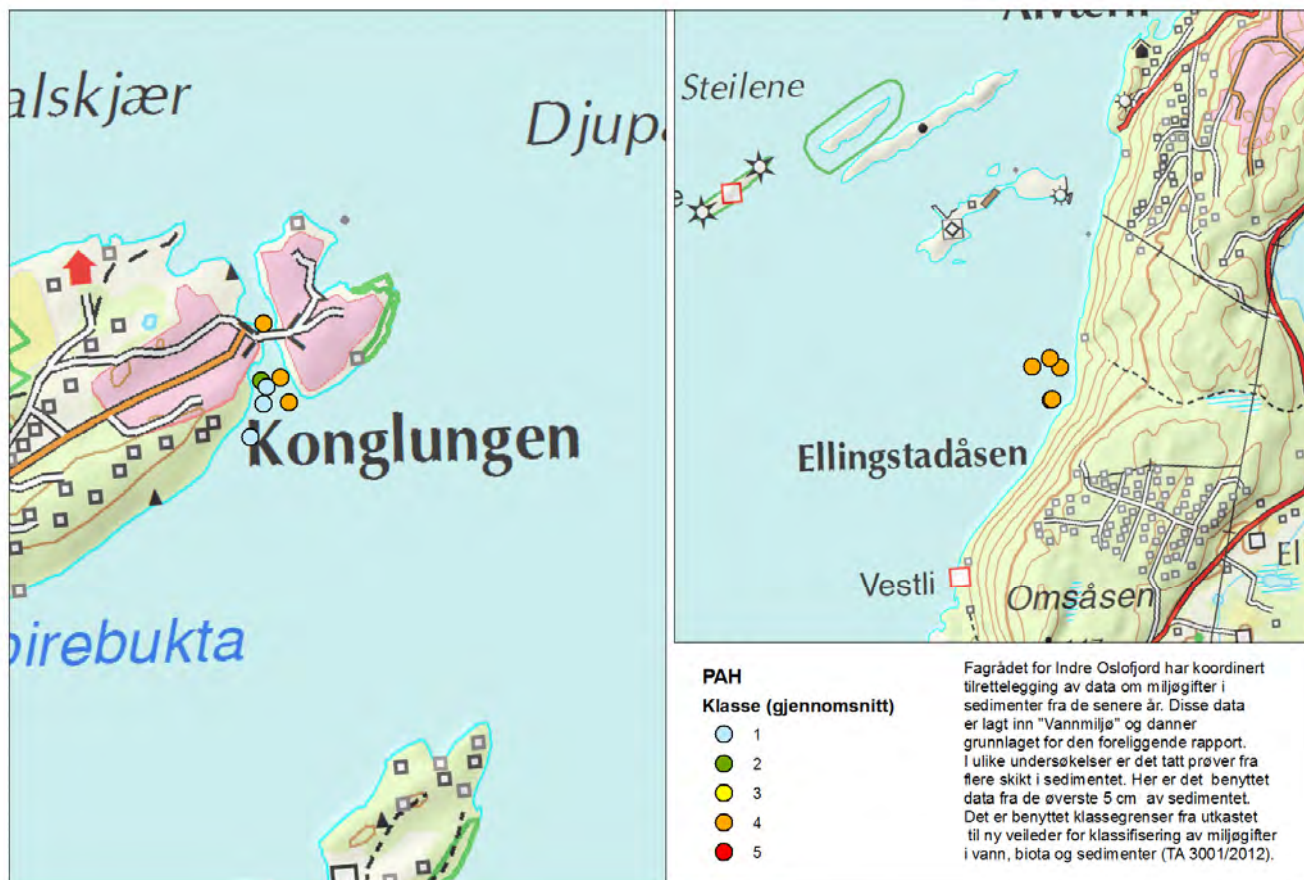
**Figur 49.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle PAH- forbindelser registrert på hver enkelt stasjon. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater for hele Indre Oslofjord. Bildet til høyre viser området nær Oslo i mer detalj. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



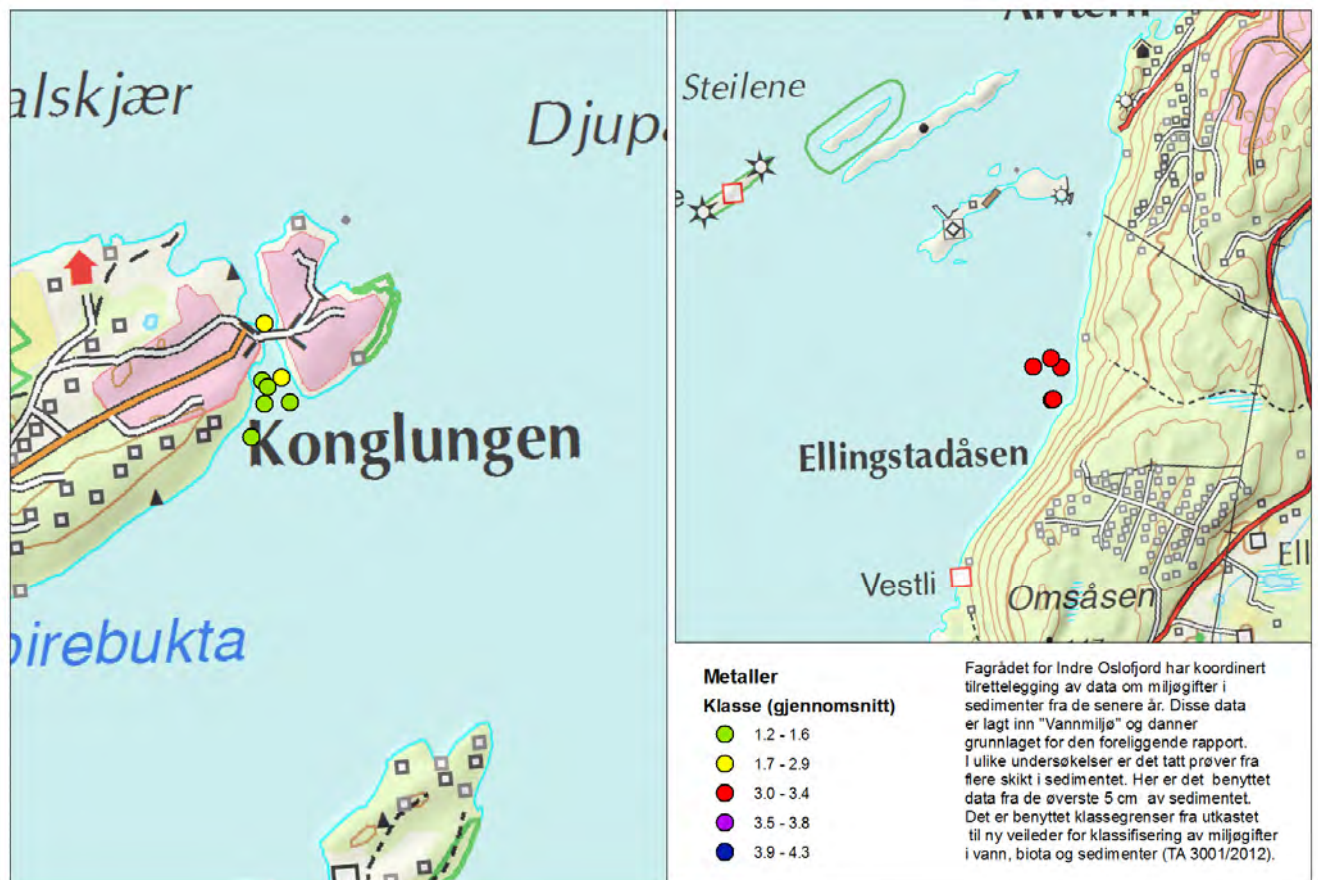
**Figur 50.** Geografisk fordeling av klasseinndeling for registreringer som er klassifisert til klasse III eller høyere. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Venstre side viser resultater fra stasjonene ved Konglungen. Bildet til høyre viser stasjonene ved Steilene. Fargekodene brukt for antall registreringer >klasse II er vist. Merk at det totale antall registreringer ikke er det samme for hver stasjon.



**Figur 51.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle forbindelser med unntak av TBT registrert på stasjonene ved Konglungen (venstre) og ved Steilen (høyre). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



**Figur 52.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle PAH- forbindelser registrert på stasjonene ved Konglungen (venstre) og ved Steilen (høyre). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



**Figur 53.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle metaller registrert på stasjonene ved Konglungen (venstre) og ved Steilen (høyre). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.

## 4. Oslos havneområde - Tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2009-2013

Det er i regi av Ren Oslofjord-prosjektet analysert mange sedimentprøver fra området nær Oslo, dvs. i tiltaksområdet, i båthavner og badeplass etter at tiltak er gjennomført. En oversikt for tiltaksområdet ses i **Figur 54**. Det knytter seg også spesiell interesse til prøver tatt etter gjennomføringen av mudring og deponering av forurensede masser i deponiet ved Malmøykalven i perioden 2006-2008 og andre steder i havneområdet. Resultatene fra disse prøvene gir og har gitt føringer mht. om videre tiltak er nødvendig. Mange av disse prøvene omfatter også materiale fra større sedimentdyp enn 5 cm. På oppfordring av Ren Oslofjord-prosjektet og for å få et mer helhetlig og oppdatert bilde av forurensningssituasjonen nær Oslo har vi valgt også å vise slike resultater (se **Figur 55** til **Figur 63**). Disse figurene beskriver tilstanden etter tiltak. Dette betyr ikke at alle tiltak var ferdige i 2009. I 2009 var mudrejobben og leiretildekkingsjobben ferdig, samt noe sandtildekking. Kartpunktene fra Pipervika og Sørenga/Grønlia er fra 2009 og ingen tiltak eller nye målinger har blitt gjort siden i disse områdene. Kartpunktene fra Kongshavn er fra 2010 og er de nyeste fra dette området. Kartpunktene fra Bjørvika er fra 2011 og er de nyeste målingene herfra når denne rapporten foreligger. I 2013/2014 skal siste tildekking i Bjørvika skje, så tilstanden her vil forbedres ytterligere etter dette. Heller ikke resultatene fra 2009-2013 er der med helt dekkende for dagens tilstand fordi det i følge Oslo Havn er foretatt supplerende tildekking også i løpet av denne perioden. Resultatene fra 2008-2012, som opprinnelig ble opplyst å representerer prøver fra perioden etter tiltak, og fra 2005-2006, før tiltak, er vist i vedlegg.

Fra **Figur 55** til **Figur 63** ser en at det etter gjennomføring av tiltak har vært tatt et svært tett stasjonsnett ved Aker brygge, i Bjørvika og Bispevika og noe mindre med prøver i Bekkelagsbassenget og Kongshavn

For mesteparten av prøvene i Bjørvika, Bispevika og Aker brygge ligger konsentrasjonen av metaller i klasse I og II. Det er likevel et område i Bjørvika hvor det gjennomgående er høyere konsentrasjoner av kadmium, sink, bly, kvikksølv, kobber og PCB. Deler av Bjørvika må derfor fremdeles karakteriseres som et «hot spot». Tilsvarende har en et lite område ved Aker brygge/Pipervika hvor det er flere stasjoner med relativt høye konsentrasjoner av kvikksølv og PCB og et område ved Kongshavn med relativt høye nivåer av kadmium, sink, kobber, kvikksølv, bly og PCB. Prøver fra hele området i Oslo Havn og Bekklagsbassenget har imidlertid høye konsentrasjoner av TBT (**Figur 62**). Prøven tatt fra 2008-2012 (**Figur 76** i vedlegg) tyder også på at en har høye konsentrasjoner av PAH i et lite område i Bjørvika.

I deponiområdet ved Malmøykalven er det i hovedsak lave konsentrasjoner av metaller og PCB (se **Figur 55** til **Figur 63**). Utenfor selve deponiet er det imidlertid 4 områder (se **Figur 56**) med til dels høye konsentrasjoner av flere metaller og PCB som totalt sett må anses som «hot spots».

Hovedkonklusjonen for resultatene fra prøvene tatt mellom 2009 og 2013 blir at store deler av Oslo havn og deponiet ved Malmøykalven har lave konsentrasjoner av miljøgifter. Det er imidlertid identifisert 6 «hot spots» der en fremdeles har høye miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentet. Disse områdene er inntegnet i **Figur 56**

Som nevnt tidligere vil høye konsentrasjoner i sedimentene (klasse 3 eller dårligere) ikke automatisk utløse krav om nye tiltak. Behovet for ytterligere tiltak vil en risikovurdering etter TA2802/2011 kunne gi bedre svar på.



**Figur 54.** Tiltaksområdet med angivelse av plan for tiltak i de enkelte områder

#### 4.1.1 Kadmium



**Figur 55.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kadmium i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøyskallen (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser ses nedenfor. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF

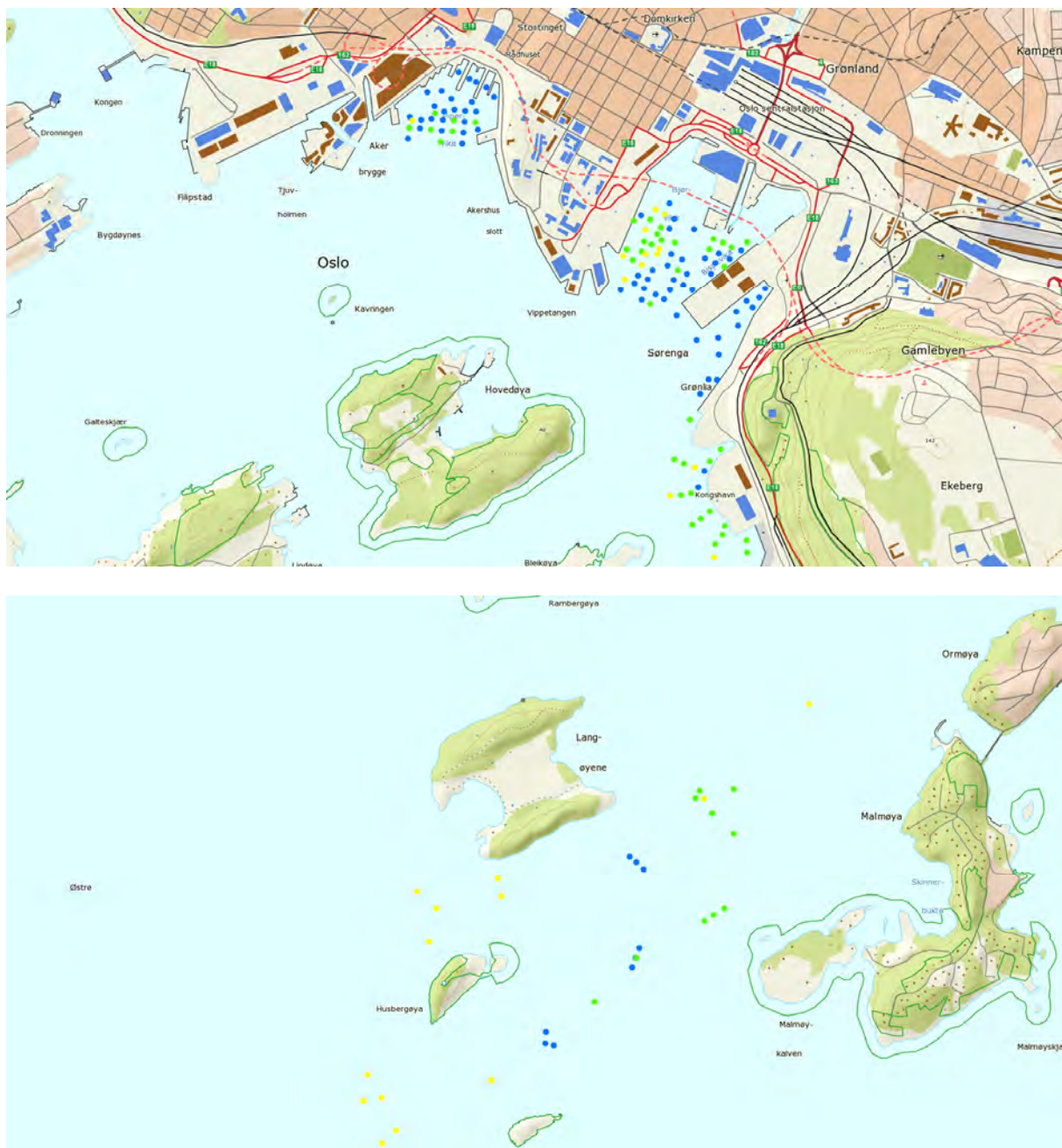
- I-Bakgrunn
- II-God
- III-Moderat
- IV-Dårlig
- V-Svært dårlig

#### 4.1.2 Kvikksølv



**Figur 56.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av kvikksølv i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøyskallen (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF. I figuren er «hot spots» med høye miljøgiftkonsentrasjoner inntegnet.

