

# Indre Oslofjord 2013 – status, trusler og tiltak



**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Region Midt-Norge**

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

Tittel Indre Oslofjord 2013 – status, trusler og tiltak	Løpnr. (for bestilling) 6593-2013	Dato 11.3.2014
	Prosjektnr. Undernr. 13234	Sider Pris 93
Forfatter(e) Haakon Thaulow Bjørn Faafeng	Fagområde Vann og samfunn	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oslo og Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag. Det er laget en oppdatert kunnskapssammenstilling om Indre Oslofjord med utgangspunkt i «Strategi 2010» (Fagrådsrapport 107). Ny kunnskap er trukket inn fra NIVA og andre fagmiljøer. Det er fokus på vannkvalitet, men rapporten har et bredere perspektiv utfra fjordens betydning for rekreasjon og friluftsliv. Historien om forurensningen gjennomgås og nye trusler og utfordringer fra befolkningsvekst og klimaendringer med tilhørende økte tilførsler og konsekvenser beskrives. Tilstanden beskrives for fysiske, kjemiske og biologiske forhold. Bruken av fjorden bade- og rekreasjonsområde fokuseres. Det foreslås 3 hovedmål for Indre Oslofjord for: 1) Rekreasjon og friluftsliv 2) Fiske og fangst og 3) Økologi i hht. vanddirektivet. Med utgangspunkt i «Strategi 2010» er det foreslått 13 tiltak knyttet til de tre hovedmålene. Det er lagt størst vekt på å beskrive tilstand og utvikling utfra forutsetninger om utvidelser av Bekkelaget og VEAS renseanlegg samt rehabilitering og nyutvikling av ledningsnett. Videre er det lagt vekt på omtale av kravene i EUs vanddirektiv (Vannforskriften) og dets antatte betydning for Indre Oslofjord. Tiltakene er i hovedsak basert på «Strategi 2010» og anbefales analysert videre.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Indre Oslofjord	1. Inner Oslofjord
2. Vanddirektivet	2. Water Framework Directive
3. Eutrofiering	3. Eutrophication
4. Avløpsrensing	4. Wastewater Treatment



Haakon Thaulow  
Prosjektleder



Sindre Langaas  
Forskningsleder

**Indre Oslofjord 2013**  
**trusler, status og tiltak**

## Forord

NIVA har på oppdrag fra Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord utarbeidet en oppdatert kunnskapssammenstilling om Indre Oslofjord med utgangspunkt «Strategi 2010» (Fagrådsrapport nr. 107). Oppdraget forutsatte at det ble trukket inn ny kunnskap om Indre Oslofjord som foreligger eller er under utførelse av NIVA og andre FoU-enheter; bl.a. Universitetet i Oslo, Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB), Meteorologisk institutt og NINA. Oppdatert kunnskap om befolkningsprognoser, klimaendringer samt pågående og planlagte tiltak som er relevante for Oslofjordens status og utvikling er trukket inn.

Vi takker for konstruktive innspill fra eksperter innen forskjellige fagfelter, men understreker at innholdet i rapporten er forfatterens ansvar:

- Miljøkvalitet og vurderinger i hht. EUs vanndirektiv: John Artur Berge, Hartvig Christie, Janne Gitmark, Norman Green, Anna Birgitta Ledang, Jan Magnusson, Are Pedersen, Eli Rinde, alle NIVA
- Fisk: Thronnd Haugen, UMB
- Tilførsler av miljøgifter: Oddvar Lindholm, UMB, og Sissel Rannekleiv og John Artur Berge, begge NIVA
- Vann- og avløpshåndtering, vannhygiene: Christian Vogelsang og Ingunn Tryland, NIVA
- Biologisk mangfold på land: Terje Blindheim, BioFokus, og Marianne Evju og Olav Skarpaas, begge NINA

Denne rapporten har et noe bredere perspektiv enn andre NIVA-rapporter om Indre Oslofjord i det også forhold knyttet til rekreasjon og friluftsliv og andre brukerinteresser enn vann, som f.eks. biologisk mangfold på land, er omtalt.

Det legges i denne første fasen hovedvekt på å gi en oppdatert status av tilstand og mulig utvikling ut fra visse forutsetninger om tilførsler, klimaendringer og planer om utvidelser av Bekkelaget og VEAS renseanlegg. Vi har også fremskaffet informasjon om status for implementeringen av vannforskriften i Norge, slik den nå begynner å ta form, og dennes betydning for Indre Oslofjord. Forslag til tiltak for å nå mål for fjordens tilstand er i hovedsak basert på foreliggende forslag, og anbefales utredet videre bl.a. som følge av de mer konkrete kravene vanndirektivet setter.

Stoffet er lagt til rette for senere nettbasert informasjon. Det foreslås at dette arbeidet konkretiseres i neste fase av arbeidet.

Vi presenterer her en ren kunnskapssammenstilling. Arbeidet har ikke omfattet ny forskning eller nye undersøkelser.

Et utkast til rapporten ble presentert på Fagrådets møte 10. desember 2013. Det ble gitt anledning til kommentarer til utkastet, og disse er det tatt hensyn til.

*Oslo, 12. februar 2014*

*Haakon Thaulow  
prosjektleder*

---

# Innhold

	1
<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>1. Historien om forurensningen av Oslofjorden</b>	<b>13</b>
1.1 En verdifull og sårbar terskelfjord.	13
1.2 Fjorden ble stadig mer forurenset – men omfattende tiltak ble gjennomført med godt resultat	16
<b>2. Oslofjorden trues – nye tiltak nødvendige</b>	<b>21</b>
2.1 Ren, men ikke ren nok - befolkningsvekst og klimaendringer truer	21
2.2 Kravene til god vannkvalitet øker	21
2.3 Myndighetene skjerper kravene – EUs vanddirektiv	22
2.4 Sammenhenger mellom tilførsler og fjordens tilstand - mål og tiltak	23
<b>3. Befolkningsvekst og samfunnsutvikling – klimaendringer, tilførsler, fysiske inngrep og arealbruk</b>	<b>24</b>
3.1 Befolkningsvekst og samfunnsutvikling	24
3.2 Klimaendringer	25
3.3 Næringsalter og oksygenforbrukende stoffer	27
3.4 Hygienisk forurensning	29
3.5 Miljøgifter	30
3.6 Fysiske inngrep - arealbruk	32
<b>4. Dagens tilstand</b>	<b>34</b>
4.1 Vannutskifting, strømforhold, oksygen og siktdyp	34
4.2 Oksygenforbrukende stoffer, næringsalter og planteplankton	36
4.3 Miljøgifter i bunnsedimenter	38
4.4 Miljøgifter i fisk og blåskjell	43
4.5 Hygienisk vannkvalitet	44
4.6 Tang – makrovegetasjon	48
4.7 Bunndyr – makrofauna	51
4.8 Fisk	53
4.9 Biologisk mangfold i og ved fjorden	56
4.9.1 Marine naturtyper	56
4.9.2 Fremmede marine arter	57
4.9.3 Kunstige rev i Oslo havn	58
4.9.4 Biologisk mangfold på øyene og langs strendene	58
4.9.5 Verneområder i Indre Oslofjord	60
<b>5. Bruken av Oslofjorden</b>	<b>62</b>
5.1 Brukerinteresser – få konflikter	62
5.2 Tilrettelegging for friluftsliv	63
5.3 Friluftsbading og vannkvalitet. EUs badevannsdirektiv - «Blått flagg»	65
5.4 Giftige alger fra Årungen - en fare for badende?	67
5.5 Giftige alger og blåskjell i Oslofjorden	67
5.6 Fiske og fangst - kostholdsrestriksjoner	68

---

<b>6. EUs vanndirektiv stiller nye krav</b>	<b>69</b>
6.1 Grunnprinsipper – 6 vannforekomster i Indre Oslofjord	69
6.2 Krav til «god økologisk status» - forskjellige krav til ulike vannforekomster	71
<b>7. Mål for Indre Oslofjord</b>	<b>75</b>
7.1 Mål for Indre Oslofjord - men for hva?	75
7.2 Mål for vannkvalitet knyttet til rekreasjon og friluftsliv	77
7.3 Mål knyttet til fiske og fangst	77
7.4 Økologi-mål som tilfredsstiller EUs vanndirektiv	78
7.4.1 Biologiske kvalitetselementer	78
7.4.2 Fysisk- kjemiske kvalitetselementer	79
7.4.3 Miljøgifter i overflatesedimenter	80
7.4.4 Hydromorfologiske kvalitetselementer	81
7.5 «Naturtilstanden» i Bunnefjorden og Bærumsbassenget	82
<b>8. Mulig utvikling - strategier og tiltak</b>	<b>85</b>
8.1 Mulig utvikling i fjorden	85
8.1.1 Tilførsler	85
8.1.2 Mulig utvikling i fjorden	88
8.2 Strategier og tiltak for å nå målene	90
8.2.1 Strategier og tiltak generelt - forholdet til Strategi 2010 rapporten	90
8.2.2 Strategier og tiltak for å nå mål knyttet til rekreasjon og friluftsliv	92
8.2.3 Strategier og tiltak for å nå mål for fiske og fangst	93
8.2.4 Strategier og tiltak for å nå økologimål som tilfredsstiller EUs vanndirektiv og mål om biologisk mangfold	94
<b>9. Referanser</b>	<b>95</b>
<b>Vedlegg A. Kilder til informasjon</b>	<b>102</b>

---

# Sammendrag

## Historien

Oslofjordregionen utgjør landets nærings- og befolkningsmessige tyngdepunkt, samtidig som fjorden og kystsonen er et av landets mest benyttede rekreasjonsområder. Indre Oslofjorden er selve «kjernen» i Oslofjordregionen og er av uvurderlig verdi for en befolkning på over 1,2 millioner mennesker som bor og virker rundt fjorden. Fjorden har et rikt naturmiljø både til lands og til vanns.