### 4.1.3 Bly



**Figur 57.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av bly i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF

#### 4.1.4 Sink



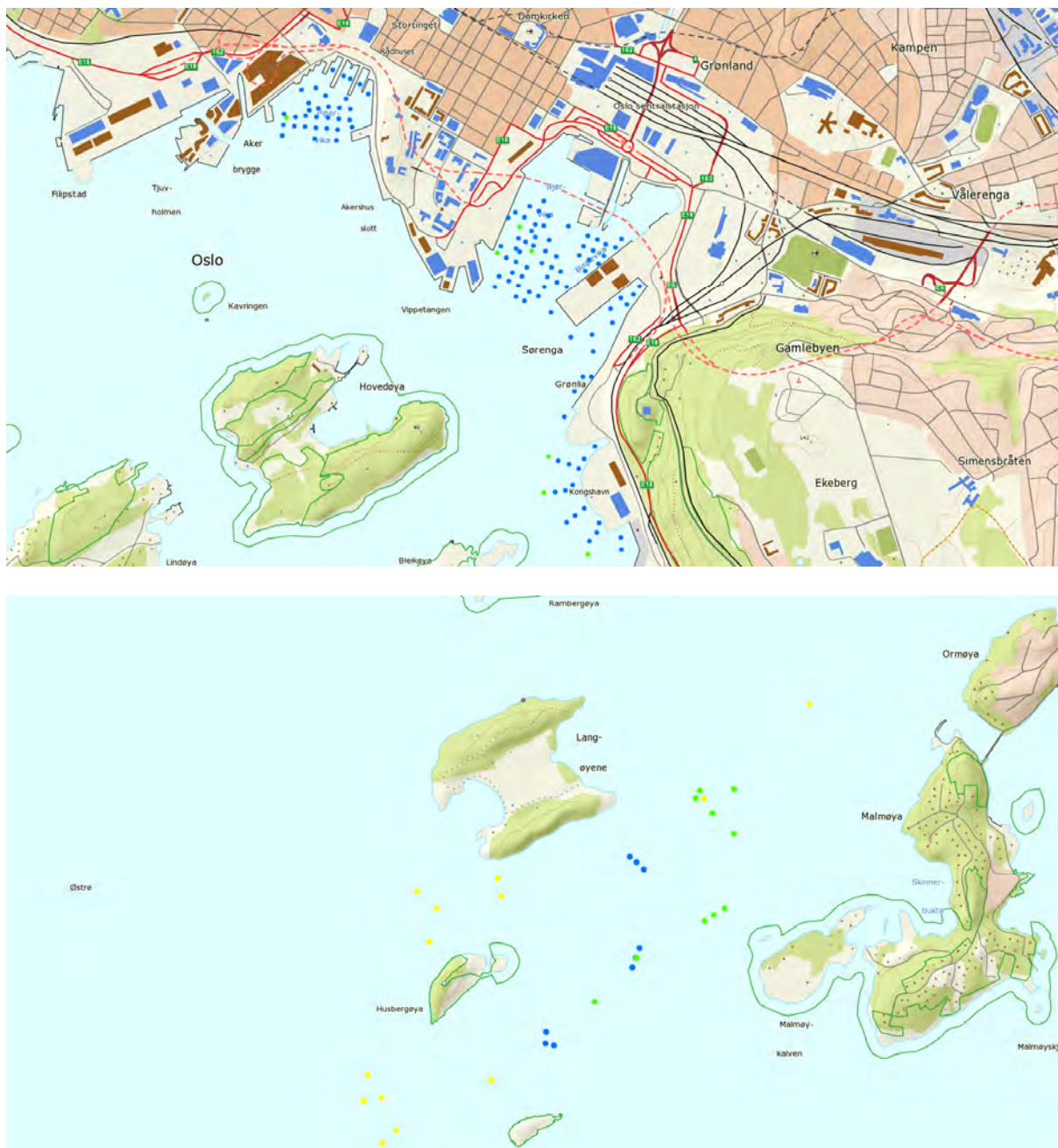
**Figur 58.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av sink i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF

#### 4.1.5 Kobber



**Figur 59.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen kobber i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøyskalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF

#### 4.1.6 Arsen



**Figur 60.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen arsen i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF

#### 4.1.7 Krom



**Figur 61.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen krom i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF.

#### 4.1.8 TBT



**Figur 62.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen TBT i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøykalven (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF.

#### 4.1.9 PCB



**Figur 63.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen PCB i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Havneområdet (øverst) og deponiområdet ved Malmøyskallen (nederst) i Indre Oslofjord. Resultater som er tatt med i figurene er data som forelå pr 06.09. 2013 fra alle prøver tatt etter 01.01.2009. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i **Figur 55**. Kilde: Figurer tilsendt fra Plan, utbygging og miljø/Miljø, Oslo Havn KF.

## 5. Kunnskapshull

### 5.1 Tilførsler fra elver

#### Metaller

Kjemiske analysemetoder som har lavere deteksjonsgrenser enn dagens bør benyttes til metallanalysene. Dette vil gi bedre vurderinger over tilstand samt sikrere tilførselsberegninger. Det bør vurderes å undersøke årsak til de forhøyede konsentrasjoner av Cu i elvene.

#### Organiske miljøgifter

Kunnskap om forekomst, konsentrasjoner og sesongvariasjoner av organiske miljøgifter i elvene mangler. Undersøkelser bør utføres i elvene som benytter seg av samme alternativ prøvetakningsmetodikk, slik at man kan sammenligne resultater. Miljøgiftkonsentrasjoner i flere elver bør bestemmes. Fra tidligere finnes det bl.a. ikke data fra Lysakerelva, som er en av de største elvene som drenerer til Indre Oslofjord.

### 5.2 Tilførsler fra atmosfæren

Tilførslene er beregnet på grunnlag av målinger utført på våtavsetninger med data fra referansestasjon Birkenes. Det er derfor knyttet en stor usikkerhet til hvorvidt disse beregningene er representative for Indre Oslofjord. I utgangspunktet må en anta at tilførslene er større i de bynære områdene nær Oslo enn i de øvrige deler av fjorden. Mangel på målinger som tar hensyn til dette og transporten fra havoverflate til luft ved aerosol-dannelse og fordampning, anses som et betydelig kunnskapshull når det gjelder beregninger av de atmosfæriske tilførslene til Indre Oslofjord.

### 5.3 Tilførsler fra tette flater, renseanlegg og overløp

I notatet som er benyttet som underlag for denne rapporten (se vedlegg A) er eventuelle kunnskapshull ikke berørt direkte. Lindholm og Haraldsen (2013) oppgir imidlertid at en ved målinger i renseanleggene kan oppnå analyseresultater som ligger under deteksjonsgrensen og at en da benytter halve deteksjonsgrensen i beregningene av tilførslene. Et høyt innslag av målinger under deteksjonsgrensen kan føre til overestimering av tilførslene og må anses som et kunnskapshull. Det er også noen mindre avløpsrenseanlegg som ikke utfører analyser av avløpsvannet og en bruker da «typiske konsentrasjoner» som grunnlag for beregningene. Selv om dette trolig ikke utgjør noen stor feil, representerer de likevel et kunnskapshull.

### 5.4 Miljøgifter i sediment

Karakteriseringen av miljøtilstanden basert på forekomst av miljøgifter i sediment (kapitel 3 og 4) viser at en for de tradisjonelle miljøgiftene har et relativt tett stasjonsnett i Oslos havneområde, i alle fall for metaller og PAH og til dels PCB. Spesielt tett er observasjonsnettet for de prøvene som er tatt etter at tiltak er gjennomført i områdene ved Aker brygge og i Bispevika og Bjørvika (se kapittel 4). I Bunnefjorden har en et tilstrekkelig tett stasjonsnett til å fastslå den generelle tilstanden, mens en i Vestfjorden har ytterst få stasjoner. Mangel på stasjoner i Vestfjorden representerer et kunnskapshull med tanke på å kunne fastslå miljøtilstanden i dette området basert på forekomst av miljøgifter i sediment. Det er imidlertid viktig å legge til at forventningene er at dette området, med et mulig unntak av småbåthavner, generelt er relativt lite påvirket av miljøgifter.

PCB er en parameter som ut fra de noe høye konsentrasjoner som observeres i torsk (se **Figur 64** og **Figur 65**) ser ut til å representere et problem i Indre Oslofjord. Det er imidlertid bare på enkelte

stasjoner i havneområdet en har virkelig høye PCB-konsentrasjoner i sedimentet (**Figur 37, Figur 71, Figur 77**).

Et annet forhold er at det for en del parametere er gjort relativt få registreringer. Det kan være gode grunner for det. Eksempelvis at det er gjort relativt få pesticid-analyser i senere tid, muligens pga. at det er lite landbruk rundt Indre Oslofjord. Andre parametere med få registreringer, men hvor en har noen få registreringer i klasse 4 og 5 kan representere et kunnskapshull. To slike parametere er PFOS og PFOA.

Klif har nylig fått utarbeidet utkast til en rapport om nye miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota (Weideborg 2012). I rapportens vedlegg er det listet opp en rekke stoffer hvor det basert på analyser av ferskvann, kystvann, sediment og biota er vurdert å sette EQS og klassifiseringsgrenser. Dagens kjemiske overvåking av miljøgifter i Indre Oslofjord foretas først og fremst på biota, men bare på et mindre antall av de forbindelser som inngår i listen. Når den endelige listen foreligger vil det kunne være aktuelt å inkludere flere parametere enn nå i overvåkingen. Siden konsentrasjonen i vann også står i fokus bør en også vurdere å analysere vannprøver eller øke bruken av passive prøvetakere i overvåkingen.

## 6. Overordnede anbefalinger vedrørende tiltak for å forbedre miljøgiftsituasjonen i Indre Oslofjord

For nasjonalt plan ble det i 2010 utarbeidet en utredning om hvordan utslipp av miljøgifter som utgjør en trussel mot helse eller miljø kan stanses (Hylland, K., m. fl., 2010). Utvalgets hovedprioriteringer når det gjelder tiltak for å bedre miljøgiftsituasjonen var:

1. Miljøgiftfrie produkter
2. Utfasing av miljøgifter i produkter
3. Kontrollerte avfallsstrømmer
4. Økt innsamling av miljøgiftholdig avfall
5. Bedre miljøsanering av miljøgifter i avfall
6. Rensing av miljøgifter i sigevann fra deponi
7. Rensing av miljøgiftholdige påslipp til kommunalt avløpsnett
8. Prosessforbedringer i industrien
9. Injisering, reinjisering og rensing av produsert vann
10. Destruksjon med ressursutnyttelse av miljøgiftholdig avfall
11. Et mer miljøvennlig landbruk
12. Redusert bruk av plantevernmidler
13. Opprydning i historisk forurensing
14. Forsert opprydning i historisk grunn- og sedimentforurensning
15. Redusert avrenning fra nedlagte gruveområder

Med unntak av tiltak 9 og 15, kanskje også 8 (lite industri i Oslo-området) samt 11 og 12 (lite landbruk rundt fjorden) er disse tiltak på generelt grunnlag også relevante for området som omkranser Indre Oslofjord. Spesielt viktig er det å redusere utslippene av PCB fra tette flater som ut fra de data en nå sitter med ser ut til å gi det største bidraget til tilførslene til Indre Oslofjord.

I **Figur 5** til **Figur 13** er tilførslene av de enkelte miljøgifter fra ulike kilder sammenstilt. Tiltak for å redusere tilførslene bør settes inn der tilførslene er størst, der tiltak er mulig og for de miljøgifter der miljøproblemene i fjorden anses som størst. Ut fra dataene ser det ut til at de atmosfæriske tilførslene, med et mulig unntak for kvikksølv, er relativt små. Det samme kan sies om tilførslene via overløp. Ut fra et miljøgiftperspektiv har det derfor for Indre Oslofjord liten gevinst å sette inn tiltak for å redusere utslippene på disse to felt. For de atmosfæriske tilførslene, hvor datagrunnlaget riktig nok er svært usikkert, er dette heller ikke mulig i dag. Selv om utslippene via overløp har liten betydning for miljøgifttilførslene, er det likevel av hygieniske grunner viktig å holde utslippene via overløp fra renseanleggene til et minimum.

Tilførslene av PCB er betydelig fra tette flater. Det er også en gruppe forbindelser som opptrer med høye konsentrasjoner i fisk i Indre Oslofjord (**Figur 64** og **Figur 65**). Selv om en i dag også har betydelige lagre av PCB i sedimentene i deler av fjorden (i hovedsak i havneområdet rundt Oslo, **Figur 37**) ser vi det som viktig for miljøsituasjonen i Indre Oslofjord på sikt, at en reduserer tilførslene av PCB til fjorden. Slik dataene vi i dag sitter inne med ser ut (**Figur 12**), gjøres dette mest effektivt ved fortrinnsvis å redusere utslippene fra tette flater. Det samme gjelder for kadmium, bly, kobber og sink, men for disse metallene er også tilførslene fra elvene betydelige. For PAH er tilførslene størst fra elvene og dernest fra tette flater (**Figur 13**). Vedfyring og bruk av fossilt brennstoff er de sannsynlige hovedkildene til disse tilførslene. En antar at disse tilførslene er relativt diffuse, spredt over hele nedbørsfeltet og dermed vanskelig å gjøre noen med utover generelle tiltak (se over). Tiltak knyttet til bruk av mer rentbrennende ovner, fyringsanlegg og motorer antas å ha størst effekt.

## 7. Fremtidig overvåking

### 7.1 Elver

Flere av elvene som har sitt utløp til Indre Oslofjord bør inkluderes i overvåking av organiske miljøgifter. Det er viktig at det benyttes metoder som kan påvise stoffene i målbare konsentrasjoner, både metaller og organiske miljøgifter. Under følger en oppsummering over mulige problemstillinger som bør vurderes i forhold til overvåking av organiske miljøgifter:

#### **Alna**

Det er funnet høye konsentrasjoner av PCB7 i sedimenter (Klasse 5, i henhold til Klifs klassifiseringssystem) i Alna. Tilførslene av PCB7 fra Alna til Indre Oslofjord bør kartlegges, og eventuelt kildesporing i vassdraget bør utføres. Funn av høye konsentrasjoner av ibuprofen, perfluorerte forbindelser, DINP, DEHP og Bisfenol A i vannsøyla bør følges opp.

#### **Akerselva**

Kilder til SCCP som er påvist i sedimenter i elva og i sedimentkjerne ved utløpet bør identifiseres ved hjelp av kildesporing i vassdraget. Funn av høye konsentrasjoner av DINP, DEHP og Bisfenol A i vannsøyla bør følges opp.

#### **Gjersjøelva**

På grunn av høy populasjonstetthet og menneskelig aktivitet i Gjersjøelvas nedbørfelt vil man kunne forvente at resipienten er påvirket av en rekke ulike belastninger i resipienten. Tidligere undersøkelser har vist at konsentrasjoner av næringssalter i Gjersjøen er høye, noe som kan skyldes bl.a. landbruk, kloakkutslipp, vegbygging og industri. En generell overvåking av PAH, PCB, pesticider og metaller bør vurderes å utføres som en start. Detaljert kunnskap om nedbørfeltet bør legges til grunn for utvidelse av eventuelle parametere.

#### **Lysakerelva**

Lysakerelva har den høyeste vannføring av elvene som renner ut til Indre Oslofjord, og vil da være av de største bidragsyterne av tilførsler. Det er manglende data over miljøgiftsituasjonen i elva, kun en måling av PAH16, PCB7 og klorerte pesticider. Langs elva har det vært betydelig med industri. I dag er det noen mindre industribedrifter langs elva, samt tett bebyggelse og veiavrenning som kan påvirke kvaliteten i vassdraget. Flere målinger av PAH16, PCB7, klorerte pesticider og andre utvalgte miljøgifter bør utføres.

#### **Hovinbekken**

Årsak til at Hovinbekken har forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter bør følges opp.

#### **Øverlandselva**

Høye funn av DDT i Engervann bør følges opp og kildesporing bør utføres.

#### **Årungselsva**

Nedbørfeltet til Årungselsva er dominert av landbruksarealer og vei (bl.a. sedimentasjonsbasseng for tunnelvaskevann fra Nordbytunnelen). Det er utført miljøgiftundersøkelser av sedimenter i Årungen og avrenning av sigevann fra fyllinger til Årungen, Statens vegvesen har flere målinger av veiavrenning til Årungselsva, og UMB har utført en rekke ulike arbeider i Årungen og Årungselsva. Funn fra disse undersøkelsene bør sammenstilles og benyttes til utvalgelse av eventuelle parametere for videre overvåking.