Indre Oslofjord er i utgangspunktet sårbar for forurensninger fordi den bare har forbindelse med Ytre Oslofjord gjennom det ca. 1 km smale og bare 20 meter dype Drøbaksundet. Det er flere dypvannsbassenger innover i fjorden adskilt med terskler som hindrer fornyelse av vannet i dype områder av fjorden.

Vannkvaliteten i Indre Oslofjord er blitt betydelig bedre i løpet av de fire siste ti-årene pga. utbygging av ledningsnett og tunneler for oppsamling og transport av avløpsvann, og bygging og drift av effektive renseanlegg. Tilførselen av næringsstoffene fosfor og nitrogen og belastningen med organiske stoff til fjorden var på sitt høyeste i 1970-årene. Det samme gjelder for mange metaller og organiske miljøgifter. De reduserte tilførselene har gitt en langt renere fjord med stadig mindre algevekst og økt siktdyp i hele Indre Oslofjord. Den positive utviklingen flatet imidlertid ut tidlig på 2000-tallet, og i de senere år kan vi registrere en svak økning i tilførselene til fjorden. Årsaken er at ledningsnett og renseanleggene nå er belastet nær og tidvis over sin maksimale kapasitet.

## Nye trusler – nye tiltak

Tilstanden i Oslofjorden er god, men ikke god nok. Det er fortsatt problemer med lite oksygen i dypvannet, tidvise algeoppblomstringer og forekomst av miljøgifter i fisk og andre organismer. Tilførselen av næringssalter og oksygenforbrukende stoffer (organiske stoffer) overskrider det som er en antatt tålegrense. Og badevannskvaliteten hygienisk sett anses ikke god nok til enhver tid mange steder.

Det er for tiden betydelig økning i folketallet rundt Indre Oslofjord og prognosene tilsier fortsatt kraftig vekst. Dette belaster ledningsnett og renseanlegg med stadig større mengder avløpsvann. Endringer i klimaet har allerede ført til hyppigere og sterkere nedbørepisoder som også utfordrer avløpssystemene. Dette vil føre til dårligere vannkvalitet i fjorden dersom ikke utbedringen av avløpsnett og renseanleggene holder tritt med utviklingen.

Samtidig øker kravene til vannkvalitet og økologisk mangfold. Selv i indre havneområder, der byutviklingen er intens, anlegges badestrender og fjordpromenader. Indre Oslofjord er et viktig rekreasjonsområde og en viktig del av Oslos identitet. De formelle krav til et godt vannmiljø skjerpes også gjennom EUs vanddirektiv som er gjort gjeldende i Norge gjennom vannforskriften. Det blir foreslått å utarbeide en egen kystsoneplan for fjorden.

## Befolkningsvekst, samfunnsutvikling og klimaendringer

Oslo er Europas raskest voksende hovedstad. Det vil trolig bo 1,1 million innbyggere i regionen i 2020; et konservativt estimat for 2050 er ca. 1,4 million. 2/3 av denne veksten ventes innen Oslo kommune. I en nylig vedtatt strategi for areal og transport i Oslo og Akershus legges det til grunn

at folketallet kan øke med 350 000 i løpet av 20 år. Økningen i belastningen på renseanleggene er anslått til ca. 170 000 og 300 000 personer i hhv. 2020 og 2030.

Pågående klimaendringer er dokumentert ved temperaturøkninger i bunnvannet i Vestfjorden, og ved endringer i nedbørmønsteret. Fra 1965 til i dag er det dokumentert hyppigere og kraftigere regnskyll i regionen. Generelt er det også nylig dokumentert klare sammenhenger mellom klimaendringer og økninger i ekstremnedbør. Havnivåstigningen i fjorden i et 100 års perspektiv er anslått til mellom 40 og 60 cm. Om klimaendringer gir forandringer i vindmønstre av betydning for vannutskiftningen er usikkert.

### **Tilførsler av næringssalter, hygieniske forurensninger og miljøgifter**

Utslippene av næringssalter og andre oksygenforbrukende stoffer fra befolkningen dominerer. Siden 2003/2004 har tilførslene økt noe. Rensekapasiteten både på Bekkelaget og VEAS er allerede overskredet og stoffbelastningen på disse to anleggene forventes ved moderat befolkningsvekst å øke med ca. 20 og 30 % i hhv. 2020 og 2030. VEAS er den største enkeltkilden til oksygenforbruk i dypvannet. Næringssalter fra elver og bekker er i dag den nest største kilden til algevekst etter utslipp fra renseanleggene.

Avløpsvann tilfører fjorden tarmbakterier og andre mulig sykdomsfremkallende mikroorganismer. Med store deler av avløpsnettlet lagt som fellessystem og med innlekking i avløpsledninger, har overløp fra et overbelastet ledningsnett langt større betydning enn utslippene fra renseanlegg på dypt vann. Utslipp fra båter og anlegg i båthavner har også betydning. Særlig under og etter kraftige regnskyll er det fare for hygienisk forurensning.

Tilførsler av miljøgifter stammer fra elver, atmosfære, tette flater, renseanleggene og overløp. De største tilførslene av metaller kommer fra elver (kvikksølv, kobber, nikkel) og tette flater (krom, sink, kadmium og bly). Renseanleggene er imidlertid også en betydelig bidragsyter til tilførslene av kobber, nikkel og sink. Fra atmosfæren er kun kvikksølv av betydning. De meste av PCB-tilførsler (polyklorerte bifenyler) kommer fra tette flater fulgt av renseanleggene. Tilførsler av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) domineres av elvene og tette flater.

Kvikksølv, PCB og PAH antas å ha negativ effekt på organismer (herunder fisk) i fjorden. Det er økende oppmerksomhet mot «nye miljøgifter» som er eller kan bli en trussel mot livet i fjorden (legemidler og personlige pleieprodukter).

### **Fysiske inngrep og arealbruk**

påvirker dagens tilførelser og er viktig for en fremtidig «ren fjord». Stikkord er vei- og jernbanebygging, havneaktiviteter og båttrafikk, utbygging av og aktiviteter i småbåthavner, i tillegg til plan- og utbyggingsstrategier som etablering av Fjordbyen, bevaring av grønne lunger, forvaltning av elver og vann i bynære soner og fortetting som har konsekvenser for omfanget av tette flater. Særlig viktig er en planmessig gjennomføring av lokal overvann disponering (LOD).

### **Fjordens tilstand**

Variasjonene i oksygeninnholdet i bunnvannet i dypbassengene i Indre Oslofjord bestemmes i stor grad av dypvannsutskiftningen over Drøbaksterskelen, som igjen styres av meteorologiske forhold. Like etter en effektiv utskiftning av bunnvannet vil konsentrasjonen av oksygen være høy, men den vil igjen gradvis reduseres pga. nedbrytning av organisk stoff fra overløp og renseanlegg, fra nedbrytning av sedimentert planteplankton fra de øvre vannlag, og fra



nedbørfeltet. Oksygenkonsentrasjon i dypvannet i Vestfjorden er gradvis blitt høyere, mens tilsvarende tendens ikke er like tydelig i Bunnefjorden.

Vannmiljøet i fjorden er blitt gradvis bedre siden 1970-årene, både sikten i vannet, mengden av planteplankton, forekomst av arter og utbredelse av makroalger (tang) og dyreliv på grunt og dypt vann.

Konsentrasjonen av miljøgiften TBT (tributyltinn), som tidligere ble brukt som groehindrende middel i båtmaling, er fortsatt høy i store deler av Indre Oslofjord. Selv etter at de viktigste tiltak er gjennomført for å redusere miljøgifter i Oslo indre havn, er konsentrasjonene av PCB og PAH høye i enkelte områder der. Situasjonen for kvikksølv i sedimenter er god i store deler av Bunnefjorden, men dårligere i resten av fjorden.

Innholdet av kvikksølv har gradvis økt i torskefilet fra Oslo havn de siste 20 år og tilsvarer nå kategorien «markert forurensed». Torskelever fra Oslo havn er tilsvarende klassifisert som «markert forurensed».

Den hygieniske vannkvaliteten på badeplassene i Indre Oslofjord er gjennomgående god, bortsett fra i perioden like etter kraftig nedbør.

Det finnes kun fragmentert kunnskap om fiskebestandene i Indre Oslofjord, bortsett fra bestanden av sjørret, som skal være en av landets beste.

Gunstig geologi og klima er grunnlag for at øyene og kysten av Indre Oslofjord har landets høyeste biologiske mangfold, spesielt når det gjelder karplanter og insekter. Mange arter og naturtyper står på den norske rødlisten som sårbare eller truede.