## 7.2 Atmosfæren

Klif har nylig utlyst en anbudskonkurranse under tittelen «Miljøgifter i en urban fjord» der en skal bruke Indre Oslofjord som studieobjekt. I konkurransen inngår målinger av atmosfæriske tilførsler av miljøgifter som en opsjon. Dersom slike målinger blir gjennomført i regi av Klif anser vi det som sannsynlig at en vesentlig del av kunnskapshullet vedrørende relevante atmosfæriske målinger for Indre Oslofjord vil være tettet.

## 7.3 Tette flater

PCB opptrer i vedvarende høye konsentrasjoner i torskelever fra Indre Oslofjord. Tilførslene av PCB til Indre Oslofjord domineres av bidraget fra tette flater (**Figur 12**). Tilførslene av spesielt PCB fra tette flater bør følges med nøyere undersøkelser for å avklare hva som er hovedkilden til de relativt sett store tilførslene av PCB som ser ut til å komme fra tette flater. Det bør også vurderes hva en kan gjøre for å redusere disse tilførslene av PCB.

## 7.4 Renseanlegg og overløp

I notatet som er benyttet som underlag for denne rapporten (kapitel 8. Vedlegg A. ) er eventuell overvåking ikke berørt og omtales derfor ikke her.

## 7.5 Fjord

Karakteriseringen av miljøtilstanden basert på forekomst av miljøgifter i sediment viser at en i Vestfjorden har ytterst få stasjoner. Vi anbefaler at en gjennomfører en kartlegging av forekomst av miljøgifter i sediment i dette området. Slike undersøkelser vil eventuelt kunne stadfeste i hvilken grad det er behov for tiltak i dette området for å bedre miljøgiftsituasjonen. Undersøkelsene bør legges opp slik at en i tillegg til å dekke bunnen i hovedvannmassene i dypområder og grunnområder også dekker områder med eventuelle punktutslipp (eksempelvis VEAS).

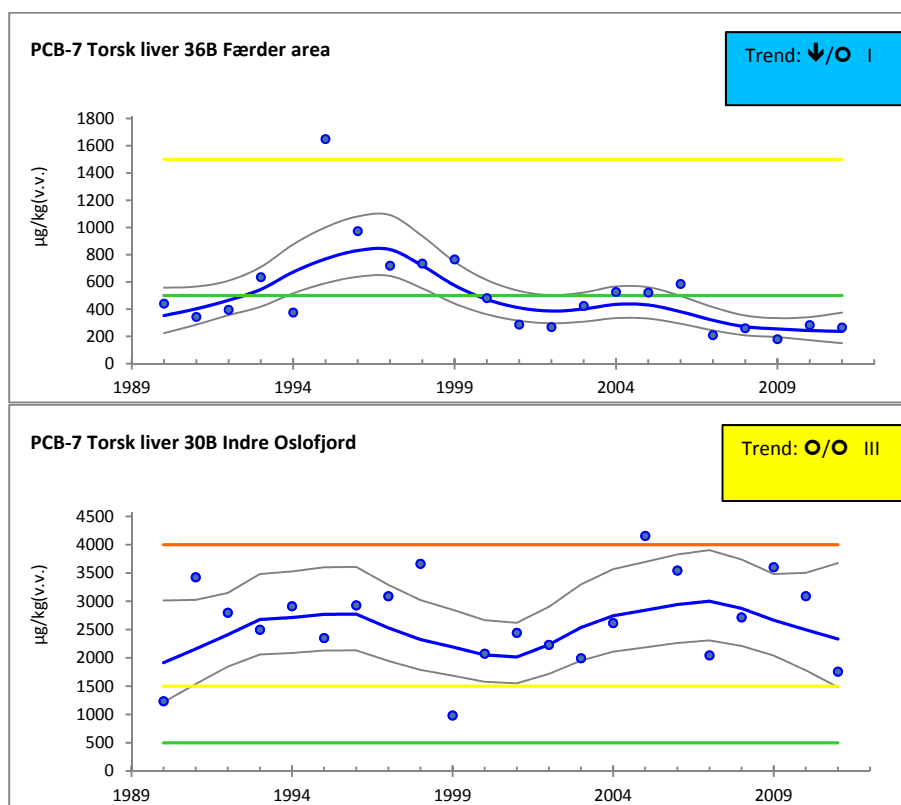
Det gjennomføres årlig overvåking av miljøgifter i organismer i Indre Oslofjord i regi av Klif. De siste resultatene fra denne overvåkingen (Green et al. 2012) viser eksempelvis klart høyere nivåer av PCB i torsk fra Indre Oslofjord sammenlignet med fisk fra Ytre fjord ved Færder (**Figur 64**, **Figur 65**). Indre Oslofjord et innelukket område omkranset av byområder og tettsteder med en raskt økende befolkning. Holder man typiske industrifjorder (eksempelvis Sørfjorden og Frierfjorden) utenom så er det en tendens til at det i Indre Oslofjord observeres høyere miljøgiftkonsentrasjoner enn i en del andre områder som blant annet Ytre Oslofjord (**Figur 64**, **Figur 65**). Også miljøgifter som polybromerte difenyletere (PBDE), perfluoralkylforbindelser (PFC) synes å opptre i noe høye konsentrasjoner i Indre Oslofjord (Green et al. 2012). Det samme gjelder forbindelser fra personlige pleieprodukter som siloksaner (Arp. 2012). De ofte noe høye konsentrasjonene av enkelte miljøgifter i Indre Oslofjord antas i stor grad å skyldes fjordens innelukkede karakter i kombinasjon med nærhet til en stor befolkningmengde og alt det medfører i form av utslipp av ulike slag. For å følge situasjonen videre er det svært viktig at overvåkingen som gjøres av Klif i Indre Oslofjord fortsetter også i årene fremover.

Klif har nylig fått utarbeidet utkast til en rapport om nye miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota (Weideborg 2012). I rapportens vedlegg er det listet opp en rekke stoffer som det basert på analyser av ferskvann, kystvann, sediment og biotas er vurdert å sette EQS og klassifiseringsgrenser for. Dagens kjemiske overvåking foretas først og fremst på biota, men bare på et mindre antall av de forbindelser som inngår i listen. Når den endelige listen foreligger vil det kunne være aktuelt å inkludere flere parametere enn nå i overvåkingen. Siden konsentrasjonen i vann

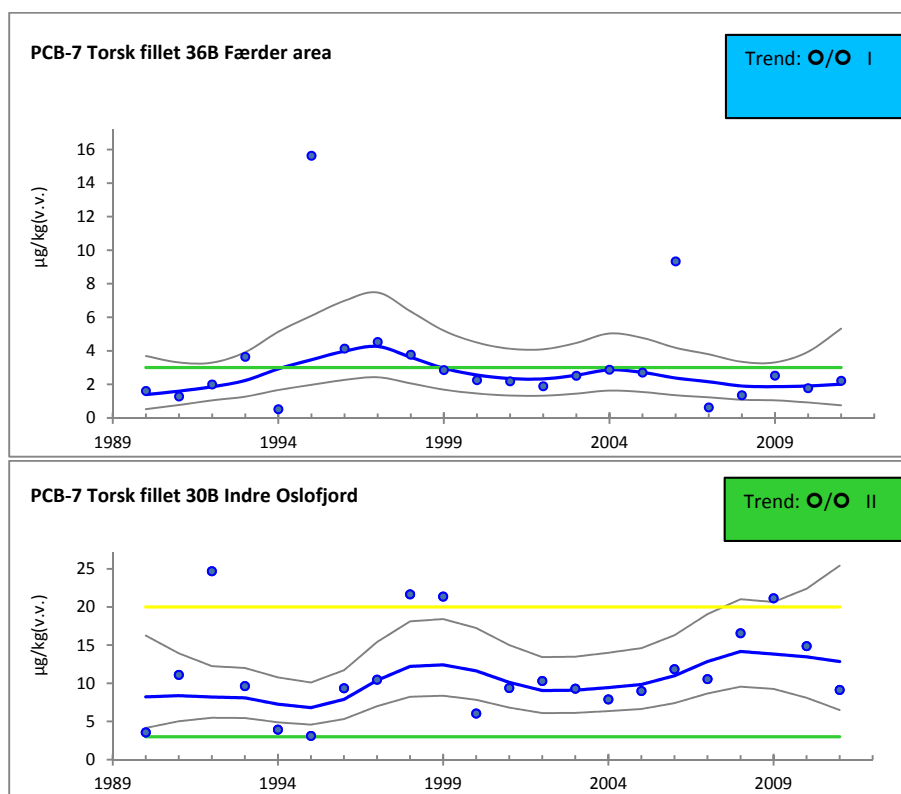
også står i fokus bør en vurdere også å analysere vannprøver og øke bruken av passive prøvetakere som måler biotilgjengelige fraksjoner i de deler av vannmassene en er mest interessert i.

Trofiske relasjoner og fordeling av miljøgifter i ulike organismer i næringsnettet er lite undersøkt og ikke tilstrekkelig forstått i Indre Oslofjord. Fagrådet har imidlertid tidligere tatt fatt i problemstillingen, og fått gjennomført undersøkelser (Ruus et al. 2009) som hadde som mål å evaluere bioakkumuleringen av sedimentassosiert PCB (polyklorerte bifenyler) i torsk. Resultatene tydet på at sedimentassosiert PCB var en viktig kilde til PCB i torskelever, i hvert fall gjennom akkumulering gjennom næringsnettet. Resultatene viste også at torsk akkumulerer noe PCB gjennom diffusjon fra vannfasen. Grove estimater tydet imidlertid på at det tar måneder til år (avhengig av PCB-kongener) før torsk har akkumulert konsentrasjoner av PCB tilsvarende det man finner i torsk fra Indre Oslofjord. Man kunne ikke utelukke at andre kilder som atmosfærisk tilførsel og avrenning fra land også kunne ha en vesentlig påvirkning på PCB-konsentrasjonene i torsk i Indre Oslofjord. Ut fra tilførselsdataene vi sitter inn med ser det ut til at tette flater er en betydelig kilde (**Figur 12**).

Som nevnt tidligere har Klif nylig utlyst en anbudskonkurranse under tittelen «Miljøgifter i en urban fjord» der en skal bruke Indre Oslofjord som studieobjekt. I disse undersøkelser skal en i 1-2 år overvåke utlekking av kjemikalier som brukes i et tett befolket område og se på hvordan dette påvirker et fjordsystem i et bynært område (Alna, Bekkelaget, Frognerkilen). Programmet skal omfatte prøver av organismer i et marint næringsnett i Oslofjorden i tillegg til prøver av sediment, blåskjell og børstemark på utvalgte lokaliteter i fjorden og vil kunne øke forståelsen for transport av miljøgifter i et næringsnett i et bynært område. For å kunne sammenligne og for å øke forståelsen ytterligere bør det vurderes om tilsvarende undersøkelser/overvåking bør gjennomføres for et område i Vestfjorden der en forventer lavere nivåer av miljøgifter.



**Figur 64.** Konsentrasjonen av sum PCB-7 i torskelerver fra Færder (øverst) og Indre Oslofjord (nederst) fra 1990 til 2011. Grenser for grad av forurensning er markert (verdier under grønn linje: ubetydelig til lite forurensnet, verdier mellom grønn og gul linje: moderat forurensnet, verdier mellom gul og oransje linje: markert forurensnet, verdier over oransje linje: sterkt forurensnet). I høyre hjørne av figuren angis om det er trender i datasettene. Første symbol angir om det er en oppadgående trend (↑), nedadgående trend (↓) eller ingen trend (O) over hele observasjonsperioden. Det andre symbolet angir det samme, men beregnet over de siste 10 år. Data fra NIVA/KLIF, rapport TA2974/2012.



**Figur 65.** Konsentrasjonen av sum PCB-7 i torskefilet fra Færder (øverst) og Indre Oslofjord (nederst) fra 1990 til 2011. Grenser for grad av forurensning er markert (se **Figur 64** for nærmere forklaring). Data fra NIVA/KLIF, rapport TA2974/2012.

## 8. Referanser

- Allan, I., E. Fjeld, et al. (2009). "RiverPOP: Measuring concentrations of persistent organic pollutants and trace metals in Norwegian rivers RiverPOP: Måle konsentrasjoner av persistente organiske forurensende stoffer og metaller i norske elver." NIVA-report 5815 /TA-2521/2009: 112
- Allan, I. J., Ø. A. Garmo, et al. (2010). "RiverPOP 2009: Measuring concentrations of persistent organic pollutants and trace metals in Norwegian rivers." Klif-rapport TA-2662/2010, s. 39.
- Allan, I., K. Bæk, et al. (2011). "RiverPOP 2010. Measurement of trace contaminants in the Glomma River and some recommendations from RiverPOP projects (2008-2011) " Niva-rapport 6126-2011, s. 33.
- Allan, I. J. and S. B. Rannekleiv (2011). "Fate of PAHs and PCBs in the Alna River, Oslo (Norway)." Journal of Environmental Monitoring **12**(2420): 2420-2426.
- Andersen, J. R., J. L. Bratli, et al. (1997). "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann." Klif-rapport TA-1468/1997, s. 31.
- Arp, H. P. and G. Breedveld (2008). "Nye miljøgifter sedimentprøver indre Oslofjord." NGI-rapport 20081271-1, s. 75.
- Arp, H.P., 2012. Sammenstilling av norske screening data for utvalgte "nye" stoffer (2002 – 2012), Klif rapport, TA2982/2012, 615s.
- Bakke, T., G. Breedveld, et al. (2012). "Veileder for risikovurdering av forurenset sediment." TA-2802/2012, p. 110.
- Beschorner, A.-L. (2012). "Vannkvalitet i byvassdrag og fjord 2011." Fagrapport Vann- og avløpsetaten (Oslo kommune), s. 50.
- Directive 2008/105/EC (2008). "DIRECTIVE 2008/105/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy.": 14.
- Directive 2009/90/EC (2009). "COMMISSION DIRECTIVE 2009/90/EC of 31 July 2009 laying down, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status." 3.
- Fjeld, E. and S. Rognerud (2006 ). "Miljøgifter i sedimenter fra Engervannet." NIVA-rapport 5155-2006. s. 15.
- Hylland, K m.fl., 2010. Norge uten miljøgifter. Hvordan utslipp av miljøgifter som utgjør en trussel mot helse eller miljø kan stanses. Utredning fra et utvalg oppnevnt av Miljøverndepartementet 6. mars 2009 NOU 2010: 9.
- Loos, R., B. M. Gawlik, et al. (2009). "EU-wide survey of polar organic persistent pollutants in European river waters." Environmental Pollution **157**(2): 561-568.

- Lindholt, O. og S. Haraldsen, 2013. Miljøgifter i overvann fra tette flater, enseanlegg og overløp - Case Indre Oslofjord, Vann nr. 2, 2013, s 223-229.
- PARCOM (1993). " Fifth Meeting of the Ad hoc Working Group on INPUT Data. INPUT 5/6/1."
- Ranneklev, S., I. Allan, et al. (2011). "Kartlegging av miljøgifter som tilføres Bærumsbassenget og indre Oslofjord fra overvann og Sandviksvassdraget." Niva-rapport 6165 s. 68.
- Ranneklev, S. B., I. J. Allan, et al. (2009). "Kartlegging av miljøgifter i Alna og Akerselva. SFT. NIVA-rapport l. nr OR-5776. 116 s. ." Klif-rapport TA-2495/2009, s. 116.
- Skarbøvik, E., P. Stålnacke, et al. (2011). "Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters -2010." Klif-rapport TA-2856/2011.
- Stene-Johansen, S. and J. E. Samdal (1995). "Miljøgifter i indre Oslofjord. Delrapport 5. Kartlegging av kilder." NIVA-Rapport OR-3291, s. 80.
- Weideborg, M., R. Storhaug, et al. (2005). "Kartlegging av tilførsler av miljøgifter fra elver og overvann til Oslo Indre havn." Aquateam-Rapport 05-055, s. 65.
- Weideborg, M., Blytt, L.D., Stang, P., Henninge, L.B. og Vik, E.A. 2012. Utkast til Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota, Klif rapport, TA 3001/2012, 105s.

## Vedlegg A. Notat fra Oddvar Lindholm

# Rapport til miljøgiftprosjektet Indre Oslofjord 2012 - Kommunale kilder

### 1. Datainnsamlingsinstruksen som ble sendt til alle kommunene

For hvert resipientavsnitt gjøres følgende:

#### 1.1. Man oppgir det *totale* tilførselsarealet på følgende områdetyper:

- Sentrumsområder
- Industriområder
- Kontorområder
- Boligområder med følgende oppsplitting:

%-andel av boligområdet m. blokkbebyggelse  
%-andel av boligområdet m. rekkehusbebyggelse  
%-andel av boligområdet m. eneboligbebyggelse

-Hovedveiers tettflateareal med ca. 30 000 kjøretøyer pr. dag.

-Hovedveiers tettflateareal med ca. 15 000 kjøretøyer pr. dag.

-Veiers tettflateareal med ca. 5000 kjøretøyer pr. dag.

Andre veier regner vi med inngår i de andre nevnte områdene.

På basis av de totale områdearealer brukes en standardverdi på % tette flater i de ulike typene flater, samt en standardverdi på andel av de tetteflatene som er knyttet til rørnett.

Vi trenger dessuten bare å vite den andelen av de ulike områdene som er knyttet til separatsystem. (Dette fordi separatsystemets del går urensset ut, dvs. renner av direkte lokalt, mens fellessystemets del jo går enten til overløp eller til avløpsrenseanlegg).

#### 1.2. Utslippene i kg/år fra avløpsrenseanleggene på alle kjente miljøgifter per år.

Hvis dette ikke er kjent, må vi få utslipp i m<sup>3</sup>/år fra de ulike avløpsrenseanleggene i kommunen for 2011 og vi må vite renseanleggstype (for eksempel mek/kjemisk).

**1.3. Anslag på m<sup>3</sup> som går i overløp i fellessystemene, sortert på de ulike resipientavsnitt.**

**1.4. Gjennomsnittlig årlig nedbør i tettstedet i kommunen i mm/år.**

## **2. Beregningsforutsetninger. Miljøgifter fra tette flater, overløp og avløpsrenseanlegg.**

Tabellene 1 og 2 under viser miljøgiftkonsentrasjonene som i ble brukt i overvann i Oslofjordprosjektet i 2003 (Helland et al 2003) og de nye verdiene brukt i 2012.

*Tabell 1 og 2. Utviklingen i konsentrasjonene fra miljøgifteprosjektet i 2003 til miljøgiftprosjektet i 2012.*

|                  | <b>Noen brukte konsentrasjoner i overvann 2003</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Type areal       | Cd                                                 | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB  |
|                  | µg/l                                               | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| 30 000 ÅDT       | 0,5                                                | 5    | 60   | 0,1  | 10   | 20   | 140  | 1,5  | 0,10 | 0,01 |
| Sentrumsområder  | 0,5                                                | 5    | 30   | 0,1  | 10   | 20   | 140  | 0,6  | 0,10 | 0,01 |
| Boliger blokk    | 0,25                                               | 6    | 20   | 0,05 | 9    | 7    | 45   | 0,6  | 0,10 | 0,01 |
| Boliger rekkehus | 0,2                                                | 5    | 15   | 0,05 | 7    | 5    | 40   | 0,25 | 0,10 | 0,01 |
| Enebolig-områder | 0,15                                               | 4    | 10   | 0,05 | 6    | 4    | 30   | 0,2  | 0,10 | 0,01 |

|                  | Brukte konsentrasjoner i overvann 2012 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Type areal       | Cd                                     | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB  |
|                  | µg/l                                   | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| 30 000 ÅDT       | 0,48                                   | 51   | 72   | 0,08 | 16   | 30   | 432  | 1,3  | 0,04 | 0,08 |
| 15 000 ÅDT       | 0,38                                   | 42   | 47   | 0,08 | 10   | 17   | 238  | 0,72 | 0,03 | 0,08 |
| 5000 ÅDT         | 0,31                                   | 28   | 30   | 0,08 | 6    | 8    | 97   | 0,32 | 0,02 | 0,08 |
| Sentrumsområder  | 1                                      | 5    | 22   | 0,05 | 8,5  | 20   | 140  | 0,6  | 0,10 | 0,08 |
| Industriområder  | 1,5                                    | 14   | 45   | 0,07 | 16   | 30   | 270  | 1,0  | 0,15 | 0,08 |
| Kontorområder    | 0,9                                    | 13   | 30   | 0,1  | 7    | 30   | 140  | 1    | 0,15 | 0,08 |
| Boliger Blokk    | 0,7                                    | 12   | 30   | 0,03 | 9    | 15   | 100  | 0,6  | 0,05 | 0,08 |
| Boliger rekkehus | 0,6                                    | 6    | 25   | 0,02 | 7    | 12   | 85   | 0,6  | 0,05 | 0,08 |
| Enebolig-områder | 0,5                                    | 4    | 20   | 0,02 | 6    | 10   | 80   | 0,6  | 0,05 | 0,08 |

Konsentrasjonene i 2012 er de samme som StormTac sine data for 2012.  
Den avstrømmede overvannsmengden fra tette flater er:

$$Q_{\text{år}} = a \times A \times (P-b) \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{år}} = \text{Avrent volum over et middelår i m}^3$$

a = andelen deltagende aktive tette flater som dreneres til overvannssystemet. (En del tette flater drenerer direkte ut på permeable felter. For eksempel avløp fra hustak som går direkte ut i egen have)

$$A = \text{Totalareal tette flater i avrenningsområdet i m}^2$$

$$P = \text{Total nedbør over et middelår (mm)}$$

b = Totalt tap av vann pga. fordampning. (mm). For områder med stor helning > 1,5 % kan man bruke b = ca. 50 mm, og for flatere områder b = ca. 100 mm

Dersom man ikke har arealet av tetteflaten, kan man vurdere å benytte arealet for hele avrenningsområdet og bruke tabellen under. Den foreslår en tallverdi for andel tette flater i ulike typeområder. Det er imidlertid forbundet med stor unøyaktighet å bruke *hele* områdearealet og multiplisere denne med tettflateandelen.

Tabellen under viser de verdier vi foreslår for andel tette flater og andel deltagende flater av tetteflaten. Begge deler er vist i forhold til ulike typeområder.

*Tabell 3. Forslag til tette flater (%) og andel deltagende tette flater.*

| Type område        | Tette flater i % av totalt areal | Andel deltagende tette flater (a) |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Villa / eneboliger | 20                               | 0,55                              |
| Rekkehus           | 40                               | 0,6                               |
| Blokk              | 60                               | 0,7                               |
| Sentrumsområder    | 80                               | 0,9                               |
| Veger              | 100                              | 1                                 |

Bare tette flater som drenerer til et separat systems overvannsledning er beregnet. Overvann som kommer fra tette flater i et fellesavløpssystem beregnes ikke, da miljøgiftene i dette enten renner ut av overløp eller fra utløpet i avløpsrenseanlegg (eller i slammet fra avløpsrenseanlegget).

På basis av konsentrasjoner i overvann, vist i StormTacs database, utløpskonsentrasjoner fra norske avløpsrenseanlegg og innsamlede data fra Lindholm (2004) er følgende foreslåtte sjablong verdier brukt:

*Tabell 4. Brukte sjablongverdier for miljøgiftkonsentrasjoner i overløpsvann - 2012.*

| Parameter | Cd  | Cr | Cu | Hg  | Ni | Pb | Zn  | PAH | BaP  | PCB  |
|-----------|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|------|------|
| µg/l      | 0,6 | 10 | 45 | 0,1 | 8  | 12 | 100 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |

For VEAS, BEVAS og NFR er det brukt målte utslippstall for året 2011. Der det ikke er egne oppgitte utslippstall eller konsentrasjoner fra det enkelte avløpsrenseanlegg, er følgende konsentrasjoner brukt:

*Tabell 5. Typiske miljøgiftkonsentrasjoner i utløp fra høygradige avløpsrenseanlegg (µg/l)*

|                                | Cd   | Cr | Cu | Hg   | Ni | Pb  | Zn | PAH  | BaP  | PCB  |
|--------------------------------|------|----|----|------|----|-----|----|------|------|------|
| Utløp fra kjemiske renseanlegg | 0,06 | 1  | 14 | 0,01 | 3  | 0,5 | 30 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |

*Tabell 6. Typiske konsentrasjoner i ubehandlet spillvann i Oslo-området.*

| Parameter | Cd  | Cr | Cu | Hg  | Ni | Pb | Zn  | PAH | BaP  | PCB  |
|-----------|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|------|------|
| µg/l      | 0,2 | 7  | 70 | 0,1 | 6  | 4  | 100 | 0,3 | 0,03 | 0,03 |

Tabell 6 er brukt der det er utslipp av ubehandlet spillvann.

Tabell 7 viser normalnedbøren i perioden 1961 - 1990. Der kommunene har oppgitt egne tall er disse brukt.

Tabell 7. Årlige midlere nedbørsmengder i perioden 1961-1990, for noen stasjoner nær Indre Oslofjord. Det norske meteorologiske institutt ([www.dnmi.no](http://www.dnmi.no))

| Kommune  | Stasjon            | Midlere nedbør i mm/år |
|----------|--------------------|------------------------|
| Asker    | Asker              | 940                    |
|          | Asker brannstasjon | 910                    |
| Bærum    | Dønski             | 900                    |
|          | Fornebu            | 714                    |
| Frogn    | Drøbak             | 920                    |
| Hurum    | Kløkkerstua        | 840                    |
| Moss     | Jeløy              | 779                    |
|          | Moss               | 814                    |
| Nesodden | Nesoddtangen       | 750                    |
| Oppegård | Kolbotn            | 770                    |
| Oslo     | Blindern           | 763                    |
|          | Studenterlunden    | 700                    |
| Røyken   | Røyken             | 880                    |
| Ski      | Ski                | 775                    |
| Vestby   | Vestby             | 810                    |

### 3. Resultater fra utslippsberegningene

#### 3.1. Vestfjorden

Tabell 8. Overvann fra tette flater i separatsystemene. (kg/år).

| Parameter     | Cd   | Cr    | Cu    | Hg   | Ni   | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB  |
|---------------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Asker         | 1,23 | 65,3  | 87,0  | 0,17 | 20,8 | 36,4 | 422  | 1,40 | 0,10 | 0,18 |
| Bærum         | 2,24 | 132,7 | 169,6 | 0,35 | 38,9 | 67,2 | 773  | 2,60 | 0,18 | 0,37 |
| Frogn vest    | 0,17 | 4,4   | 7,4   | 0,01 | 2,1  | 3,8  | 37   | 0,13 | 0,02 | 0,02 |
| Nesodden vest | 0,41 | 8,0   | 15,3  | 0,03 | 4,6  | 9,5  | 81   | 0,32 | 0,04 | 0,04 |
| Røyken        | 0,12 | 10,9  | 11,7  | 0,03 | 2,3  | 3,1  | 38   | 0,12 | 0,01 | 0,03 |
| <b>Sum</b>    | 4,17 | 221   | 291   | 0,59 | 68,7 | 120  | 1351 | 4,57 | 0,35 | 0,64 |

Tabell 9. Fra avløpsrenseanleggenes effluenter. (kg/år).

| Parameter     | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni  | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB  |
|---------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Asker VEAS    | 5,9  | 60   | 1700 | 0,46 | 250 | 60   | 2300 | 0,42 | ?    | 0,42 |
| Bærum         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Frogn vest    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Nesodden vest | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Røyken        | 0,03 | 0,49 | 6,79 | 0,01 | 1,5 | 0,2  | 14,6 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| <b>Sum</b>    | 5,93 | 60,5 | 1707 | 0,47 | 252 | 60,2 | 2315 | 0,44 | ?    | 0,43 |

Tabell 10. Fra avløpsrenseanleggenes overløp. (kg/år).

| Parameter     | Cd   | Cr | Cu   | Hg   | Ni  | Pb  | Zn | PAH  | BaP   | PCB   |
|---------------|------|----|------|------|-----|-----|----|------|-------|-------|
| Asker VEAS    |      |    |      |      |     |     |    |      |       |       |
| Bjerkåsholmen | 0,18 | 3  | 13,5 | 0,03 | 2,4 | 3,6 | 30 | 0,15 | 0,015 | 0,015 |
| Bærum         | 0    | 0  | 0    | 0    | 0   | 0   | 0  | 0    | 0     | 0     |
| Frogn vest    | 0    | 0  | 0    | 0    | 0   | 0   | 0  | 0    | 0     | 0     |
| Nesodden vest | 0    | 0  | 0    | 0    | 0   | 0   | 0  | 0    | 0     | 0     |
| Røyken        | 0    | 0  | 0    | 0    | 0   | 0   | 0  | 0    | 0     | 0     |
| <b>Sum</b>    | 0,18 | 3  | 13,5 | 0,03 | 2,4 | 3,6 | 30 | 0,15 | 0,015 | 0,015 |

Tabell 11. Fra regnvannsoverløp i lokale nett og overløp på hovedtransportsystemer. (kg/år).

| Parameter     | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB   |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Asker         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     |
| Bærum*        | 0,18 | 3    | 13,5 | 0,03 | 2,4  | 3,6  | 30   | 0,15 | 0,02 | 0,015 |
| Frogn vest    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     |
| Nesodden vest | 0,01 | 0,23 | 2,31 | 0    | 0,20 | 0,13 | 3,3  | 0,01 | 0    | 0,001 |
| Røyken        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     |
| <b>Sum</b>    | 0,19 | 3,23 | 15,8 | 0,03 | 2,6  | 3,7  | 30,3 | 0,16 | 0,02 | 0,016 |

\*Mangler anslag fra Bærum for lokalt overløpsutslipp 2011

I år 2003 antok man at dette var 0,285 mill m<sup>3</sup>

Det antas derfor 0,3 mill m<sup>3</sup> i lokale overløp i 2011

Tabell 12. Total sum Vestfjorden. kg/år

| Parameter                                            | Cd    | Cr    | Cu   | Hg   | Ni    | Pb    | Zn   | PAH  | BaP  | PCB   |
|------------------------------------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| Tette flater                                         | 4,17  | 221   | 291  | 0,59 | 68,7  | 120   | 1351 | 4,57 | 0,35 | 0,64  |
| Renseanlegg                                          | 5,93  | 60,5  | 1707 | 0,47 | 252   | 60,2  | 2315 | 0,44 | ?    | 0,43  |
| Overløp i nett,<br>i renseanlegg<br>og i transports. | 0,37  | 6,2   | 29,3 | 0,06 | 5     | 7,3   | 60,3 | 0,31 | 0,04 | 0,031 |
| <b>Sum</b>                                           | 10,47 | 287,7 | 2027 | 1,12 | 325,7 | 187,5 | 3726 | 5,32 | ?    | 1,1   |

### 3.2. Oslo

Tabell 13. Overvann fra tetteflate i separatsystemene. (kg/år).

| Parameter | Cd   | Cr  | Cu  | Hg   | Ni  | Pb  | Zn   | PAH  | BaP  | PCB |
|-----------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|-----|
| Oslo      | 11,8 | 414 | 654 | 1,20 | 169 | 340 | 3453 | 12,6 | 1,19 | 1,2 |

Tabell 14. Fra avløpsrenseanleggenes effluenter. (kg/år).

| Parameter  | Cd    | Cr   | Cu  | Hg    | Ni   | Pb   | Zn   | PAH   | BaP | PCB   |
|------------|-------|------|-----|-------|------|------|------|-------|-----|-------|
| Oslo RVR   |       |      |     |       |      |      |      |       |     |       |
| Lysaker    | 0,512 | 9,6  | 128 | 0,064 | 22,4 | 5,12 | 192  | 0,448 | 0   | 0,032 |
| BEVAS      | 0,6   | 20,8 | 665 | 0,28  | 177  | 11,3 | 1314 | 4,88  | ?   | 0,2   |
| <b>SUM</b> | 1,11  | 30,4 | 793 | 0,34  | 200  | 16,4 | 1506 | 5,33  | ?   | 0,23  |

Tabell 15. Fra avløpsrenseanleggenes overløp. (kg/år).

| Parameter      | Cd   | Cr   | Cu   | Hg     | Ni   | Pb   | Zn  | PAH   | BaP    | PCB    |
|----------------|------|------|------|--------|------|------|-----|-------|--------|--------|
| Oslo VEAS      |      |      |      |        |      |      |     |       |        |        |
| Lysakerfjorden | 0,81 | 13,5 | 61   | 0,14   | 10,8 | 16,2 | 135 | 0,675 | 0,07   | 0,068  |
| Oslo VEAS      |      |      |      |        |      |      |     |       |        |        |
| Festningen     | 0,01 | 0,15 | 0,68 | 0,0015 | 0,12 | 0,18 | 1,5 | 0,008 | 0,0008 | 0,0008 |
| BEVAS          | 1,08 | 18   | 81   | 0,18   | 14,4 | 21,6 | 180 | 0,9   | 0,09   | 0,09   |
| <b>SUM</b>     | 1,9  | 31,7 | 143  | 0,32   | 25,3 | 38,0 | 316 | 1,58  | 0,16   | 0,159  |

Tabell 16. Fra overløp i lokale nett og overløp på hovedtransportsystemer. (kg/år).