### **Bruken av Oslofjorden**

Indre Oslofjorden er et intenst bruk område til mange formål; rekreasjon og friluftsliv, fiske og fangst, transport og mottaker av avløpsvann. Fjorden er landets mest benyttede rekreasjonsområde, og har store verneverdier og stort biologisk mangfold både til lands og til vanns. Det er få konflikter mellom brukerne i Indre Oslofjord under ett.

Friluftsliv og rekreasjon knyttet til vann har vært mye av drivkraften bak tiltakene mot forurensning. Men tilgjengelighet og gode strandarealer er en forutsetning for at rent fjordvann skal komme til nytte for friluftsfolket. Oslofjordens Friluftsråd har ansvar for store områder langs fjorden og legger til rette for allmennhetens bruk av fjorden og tilgang til strandarealer gjennom å arbeide for etablering av friarealer, overnattingsmuligheter og kyststier.

Oslofjorden er rikt på blåskjell. Blåskjellforgiftning kan skje ved at skjellene eksponeres for giftige alger. Det er derfor etablert informasjonsverktøy slik at publikum kan få vite om blåskjell de har høstet er spiselige. Fritidsfiske er svært populært i Indre Oslofjord.

Det har tidligere vært kostholdsråd for fisk i Indre Oslofjord pga. høye konsentrasjoner av PCB i blåskjell og i torskelever. Mattilsynet råder i dag på generelt grunnlag de som fisker til eget bruk ikke å spise lever av fisk fra skjærgården i Norge. Det tråles jevnlig etter reker i fjorden.

## Vanndirektivet og vannforskriften

EUs vanndirektiv stiller gjennom den norske vannforskriften nye og til dels skjerpede krav til vannmiljøet i Norge. Hovedkravet er god økologisk status og god kjemisk tilstand for hver vannlokalitet innen 2015- 2021. Indre Oslofjord er delt opp i 6 vannlokaliteter under vannregion Glomma. For vannlokaliteter med «moderat, dårlig eller svært dårlig» status kreves tiltak for å bringe dem opp på «god eller svært god» status. Denne rapporten skisserer hvilke konkrete krav som gjelder.

Oppsummering av status for biologiske kvalitetselementer i Indre Oslofjord:

- Planteplankton; «god eller meget god» tilstand
- Makrovegetasjon og ålegress; dagens krav i vannforskriften synes lite egnet for klassifisering av Indre Oslofjord.
- Dyr på bløtbunn; «god» tilstand oppnås kun for en stasjon i Holmenfjorden, resten av fjorden har «moderat til dårlig» tilstand.

Dårlige fysiske og kjemiske kvalitetselementer vil trekke ned en «god» økologisk status til «moderat» og medføre krav om tiltak. Flere miljøgifter tilfredsstillende ikke kravet om «god tilstand» spesielt i områder nær Oslo havn.

Tilstanden er i dag «god til meget god» for fosfor og nitrogen i overflatevannet på de forskjellige målestasjonene i fjorden, mens siktdypet varierer fra «dårlig til god».

Idet denne rapporten skrives finnes en foreløpig offentlig klassifisering av vannforekomstene i Indre Oslofjord (Vann-nett). Alle vannforekomstene har fått «Antatt moderat» økologisk tilstand, og «Oppnår ikke god» kjemisk tilstand. Det angis «risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021» for hele Indre Oslofjord.

### Mål for indre Oslofjord

Med en så forurenset fjord som Oslofjorden var da renseanleggene ble planlagt og bygget, var målsettingen å få en «ren fjord» uten at det ble konkretisert eller kvantifisert operasjonelle mål. Særlig med innføringen av EUs vanndirektiv må både målstruktur og konkrete verdier for parametere revurderes.

Det er 3 aktuelle hovedmål for Indre Oslofjord:

- 1) Rekreasjon og friluftsliv
- 2) Fiske og fangst og
- 3) Økologi i henhold til vanndirektivet og mål om økologisk mangfold.

For mål for rekreasjon og friluftsliv tilknyttet vannkvalitet er EUs badevannsdirektiv retningsgivende. FN/WHO's helseprotokoll som Norge har sluttet seg til, forutsetter god badevannskvalitet etter EU-direktivet innen 2015. Folkehelse (FHI) har utgitt retningsgivende kvalitetsnormer for friluftsbad.

Et overordnet generelt mål er en «ren fjord» som er estetisk tilfredsstillende, har rent og klart vann og med strandvegetasjon preget av rentvannsarter. Det er imidlertid ikke realistisk å kunne tilfredsstille grenseverdiene i EU-direktivet på alle badeplasser fordi de ligger i tett befolket område og pga. korttidsforurensning knyttet til regnskyll med påfølgende overløp av urensset

avløpsvann. Kravene til «Blått flagg» kan allikevel tilfredsstilles de fleste steder dersom pålitelig varsling innføres.