| Parameter                 | Cd    | Cr   | Cu    | Hg  | Ni   | Pb   | Zn  | PAH   | BaP  | PCB     |
|---------------------------|-------|------|-------|-----|------|------|-----|-------|------|---------|
| Oslo                      |       |      |       |     |      |      |     |       |      |         |
| Regnvanns-<br>overløp     | 0,6   | 10   | 45    | 0,1 | 8    | 12   | 100 | 0,5   | 0,05 | 0,05    |
| Oslo lokale<br>Nødoverløp | 0,009 | 0,15 | 0,675 | 0   | 0,12 | 0,18 | 1,5 | 0,008 | 0    | 0,00075 |
| <b>Sum</b>                | 0,61  | 10,2 | 45,7  | 0,1 | 8,1  | 12,2 | 102 | 0,51  | 0,05 | 0,051   |

Tabell 17. Total sum Oslo. kg/år.

| Parameter                                            | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn   | PAH  | BaP  | PCB  |
|------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tette flater                                         | 11,8 | 414  | 654  | 1,20 | 169  | 340  | 3453 | 12,6 | 1,19 | 1,2  |
| Renseanlegg                                          | 1,11 | 30,4 | 793  | 0,34 | 200  | 16,4 | 1506 | 5,33 | ?    | 0,23 |
| Overløp i nett,<br>i renseanlegg<br>og i transports. | 2,51 | 41,9 | 189  | 0,42 | 33,4 | 50,2 | 418  | 2,09 | 0,21 | 0,21 |
| Sum Oslo                                             | 15,4 | 486  | 1636 | 2    | 402  | 406  | 4367 | 20   | ?    | 1,6  |

### 3.3. Bunnefjorden

Tabell 18. Overvann fra tette flater i separatsystemene. (kg/år).

| Parameter    | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn  | PAH  | BaP  | PCB  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Frogn øst    | 0,51 | 10,3 | 20,8 | 0,04 | 5,9  | 13,0 | 112 | 0,46 | 0,06 | 0,04 |
| Nesodden øst | 0,09 | 5,4  | 6,5  | 0,01 | 1,5  | 2,7  | 29  | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| Oppegård     | 0,92 | 15,5 | 34,3 | 0,07 | 10,1 | 23,3 | 189 | 0,8  | 0,1  | 0,07 |
| Ski          | 1,2  | 18,9 | 43,1 | 0,08 | 13,2 | 28,9 | 242 | 0,99 | 0,13 | 0,09 |
| Ås           | 0,54 | 21,1 | 31,8 | 0,06 | 7,8  | 16,4 | 158 | 0,61 | 0,06 | 0,06 |
| Sum          | 3,26 | 71,2 | 136  | 0,26 | 38,5 | 84,3 | 730 | 2,96 | 0,36 | 0,27 |

Tabell 19. Fra avløpsrenseanleggenes effluenter. (kg/år).

| Parameter           | Cd    | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn  | PAH   | BaP | PCB   |
|---------------------|-------|------|------|------|------|------|-----|-------|-----|-------|
| Frogn øst           | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0     | 0   | 0     |
| Nesodden øst<br>NFR | 0,141 | 60,7 | 27,7 | 0,07 | 13,8 | 2,57 | 212 | 0,042 | ?   | 0,113 |
| Oppegård            | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0     | 0   | 0     |
| Ski                 | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0     | 0   | 0     |
| Ås                  | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0     | 0   | 0     |
| Sum                 | 0,141 | 60,7 | 27,7 | 0,07 | 13,8 | 2,57 | 212 | 0,042 | ?   | 0,113 |

Tabell 20. Fra avløpsrenseanleggenes overløp. (kg/år).

| Parameter           | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni  | Pb   | Zn   | PAH   | BaP  | PCB  |
|---------------------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|
| Frogn øst           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    |
| Nesodden øst<br>NFR | 0,12 | 2,03 | 9,14 | 0,02 | 1,6 | 2,44 | 20,3 | 0,102 | 0,01 | 0,01 |
| Oppegård            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    |
| Ski                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    |
| Ås                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    |
| Sum                 | 0,12 | 2,03 | 9,14 | 0,02 | 1,6 | 2,44 | 20,3 | 0,102 | 0,01 | 0,01 |

Tabell 21. Fra regnvannsoverløp i lokale nett og overløp på hovedtransportsystemer. (kg/år).

| Parameter    | Cd    | Cr    | Cu   | Hg    | Ni    | Pb    | Zn  | PAH    | BaP    | PCB     |
|--------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|--------|--------|---------|
| Frogn øst    | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0   | 0      | 0      | 0       |
| Nesodden øst | 0,002 | 0,077 | 0,77 | 0,001 | 0,07  | 0,04  | 1,1 | 0,0033 | 0,0003 | 0,00033 |
| Oppegård     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0   | 0      | 0      | 0       |
| Ski          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0   | 0      | 0      | 0       |
| Ås           | 0,014 | 0,2   | 1,08 | 0,002 | 0,192 | 0,288 | 2,4 | 0,01   | 0,001  | 0,001   |
| <b>Sum</b>   | 0,016 | 0,28  | 1,85 | 0,003 | 0,26  | 0,33  | 3,5 | 0,013  | 0,001  | 0,0013  |

Tabell 22. Total sum Bunnefjorden. kg/år.

| Parameter                                            | Cd    | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn  | PAH   | BaP  | PCB   |
|------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-----|-------|------|-------|
| Tette flater                                         | 3,26  | 71,2 | 136  | 0,26 | 38,5 | 84,3 | 730 | 2,96  | 0,36 | 0,27  |
| Renseanlegg                                          | 0,141 | 60,7 | 27,7 | 0,07 | 13,8 | 2,6  | 212 | 0,042 | ?    | 0,113 |
| Overløp i nett,<br>i renseanlegg<br>og i transports. | 0,14  | 2,31 | 11   | 0,02 | 1,9  | 2,8  | 24  | 0,11  | 0,01 | 0,011 |
| <b>Sum</b>                                           | 3,54  | 134  | 175  | 0,35 | 54,2 | 89,7 | 966 | 3,11  | ?    | 0,39  |

## 4. Totale summer for hele Indre Oslofjord

Tabell 23. Total sum hele Indre Oslofjord . kg/år.

| Parameter    | Cd   | Cr   | Cu   | Hg   | Ni   | Pb   | Zn    | PAH  | BaP  | PCB  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Tette flater | 19,2 | 706  | 1081 | 2,05 | 276  | 544  | 5534  | 20,1 | 1,9  | 2,1  |
| Renseanlegg  | 7,18 | 152  | 2528 | 0,88 | 466  | 79,2 | 4033  | 5,81 | 0    | 0,77 |
| Overløp      | 3,02 | 50,4 | 229  | 0,5  | 40,3 | 60,3 | 502   | 2,51 | 0,26 | 0,25 |
| <b>Sum</b>   | 29,4 | 908  | 3838 | 3,43 | 782  | 684  | 10069 | 28,4 | 2,16 | 3,1  |

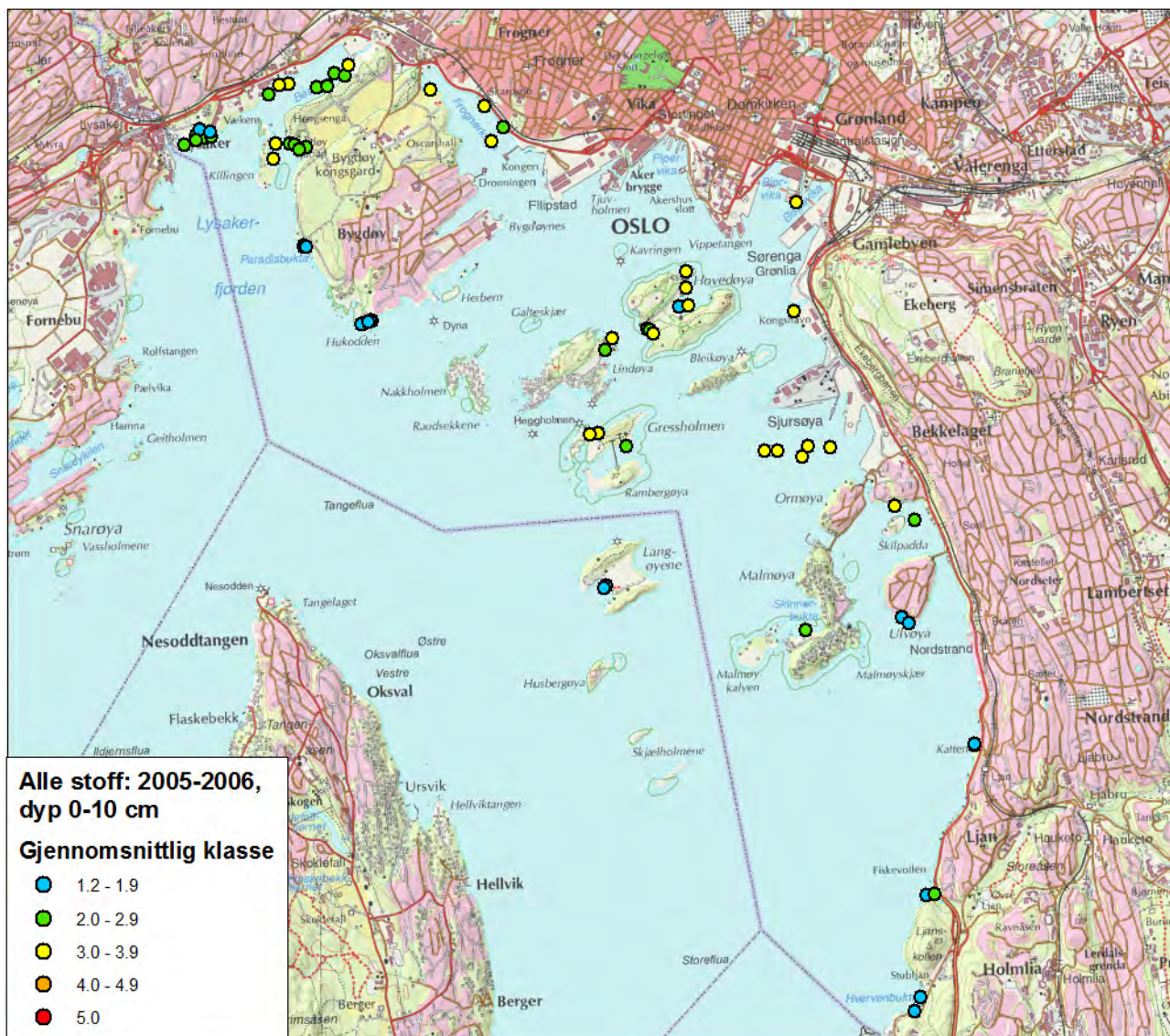
## 5. Referanser.

Lindholm, O. 2004. "Miljøgifter i overvann fra tette flater". NIVA-rapport 4775-2004.

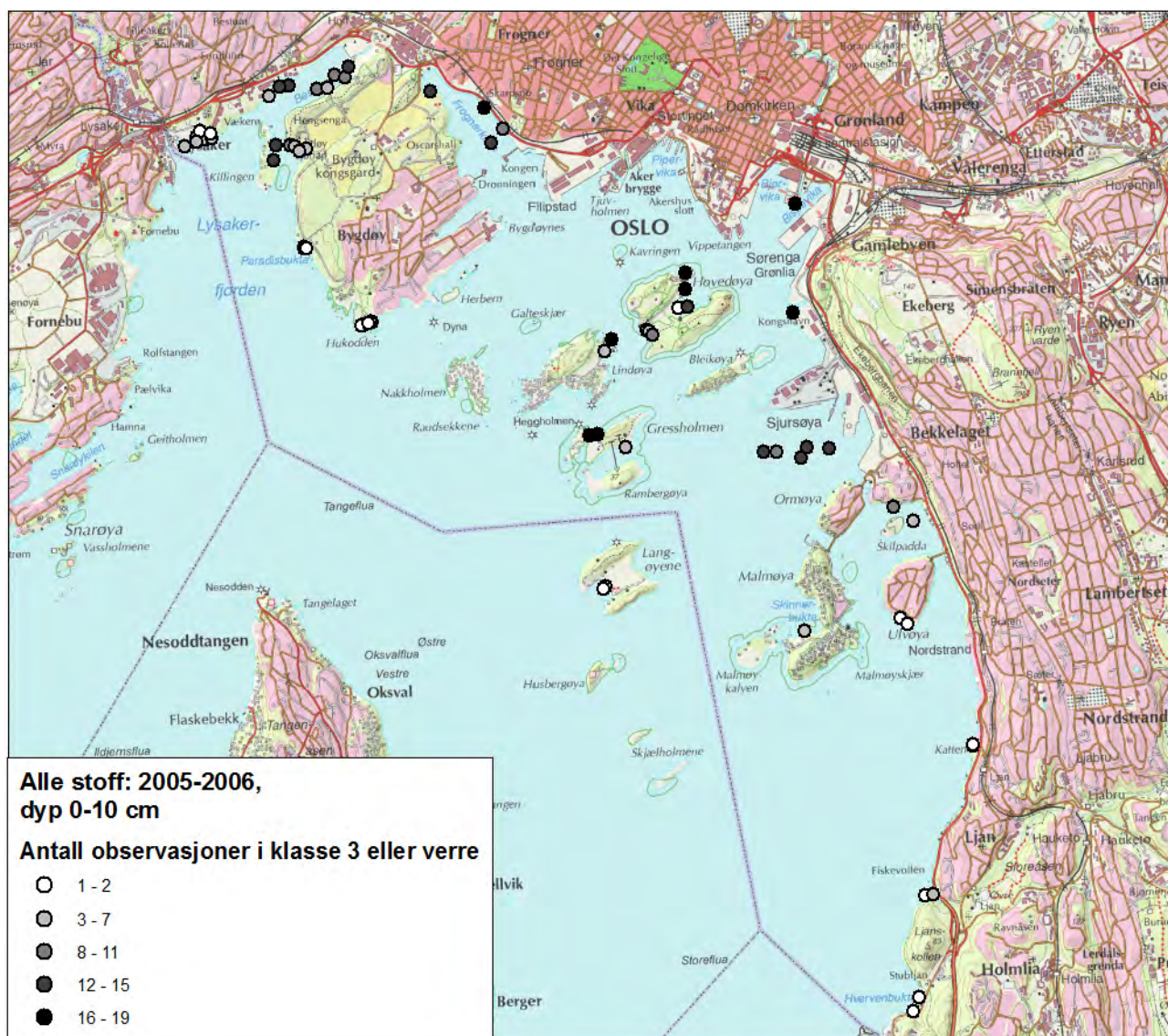
Helland, A., Lindholm, O., Traaen, T., Uriansrud, F. og Rygg, B. 2003. "Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslofjorden". NIVA-rapport 4742-2003. Oslo.