Oppnåa målene for minst god vannkvalitet etter EUs vanndirektiv, vil mål for rekreasjon og friluftsliv langt på vei være oppfylt. Noen forhold som er viktige for rekreasjon og friluftsliv dekkes imidlertid ikke av vanndirektivet - og omvendt:

Krav til bakterier og virus etter EUs badevannsdirektiv omfattes ikke av vanndirektivet. Oksygenforholdene i dyplagene er ikke sentrale kriterier direkte for rekreasjon og friluftsliv. Miljøgiftkravene i vanndirektivet er strengere enn nødvendig for rekreasjon og friluftsliv, hvis vi ser bort fra rekreasjonsfiske.

Kunnskapsgrunnlaget om fiskebestander er for svakt for å kunne sikre en god bestandsforvaltning. Da det fortsatt er høyt innhold av PCB i torskelerver og av kvikksølv i torskfilet må det være et langsiktig mål at kostholdsråd for konsum av fisk og skalldyr fra fjorden kan oppheves. For varsling av giftige blåskjell er det allerede etablert et godt system.

### **Mulig utvikling av tilførsler og vannkvalitet**

Fremtidige tilførsler avhenger av befolkningsutvikling, arealbruk og klimaendringer. Den viktigste enkeltfaktoren er imidlertid de tiltak som iverksettes spesielt ved de store renseanleggene Bekkelaget og VEAS med tilhørende transportsystemer.

Det legges til grunn at den planlagte utvidelsen av Bekkelaget renseanlegget (BRA) står ferdig i 2020 og at forventede midlertidige reduserte rensegrad på VEAS varer frem til 2018 med full kapasitetsøkning i 2020/2025. BRA nådde allerede i 2007 maksimal kapasiteten for nitrogenrensing. En dobling av kapasiteten med dagens rensegrad skal fullføres i 2020. Når fordrøyningsanlegget «Midgardsormen» blir tilkopleet i 2014 belastes BRA med ytterligere avløpsvann tilsvarende en belastning på ca. 45 000 personekvivalenter (p.e). Dette er avløpsvann som tidligere gikk til VEAS. Grensene mellom rensedistriktene for VEAS og Bekkelaget blir endret, bl.a. vil de nye boligområdene Bjørvika få avløp til Bekkelaget. Med Midgardsormen i funksjon tilføres Bekkelagsbassenget ved utslipp på 40-50 meters dyp betydelig mer overvann som har gjennomgått enkel kjemisk rensing. Mange lokale utslipp og en større andel av overløpene ved regnskyll vil nå bli ført til Bekkelaget gjennom Midgardsormen noe som vil bety en bedring av lokale forhold i Akerselva og fjorden.

VEAS tar imot avløpsvann fra Oslo, Bærum, Asker, Røyken, Nesodden og Oslo. VEAS tok i 2012 imot avløpsvann fra 576 000 personer, eller 700 000 p.e.

Befolkningsøkningen har gitt systematisk økning i tørrvårsbelastningen (hydraulisk og tørrstoff) til VEAS (2-3 % økning av tørrstoff pr. år). For å innfri konsesjonskravet ved en økende befolkning og økte stoffmengder, planlegges det for etablering av nitrogenfjerning i de siste 2 av de 8 renselinjene innen 2018. Dette vil øke kapasiteten for nitrogenfjerning med ca. 27 %. Ved planlagt rehabilitering og oppgradering av eksisterende anlegg i perioden 2013-2018 må deler av anlegget tas ut av drift. Rensegraden for nitrogen i anleggsperioden vil da gå ned til 60 %. Etter 2020 er det pga. befolkningsvekst og klimaendring behov for utvidelse av VEAS. Det er tilgjengelig areal i fjell for en dobling av VEAS kapasitet.

Nordre Follo renseanlegg, hadde i 2005 en tilknytning på ca. 41 000 p.e. som forventes å øke til ca. 50 000 p.e. i 2020; m.a.o. en økning på ca. 25 %.

Kommunene Ås, Oppegård og Ski har nylig blitt enige om å sette i gang planleggingsarbeid for avløpssektoren med fokus på perioden 2020-2030. Arbeidet vil også omfatte tiltak for økt kapasitet på Nordre Follo renseanlegg og vurdering av når det er behov for nytt renseanlegg.

Foruten utslippene fra renseanleggene vil tiltak knyttet til regnvannsoverløp, fremmedvann, rehabilitering av ledningsnett og strategier for lokal overvannsdiskonering ha betydning for utslippene fremover, særlig for den hygieniske vannkvaliteten.

Effekten av økte tilførsler vil være avhengig av nedbør, snøsmelting og vindforhold. Over en periode på 10-15 år er det overveiende sannsynlig med økt hyppighet av kraftige nedbørepisoder. Med økte vann- og stoffmengder til renseanlegg og fjord vil risikoen øke både for flere episoder med dårlig badevannskvalitet og for lavere oksygenkonsentrasjoner i dypvannet. Utilstrekkelig rensekapasitet gir også risiko for noe større tilførsler av enkelte miljøgifter pga. lav renseeffekt for sentrale miljøgifter.

### **Strategier og tiltak for å nå mål**

Strategier og tiltak omfatter generelt både regulatoriske, økonomiske, informasjonsrettede og tekniske tiltak. Fremtidig arealbruk, herunder overvannstrategi, er også et sentralt virkemiddel for en ren fjord.

Strategier og tiltak for å nå de tre hovedmålene: Rekreasjon og friluftsliv, Fiske og fangst og Økologi som tilfredsstillende EUs vanndirektiv og biologisk mangfold er i stor grad sammenfallende. Det er ikke interne målkonflikter mellom de tre hovedmålene, men ulike tiltak vektlegges forskjellig for de tre hovedmålene.

For å nå målene er det med utgangspunkt i rapporten Strategi 2010 listet opp 13 strategier/tiltaksområder strukturert etter de tre hovedmålene. De fleste strategier/tiltak er satt opp under hovedmålet rekreasjon og friluftsliv. Under de andre hovedmålene er tilleggsstrategier/tilleggstiltak nevnt.

#### **Strategier og tiltak for å nå mål knyttet til rekreasjon og friluftsliv:**

- 1) **Kapasitetsutvidelse, samkjøring og rensegrad for renseanleggene**
- 2) **Redusere tilførsler fra transportsystemet av avløpsvann og kloakksjøppel gjennom overløp og lekkasjer fra fellessystemer, særlig under og etter regnsværepisoder**
- 3) **Dypvannsutslipp av hovedoverløp og rensset avløpsvann**
- 4) **Tiltak mot landbruksavrenning og småskala renseanlegg fra spredt bebyggelse**
- 5) **Tiltak rettet spesielt mot hygienisk forurensning og smittefare ved bading**
- 6) **Redusere forsøpling av strender, gjøre badeplasser mer attraktive i tråd med EUs badevannsdirektiv**

#### **Strategier og tiltak for å nå mål for fiske og fangst:**

7. Bygge opp en god kunnskapsbase for forsvarlig forvaltning av viktige fiskestammer
8. På lang sikt å redusere innholdet av miljøgifter slik at kostholdsråd for konsum av fisk fra Indre Oslofjord kan oppheves
9. Sikre og opprettholde gode varslingsystemer for blåskjell-gifter

*Strategier og tiltak for å nå økologimål som tilfredsstiller EUs vanndirektiv og mål om biologisk mangfold:*

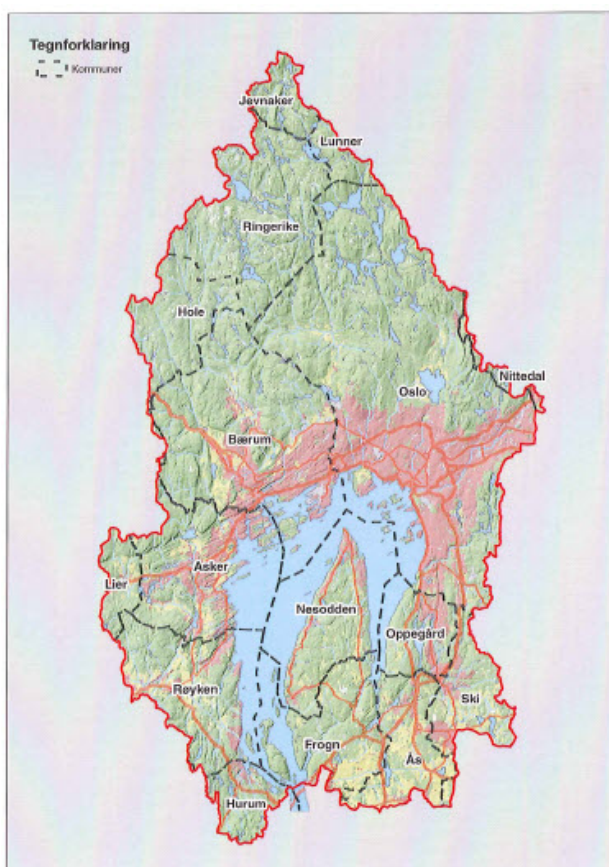
10. Reduksjon av oksygenforbrukende stoffer
11. Begrenset nedpumping i dypvannet i Bunnefjorden
12. Bedre biologisk mangfold ved utsetting av kunstige rev
13. Plan for reduksjon av miljøgifter for å oppnå god kjemisk status