## **Vedlegg B. Oslos havneområde - tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2005-2006**

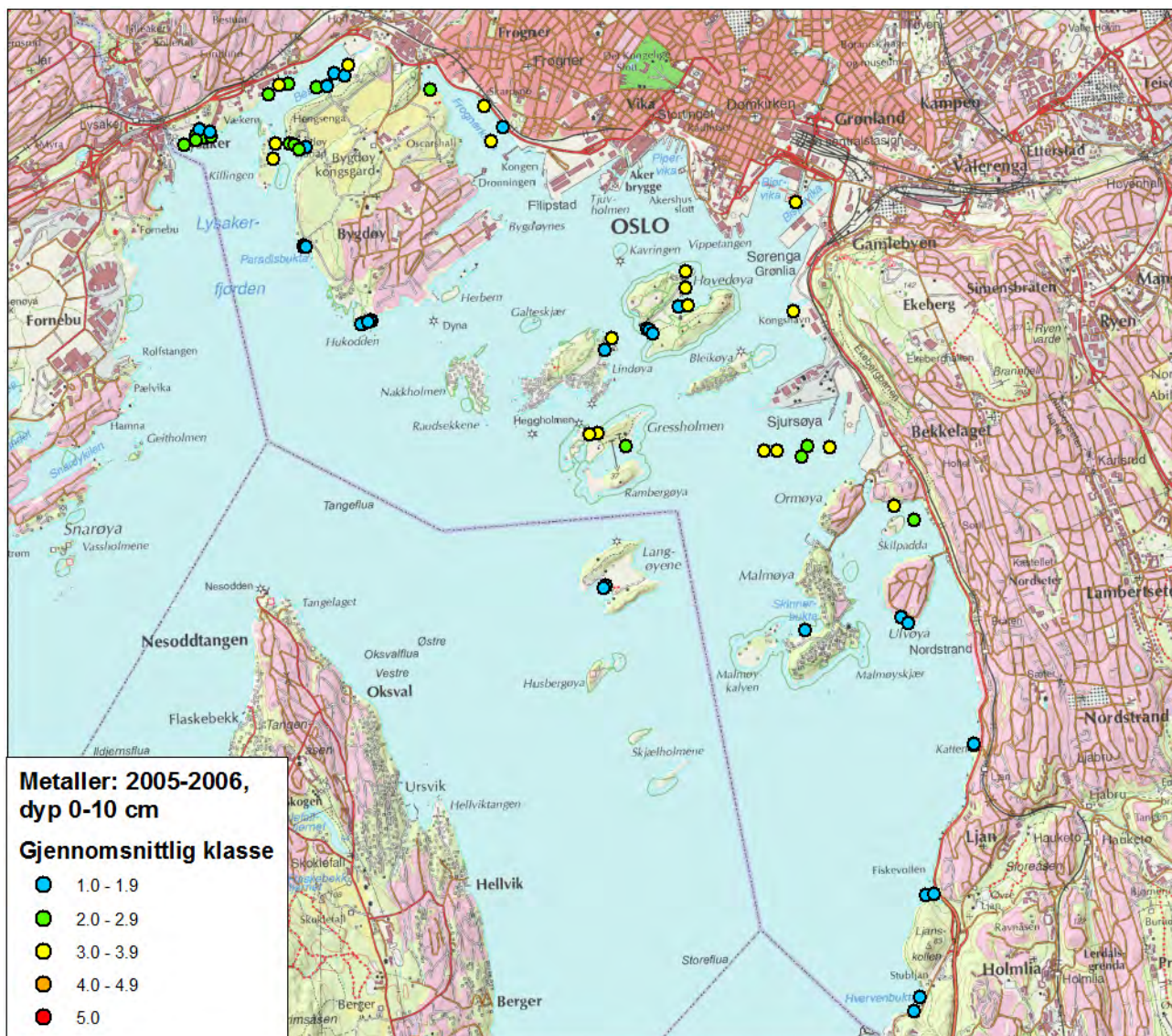
Det er analysert mange sedimentprøver spesielt fra området nær Oslo, dvs. i tiltaksområdet, i båthavner og badeplass hvor prøvene også omfatter materiale fra større sedimentdyp enn 5 cm. Dette gjelder spesielt prøver tatt i regi av Ren Oslofjord-prosjektet hvor prøver i stor utstrekning omfatter sediment fra de øverste 10 cm. På oppfordring av Ren Oslofjord-prosjektet og for å få et mer helhetlig bilde av forurensningssituasjonen nær Oslo har en valgt også å vise en del slike resultater. I sedimentprøvene tatt i perioden 2005-2006, der også prøver fra sedimentdyp på mer enn 5 cm er inkludert, ligger gjennomsnittlig tilstandsklasse i klasse 3 eller bedre (**Figur 66**), dvs. noe bedre enn når prøver fra 0-5 cm fra perioden 2002-2012 vurderes (**Figur 47**). For et betydelig antall registreringer lå imidlertid konsentrasjonen over klasse 3 (**Figur 67**). Metallene viste generelt lave konsentrasjoner (**Figur 68**), mens TBT viste høye konsentrasjoner på alle stasjoner (**Figur 69**). Gjennomsnittlig klasse for PAH-forbindelsene var klasse 3 eller bedre, og kun tre sedimentprøver (Frognerkilen, Lindøya, Bispevika) viste en gjennomsnittlig tilstandsklasse for PAH på 4 eller over (**Figur 70**). I prøvene lå PCB-konsentrasjonen i hovedsak i klasse 2 og 3 og kun tre stasjoner (Heggeholmene, Frognerkilen og Killingen, se **Figur 71**) viste konsentrasjoner som tilsvarer klasse 4.



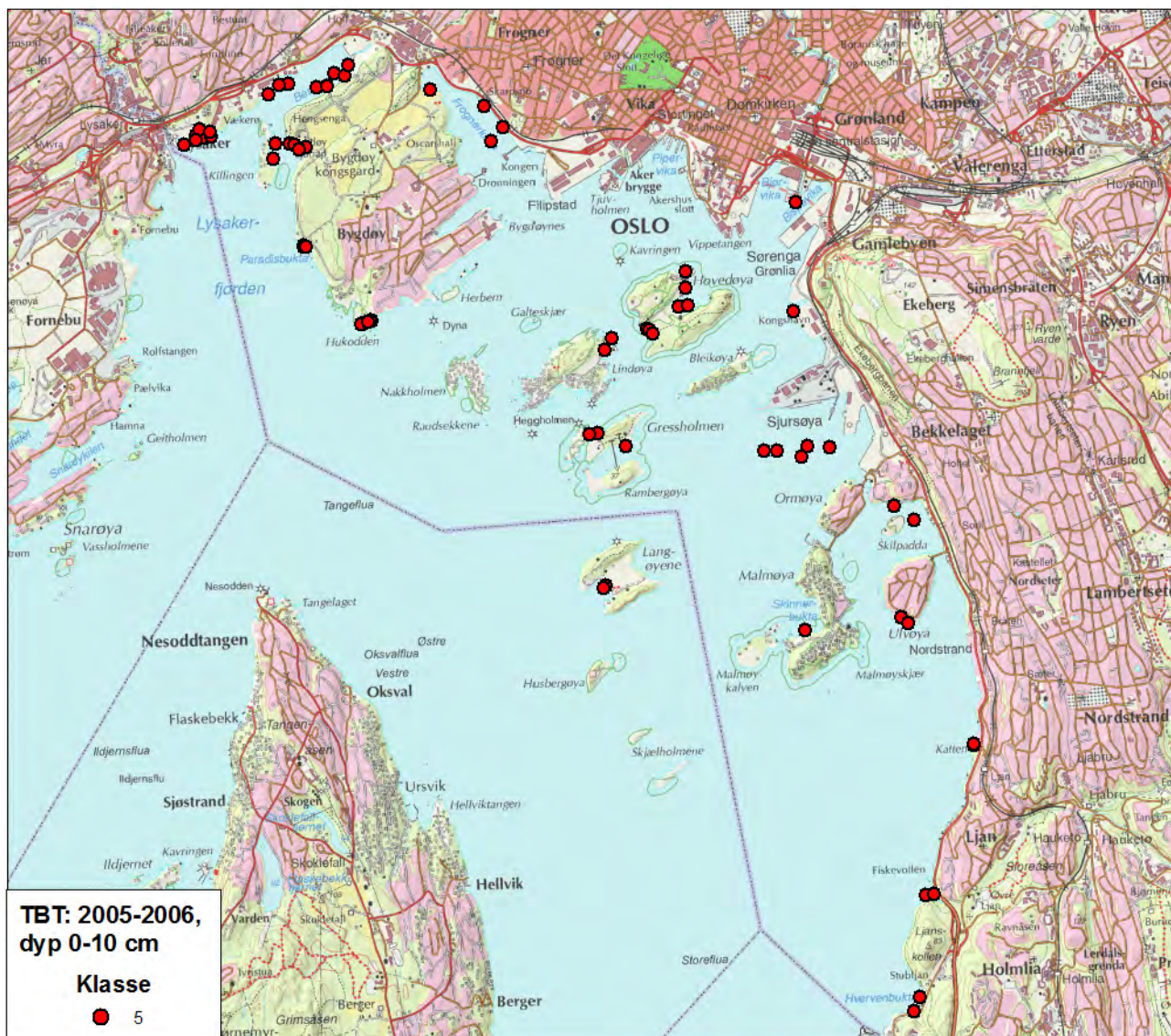
**Figur 66.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle forbindelser registrert på hver enkelt stasjon med unntak av tinnorganiske forbindelser (TBSN+). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



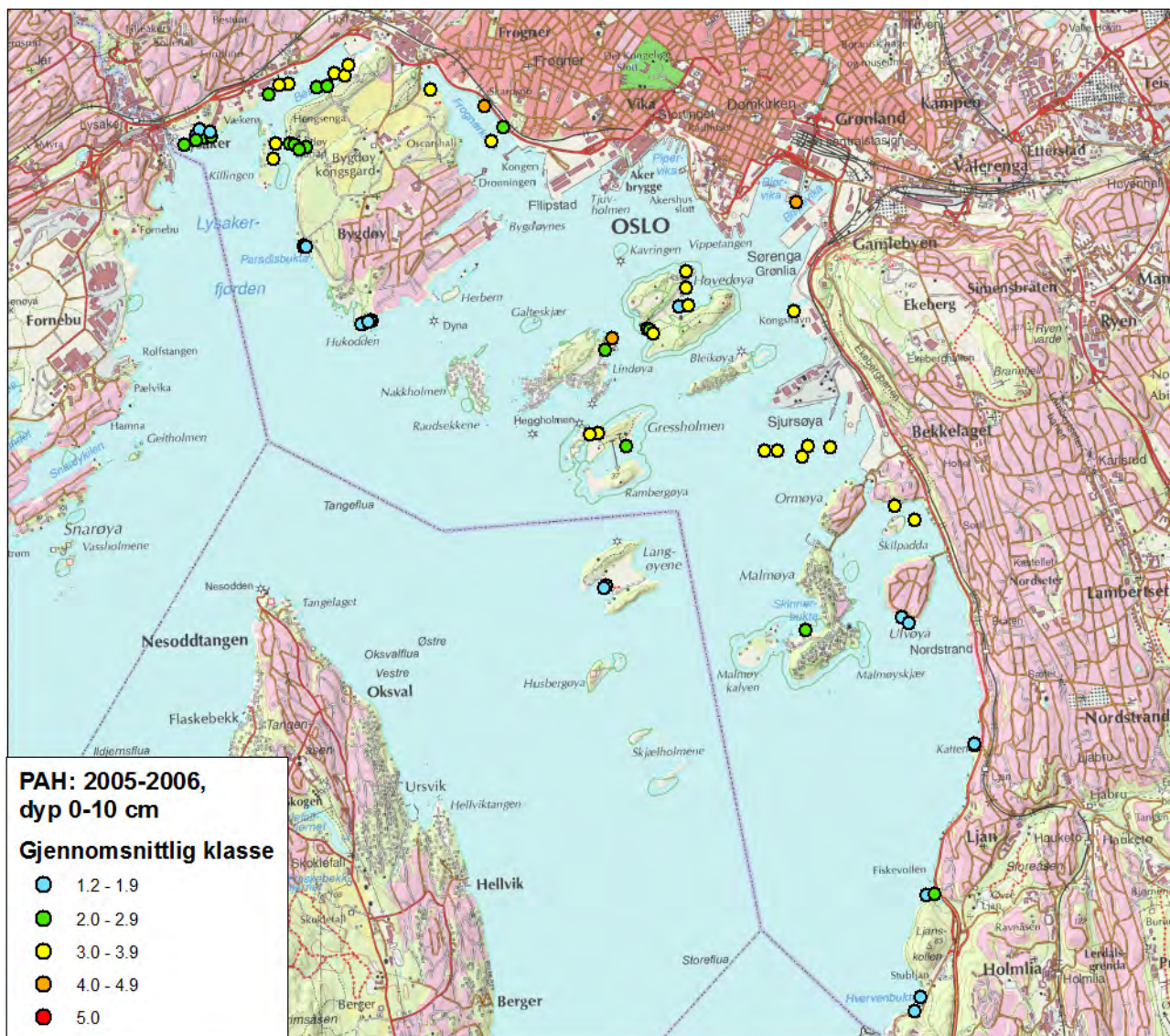
**Figur 67.** Geografisk fordeling av klasseinndeling for registreringer som er klassifisert til klasse III eller høyere. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Merk at det totale antall registreringer ikke er det samme for hver stasjon. Gjennomsnittlig tilstandsklasse for metaller lå innenfor klasse 3.



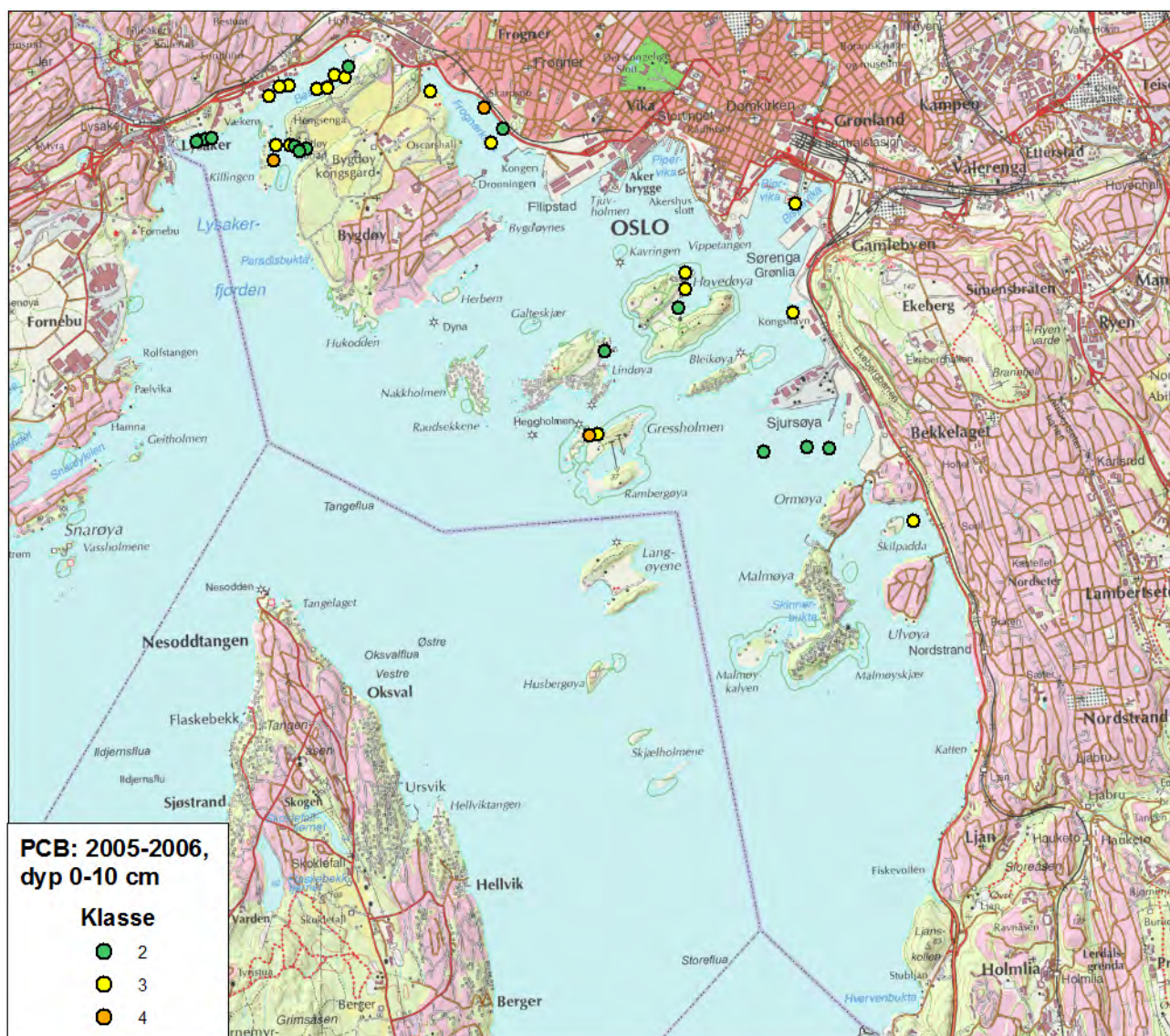
**Figur 68.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av metaller registrert på hver enkelt stasjon. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



**Figur 69.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av tributyltinn (som kation) i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.



**Figur 70.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle PAH-forbindelser registrert på hver enkelt stasjon. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



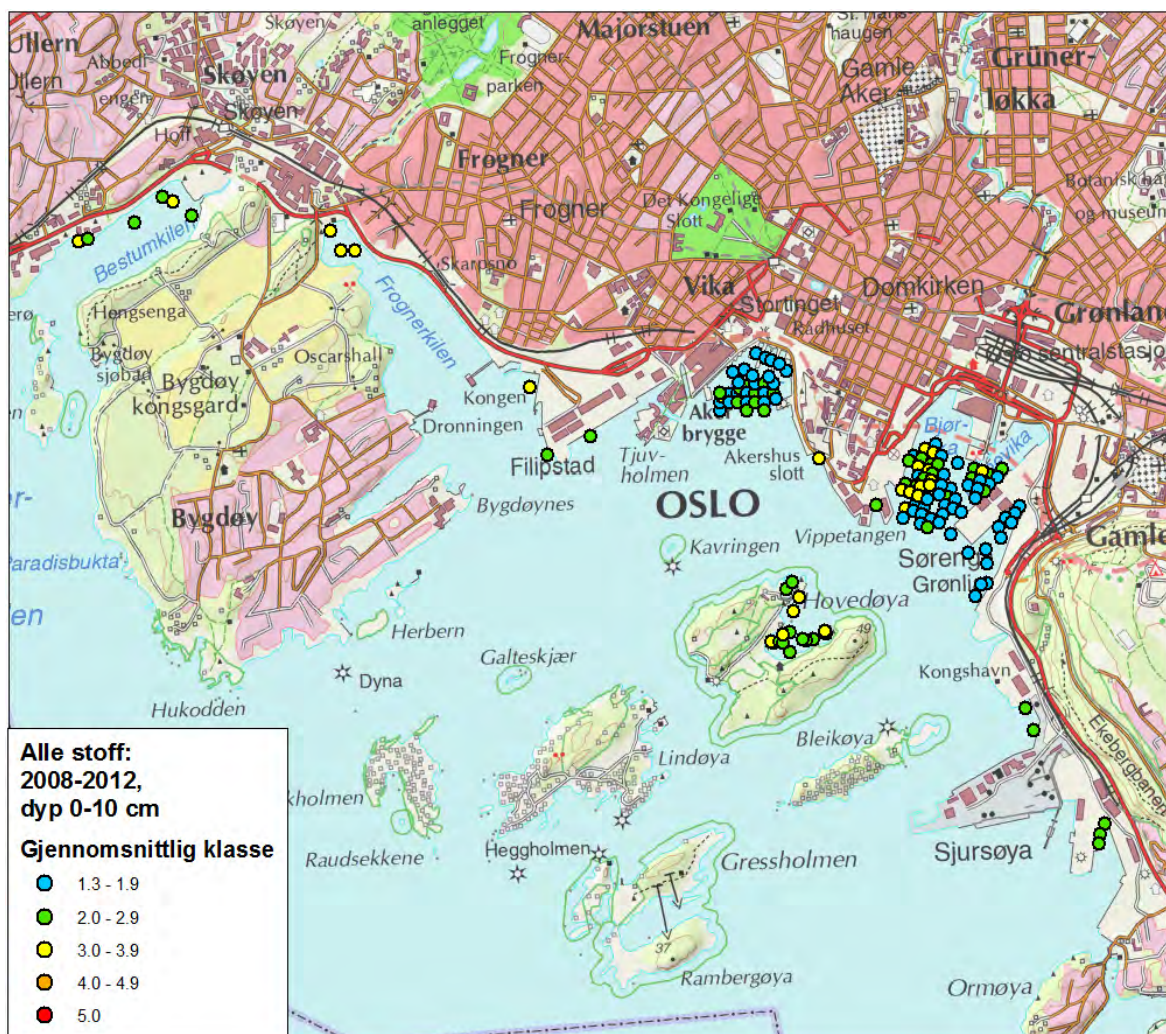
**Figur 71.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på Sum PCB (summen av konsentrasjonen av 7 ulike PCB kongenerer, dvs. kongenerene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Indre Oslofjord. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

## **Vedlegg C. Oslos havneområde - Tilstand i overflatesediment (0-10 cm) belyst ved prøver tatt i perioden 2008-2012, i hovedsak etter gjennomførte tiltak**

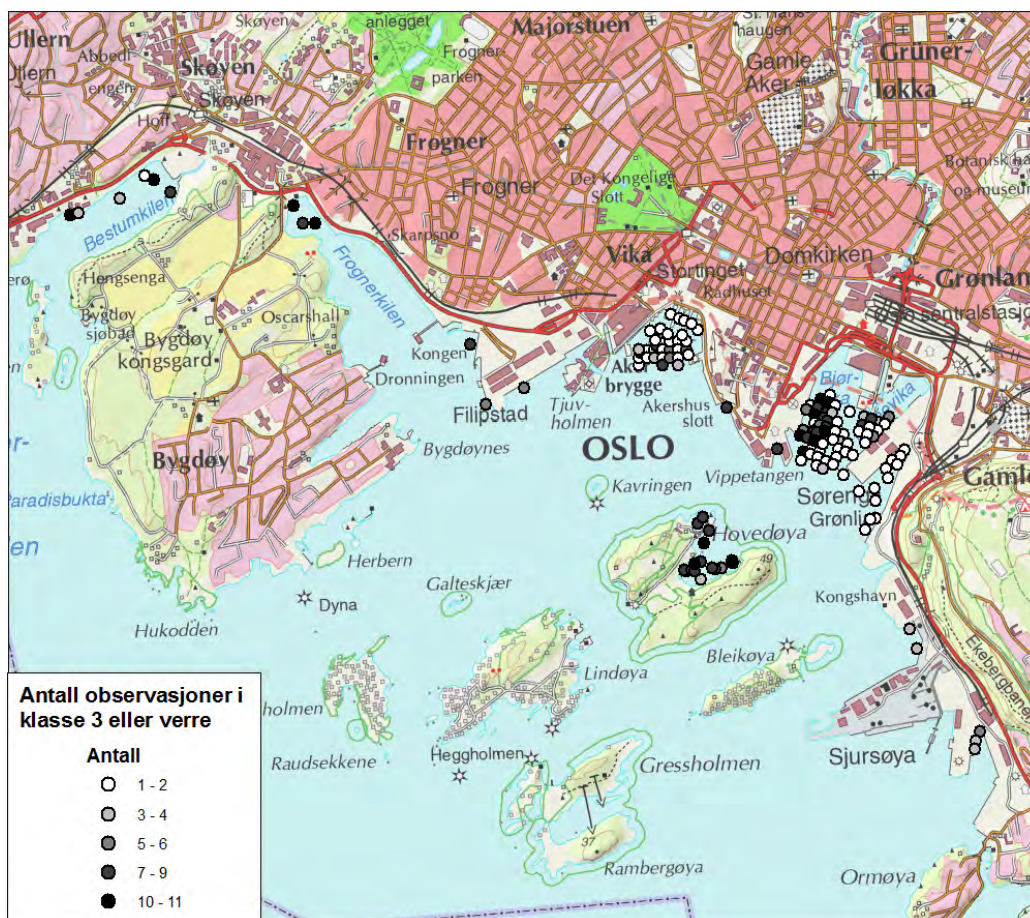
Det er i regi av Ren Oslofjord-prosjektet analysert mange sedimentprøver fra området nær Oslo, dvs. i tiltaksområdet, i båthavner og badeplass etter at tiltak er gjennomført. Det knytter seg spesiell interesse til prøver tatt etter gjennomførte tiltak. På et tidligere stadium i prosjektet fikk en opplysninger om at prøvene fra perioden 2008-2012 er tatt etter tiltak. Senere opplysninger fra Oslo Havn tydet imidlertid på at dette var feil og at en måtte utelukke 2008 resultatene for at dette skulle være tilfelle. På bakgrunn av dette ble det laget nye figurer til bruk i hovedrapporten. Dette vedlegget inneholder de opprinnelige figurene med alle data innsamlet i perioden 2008-2012.

I **Figur 72** ser en at har vært tatt et svært tett stasjonsnett ved Aker brygge, i Bjørvika og Bispevika. Gjennomsnittlig tilstandsklasse for de fleste stasjoner ligger i hovedsak i bedre enn klasse 2 ved Akershus og i Bispevika. I den nordvestlige delen av Bjørvika og ved Hovedøya er det imidlertid et større innslag av stasjoner med dårligere gjennomsnittlig tilstandsklasse. En ser også at antall observasjoner der tilstandsklassen er dårligere enn 3 også er noe høyere i disse to områdene (**Figur 73**). Dette gjelder både for metaller (**Figur 74**) og PAHer (**Figur 76**).

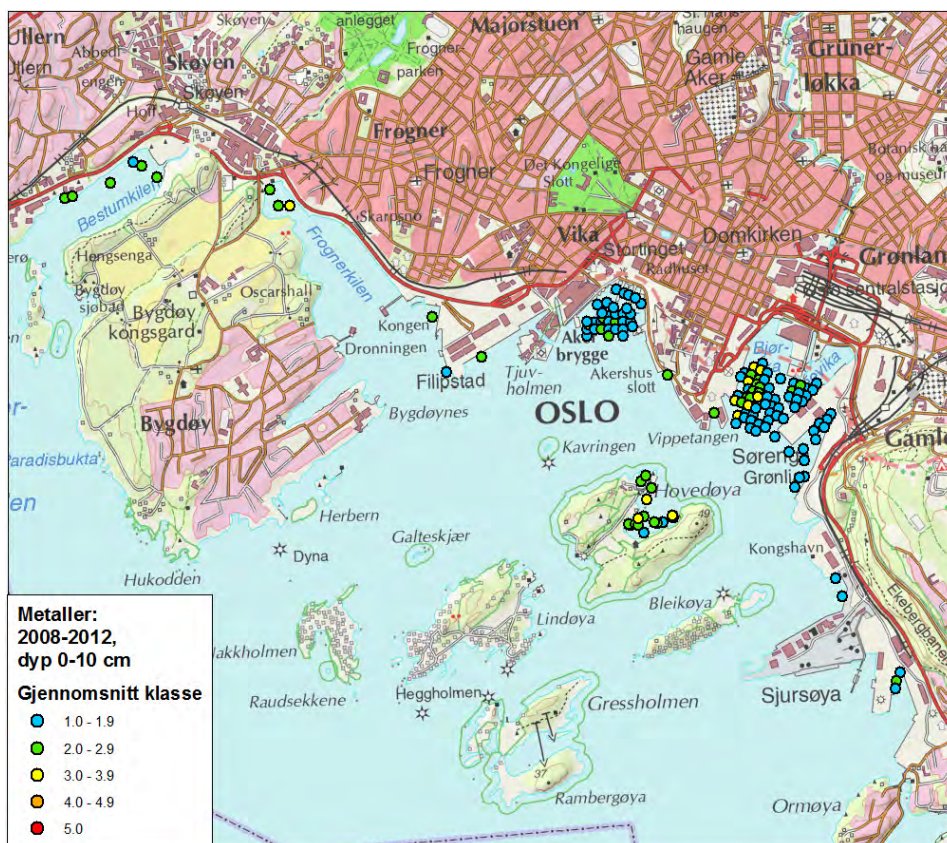
Det var fremdeles svært dårlige forhold basert på innholdet av TBT i sedimentene i havneområdet (**Figur 75**). Sedimentene ved Hovedøya basert på innhold av PCB klassifiseres til tilstandsklasse 3 (Moderat). Ved Aker brygge viste også noen av prøvene Moderat miljøtilstand, men det var også en del prøver som kunne klassifiseres til en bedre miljøtilstand (klasse 1 og 2). I Bjørvika derimot var det også etter tiltaksgjennomføring flere stasjoner som falt i klasse 4 (Dårlig miljøtilstand) (**Figur 77**).



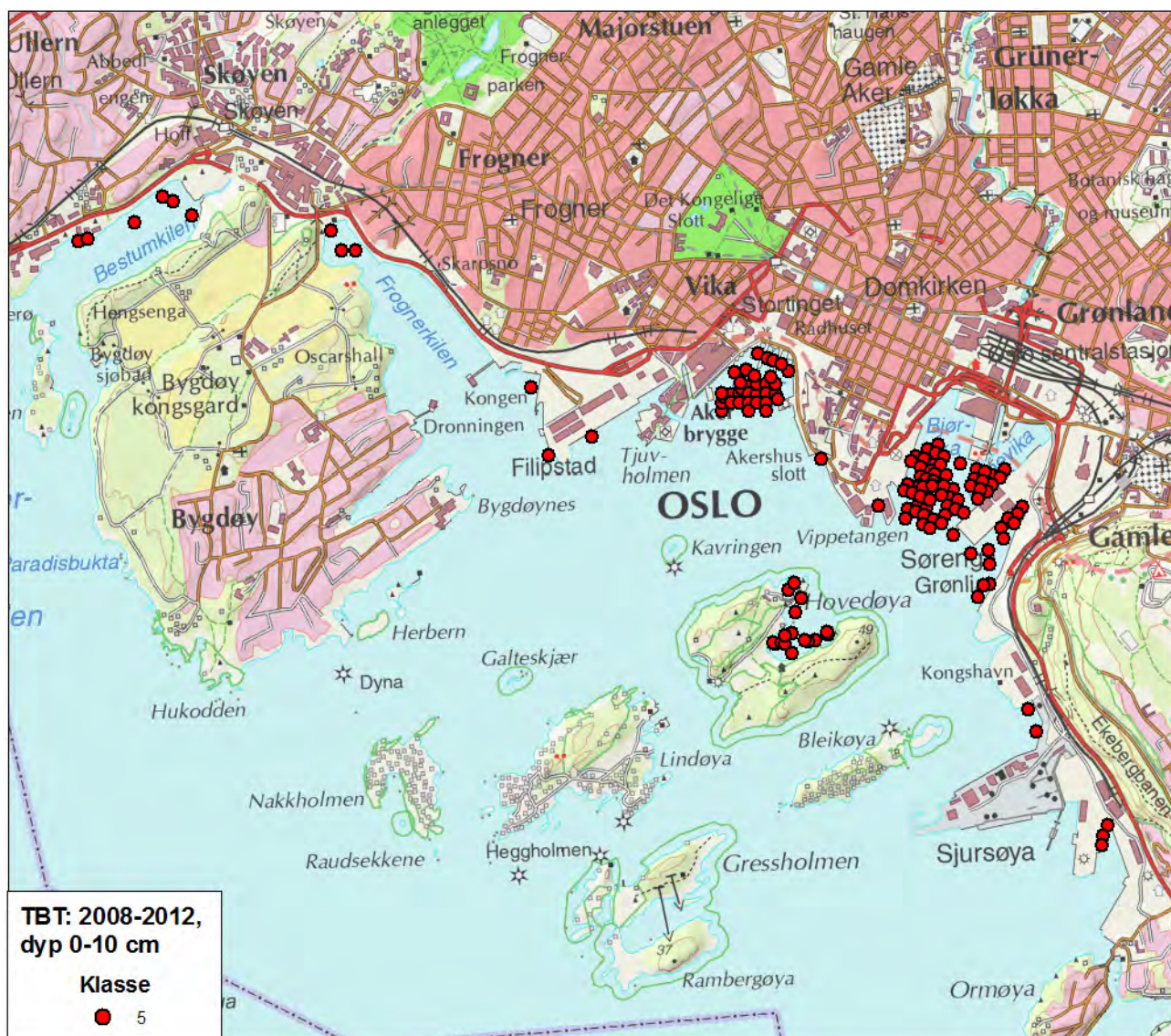
**Figur 72.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle forbindelser registrert på hver enkelt stasjon med unntak av tinnorganiske forbindelser (TBSN+). Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



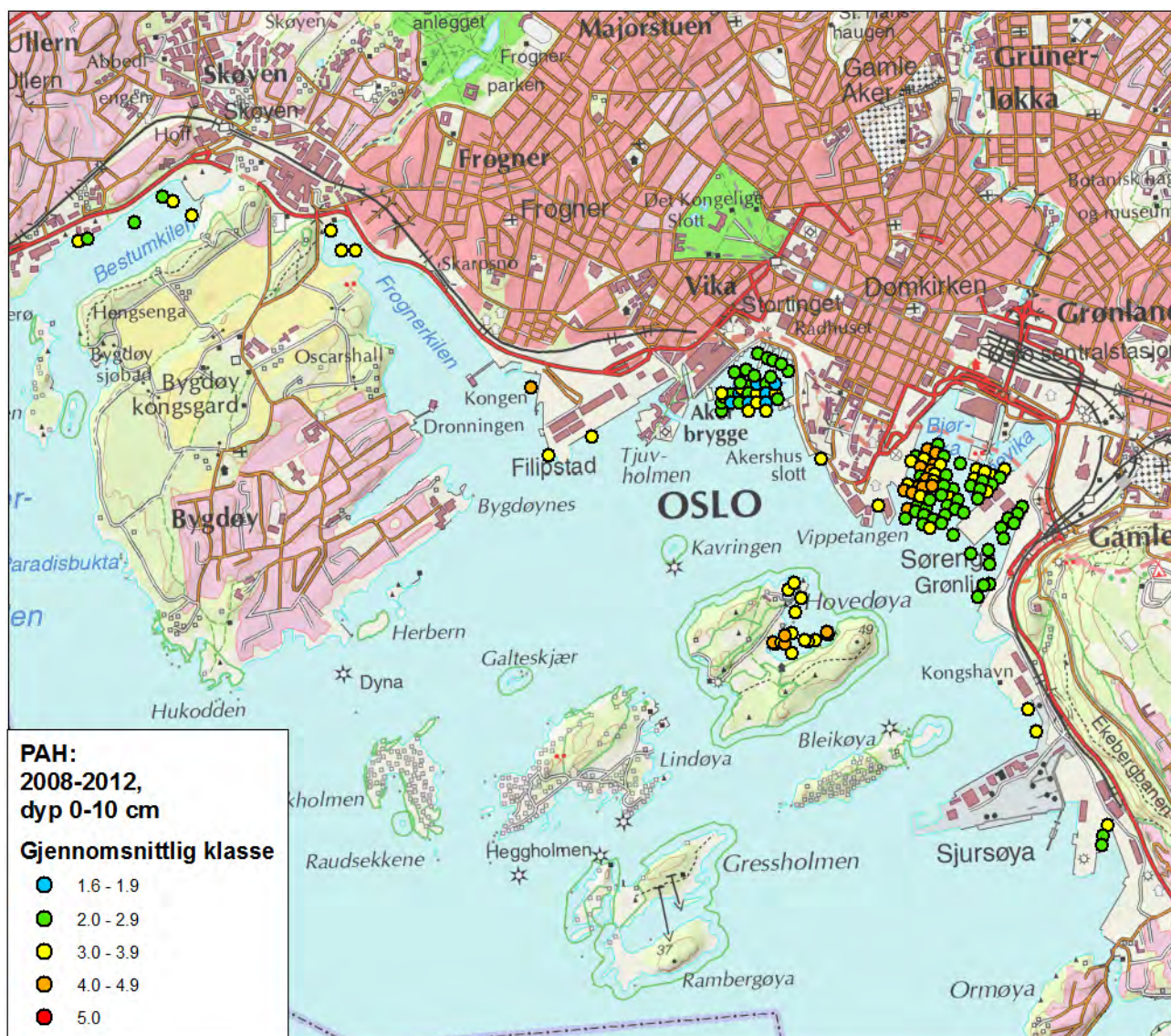
**Figur 73.** Geografisk fordeling av klasseinndeling for registreringer som er klassifisert til klasse III eller høyere. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Merk at det totale antall registreringer ikke er det samme for hver stasjon.



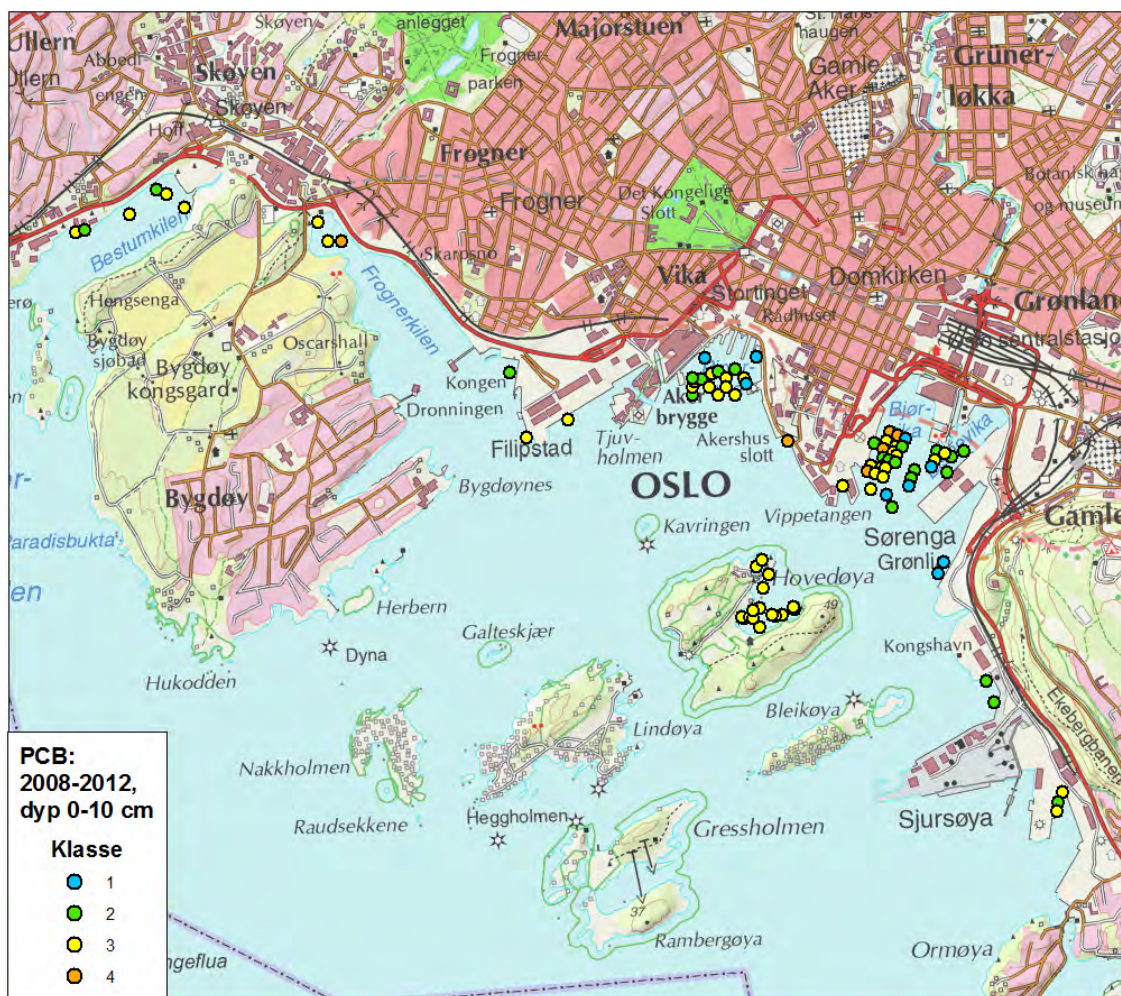
**Figur 74.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av metaller registrert i sediment på enkelt stasjon. Sedimentprøvene som inngår er innsamlet i perioden 2008-2012. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



**Figur 75.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på konsentrasjonen av tributyltinn (som kation) i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Indre Oslofjord, prøver tatt i perioden 2008-2012. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.



**Figur 76.** Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle PAH-forbindelser registrert på hver enkelt stasjon. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for å skalere midlere tilstandsklasse er vist i figuren.



**Figur 77.** Resultater av klassifisering av miljøtilstand basert på Sum PCB (summen av konsentrasjonen av 7 ulike PCB kongenerer, dvs. kongenerene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i de øverste 0-10 cm av sedimentet i Indre Oslofjord, prøver tatt i perioden 2008-2012. Klassifiseringen er gjort i henhold til klassegrensene oppgitt i utkast til TA 3001/2012. Fargekodene brukt for de enkelte tilstandsklasser er vist i figuren.

## Vedlegg D. Klassegrenser cf. utkast til TA 3001/2012

*Miljøklassifisering for sedimenter. Stoffer prioritert av EU er merket med \*.*

*LOD: nedre deteksjonsgrense ved kommersielle laboratorier. Strek (-) betyr at det ikke er nok data til å beregne klassegrenser.*

| Stoff                              | Cas nr.                              | Enhet    | Klasse I        | Klasse II              | Klasse III       | Klasse IV         | Klasse V                     |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------|-----------------|------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
|                                    |                                      |          | Bak grunns data | AA-EQS                 | Akutt tox med AF | Akutt tox uten AF | Omfattende akutt tox. effekt |
| Metaller                           |                                      |          |                 |                        |                  |                   |                              |
| Kadmium *                          | 7440-43-9                            | mg/kg TS | 0,2             | 2,5<br>(Bløtt fv: 1,5) | 16               | 160               | >160                         |
| Nikkel ferskvann *                 | 7439-92-1                            | mg/kg TS | 30              | 43                     | 270              | 500               | >500                         |
| Kvikksølv *                        | 231-16-7                             | mg/kg TS | 0,05            | 0,52                   | 0,75             | 7                 | >7                           |
| Bly kystvann *                     | 7440-02-0                            | mg/kg TS | 25              | 150                    | 1400             | 6000              | >6000                        |
| Bly ferskvann *                    | 7440-02-0                            | mg/kg TS | 25              | 66                     | -                | -                 | -                            |
| Sink                               | 7440-50-8                            | mg/kg TS | 90              | 340<br>(Fv:139)        | 340              | 2600              | >2600                        |
| Kobber                             | 7440-66-6                            | mg/kg TS | 20              | 84                     | 84               | 147               | >147                         |
| Arsen                              | 7440-38-2                            | mg/kg TS | 15              | 47                     | 71               | 580               | >580                         |
| Krom-tot sjøv                      | 1333-82-0<br>7775-11-3<br>10588-01-9 | mg/kg TS | 60              | 620                    | 6000             | 60000             | >60000                       |
| Krom-tot surt fv                   | 7789-09-5<br>7778-50-9               | mg/kg TS | 60              | 90                     | -                | -                 | -                            |
| Perfluorerte forbindelser          |                                      |          |                 |                        |                  |                   |                              |
| PFOS                               | 1763-23-1                            | µg/kg TS | 0               | 0,2<br>(fv: 1,7)       | 63               | 6300              | >6300                        |
| PFOA                               | 335-67-1                             | µg/kg TS | 0               | 2,7<br>(fv: 14)        | 63               | 6300              | >6300                        |
| Organiske tinnforbindelser         |                                      |          |                 |                        |                  |                   |                              |
| TBT – ion *                        | 688-73-3,<br>366643-28-4             | µg/kg TS | 0               | 0,002                  | 0,02             | 0,2               | >0,2                         |
| TFT-forb.                          | 900-95-8,<br>76-87-9                 | µg/kg TS | 0               | 0,013                  | 1,2              | 12                | >12                          |
| Flammehemmere                      |                                      |          |                 |                        |                  |                   |                              |
| Bromerte difenyletere *            | 32534-81-9                           | µg/kg TS | 0               | 4,9                    | 4,9              | 49                | >49                          |
| HBCDD                              | Flere                                | µg/kg TS | 10              | 140                    | -                | -                 | -                            |
| TBBPA                              | 79-94-7                              | µg/kg TS | 10              | 63                     | 1100             | -                 | -                            |
| TCEP (fosfororganisk flammehemmer) | 5961-85-3                            | µg/kg TS | 0               | 200                    | -                | -                 | -                            |
| Klorerte organiske forbindelser    |                                      |          |                 |                        |                  |                   |                              |
| Heksaklorbenzen (HCB) *            | 118-74-1                             | µg/kg TS | LOD 20          | 17                     | 61               | 610               | >610                         |
| Heksaklorbutadien *                | 87-68-3                              | µg/kg TS | LOD 30          | 49                     | 66               | 660               | >660                         |

| Stoff                                              | Cas nr.                               | Enhet    | Klasse I  | Klasse II             | Klasse III    | Klasse IV         | Klasse V              |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|-----------|-----------------------|---------------|-------------------|-----------------------|
|                                                    |                                       |          | Bakgrunns | AA-EQS                | Akutt tox med | Akutt tox uten AF | Omfattende akutt tox. |
| Heksaklorsyκλοheksan                               | 608-73-1                              | µg/kg TS | L         | 3,7                   | -             | -                 | -                     |
| C10-13 kloralkaner *                               | 85535-84-8                            | µg/kg TS | -         | 800                   | 280           | 5600              | >5600                 |
| Pentaklorbenzen *                                  | 608-93-5                              | µg/kg TS | LOD 20    | 40                    | 80            | 40                | >40                   |
| Pentaklorfenol *                                   | 87-86-5                               | µg/kg TS | LOD 10    | 14                    | 34            | 68                | >68                   |
|                                                    |                                       |          |           |                       |               |                   |                       |
| Triklorbenzen *                                    | 12002-48-1                            | µg/kg TS | LOD 10    | 5,6                   | 700           | 1400              | >1400                 |
| Klorparafiner (mellomkjedete)                      | 85535-85-9                            | mg/kg TS | 0         | 4,6                   | 27            | 54                | >54                   |
| Dioksiner og dioksin-lignende forbindelser         | Flere                                 | µg/kg TS | 0         | 8,55*10 <sup>-5</sup> | 0,1           | 0,5               | >0,5                  |
| PCB7                                               | 1336-36-3                             | µg/kg TS | 1         | 17                    | 190           | 1900              | >1900                 |
| <b>Alkylfenoler</b>                                |                                       |          |           |                       |               |                   |                       |
| Nonylfenol (4-nonylfenol) *                        | 104-40-5                              | µg/kg TS | LOD 20    | 16                    | 110           | 115               | >115                  |
| Oktylfenol ((4-(1,1',3,3'-tetrametylbutylfenol))*) | 140-66-9                              | µg/kg TS | LOD 10    | 0,3                   | 7,3           | 36                | -                     |
| Dodecylfenol med isomere                           | 27193-86-8<br>104-43-8<br>121158-58-5 | µg/kg TS | 0         | 4,4                   | 187           | -                 | -                     |
| <b>PAH</b>                                         |                                       |          |           |                       |               |                   |                       |
| Naftalen *                                         | 91-20-3                               | µg/kg TS | 2         | 27                    | 1754          | 8769              | >8769                 |
| Acenaftylen                                        | 208-96-8                              | µg/kg TS | 10        | 33                    | 85            | 8500              | >8500                 |
| Acenaften                                          | 83-32-9                               | µg/kg TS | 10        | 160                   | 290           | 29000             | >29000                |
| Fluoren                                            | 86-73-7                               | µg/kg TS | 10        | 260                   | 510           | 51000             | >51000                |
| Fenantren                                          | 85-01-8                               | µg/kg TS | 10        | 500                   | 1900          | 19000             | >19000                |
| Antracen *                                         | 120-12-7                              | µg/kg TS | LOD 10    | 4,8                   | 30            | 300               | >300                  |
| Fluoranten *                                       | 206-44-0                              | µg/kg TS | 10        | 117                   | 117           | 600               | >600                  |
| Pyren                                              | 129-00-0                              | µg/kg TS | 10        | 14                    | 14            | 140               | >600                  |
| Benzo(a)antracen                                   | 56-55-3                               | µg/kg TS | 10        | 60                    | 90            | 9000              | >9000                 |
| Krysen                                             | 218-01-9                              | µg/kg TS | 10        | 280                   | 280           | 2800              | >2800                 |
| Benzo(b)fluoranten *                               | 205-99-2                              | µg/kg TS | 90        | 140                   | 140           | 14100             | >14100                |
| Benzo(k)fluoranten *                               | 207-08-9                              | µg/kg TS | 90        | 135                   | 135           | 13500             | >13500                |
| Benzo(a)pyren*                                     | 50-32-8                               | µg/kg TS | 10        | 180                   | 2300          | 22500             | >22500                |
| Ideno(1,2,3-cd)pyren *                             | 193-39-5                              | µg/kg TS | 20        | 63                    | 63            | 6300              | >6300                 |
| Dibenzo(ah)antracen                                | 53-70-3                               | µg/kg TS | 12        | 27                    | 350           | 35000             | >35000                |
| Benzo(g,h,i)perylene *                             | 191-24-2                              | µg/kg TS | 18        | 84                    | 205           | 2050              | >2050                 |

| <b>Pesticider</b>                      |                |              |                                |                  |                                 |                              |                                             |
|----------------------------------------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Stoff</b>                           | <b>Cas nr.</b> | <b>Enhet</b> | <b>Klasse I</b>                | <b>Klasse II</b> | <b>Klasse</b>                   | <b>Klasse IV</b>             | <b>Klasse V</b>                             |
|                                        |                |              | <b>Bak<br/>grunns<br/>data</b> | <b>AA-EQS</b>    | <b>Akutt<br/>tox med<br/>AF</b> | <b>Akutt tox<br/>uten AF</b> | <b>Omfattende<br/>akutt tox.<br/>effekt</b> |
| Alaklor *                              | 1592-60-8      | µg/kg TS     | -                              | 0,3              | -                               |                              | -                                           |
| Klorfenvinfos *                        | 470-90-6       | µg/kg TS     | 0                              | 1                | 3                               | 9                            | >9                                          |
| Klorpyrifos *                          | 2921-88-2      | µg/kg TS     | 0                              | 0,3              | -                               | -                            | -                                           |
| Endosulfan *                           | 115-29-7       | µg/kg TS     | 0                              | 0,07             | 0,6                             | 2                            | >2                                          |
| Trifluralin *                          | 1582-09-8      | mg/kg TS     | 0                              | 1,5              | -                               | -                            | -                                           |
| DDTtotal og DDT(p,p)<br>*              | 50-29-3        | µg/kg TS     | 0                              | 6                | 60                              | 6800                         | >6800                                       |
| Diflubenzuron                          | 35367-38-5     | µg/kg TS     | 0                              | 0,1              | 1,2                             | 12                           | >12                                         |
| Teflubenzuron                          | 83121-18-0     | µg/kg TS     | 0                              | 2                | 24                              | 240                          | >240                                        |
| <b>Andre organiske stoffer</b>         |                |              |                                |                  |                                 |                              |                                             |
| Dekametylsyklo-<br>pentansiloksan (D5) | 541-02-6       | mg/kg TS     | 0                              | 0,04             | 11                              | 110                          | >110                                        |
|                                        |                |              |                                |                  |                                 |                              |                                             |
| Triklosan                              | 80-05-7        | µg/kg TS     | 0                              | 2,4              | 240                             | 100000                       | >100000                                     |
| Bisfenol A                             | 3380-34-5      | µg/kg Ts     | 0                              | 6,3              | 4                               | 40                           | >40                                         |
| DEHP *                                 | 117-81-7       | mg/kg TS     | 0,03                           | 10               | 100                             | 1200                         | >1200                                       |

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingssmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)