# 1. Historien om forurensningen av Oslofjorden

## 1.1 En verdifull og sårbar terskelfjord.

Oslofjordregionen utgjør landets nærings- og befolkningsmessige tyngdepunkt, samtidig som fjorden og kystsonen er et av landets mest benyttede rekreasjonsområder og inneholder store verneverdier. Det er av nasjonal betydning at regionen kan beholde og utvikle sin funksjon som landets næringsmessige tyngdepunkt innenfor rammen av en bærekraftig utvikling.

Indre Oslofjorden er selve «kjernen» i Oslofjordregionen og er av uvurderlig verdi for en befolkning på over 1, 2 millioner mennesker som bor og virker rundt fjorden. Fjorden har et rikt naturmiljø både til lands og til vanns. Landområdene ved fjorden og fjorden selv har store verdier som naturområde og er landets viktigste områder for rekreasjon og friluftsliv ved vår kyst. Tilgjengelighet, tilrettelegging og et attraktivt vannmiljø er viktige forutsetninger for å kunne utøve et rikt og godt friluftsliv.

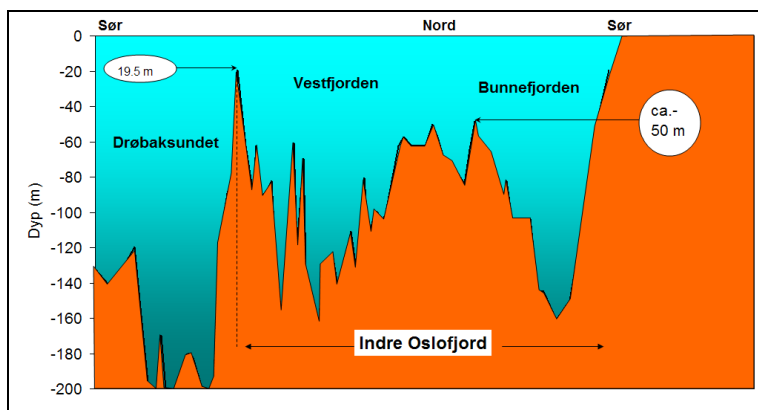


*Nedbørfeltet til Indre Oslofjord.*



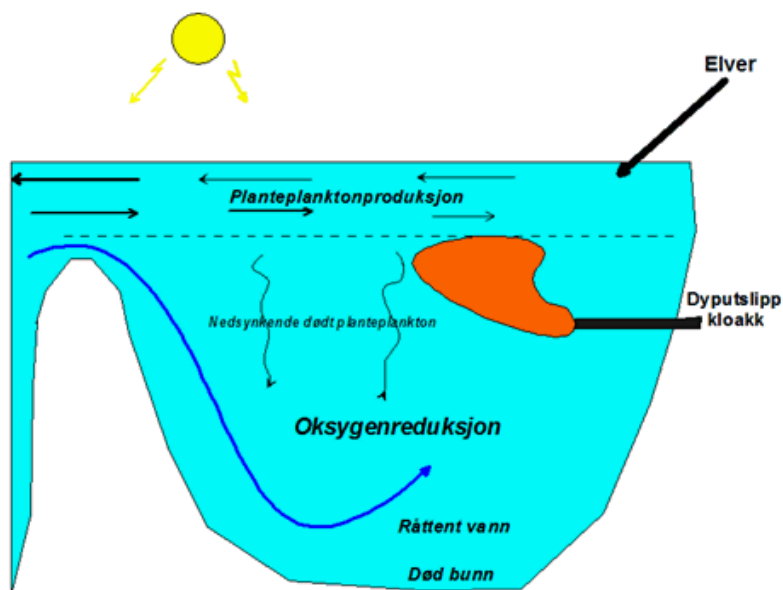
*De viktigste tilløpsbekker og -elver til Indre Oslofjord (NIVA)*

Indre Oslofjord er i utgangspunktet sårbar. Den utgjør et innelukket område på 190 km<sup>2</sup> som har forbindelse med Ytre Oslofjord gjennom det ca. 1 km smale Drøbaksundet med et terskeldyp på bare 19,5 meter. Det er flere dypvannsbassenger innover i fjorden adskilt med terskler som hindrer effektiv fornyelse av dypvannet.



*Et lengdesnitt av Indre Oslofjord fra utsiden av Drøbak til Nesoddtangen, og videre til innerst i Bunnefjorden viser at fjorden består av en rekke dypbassenger adskilt med grunnere terskler.*

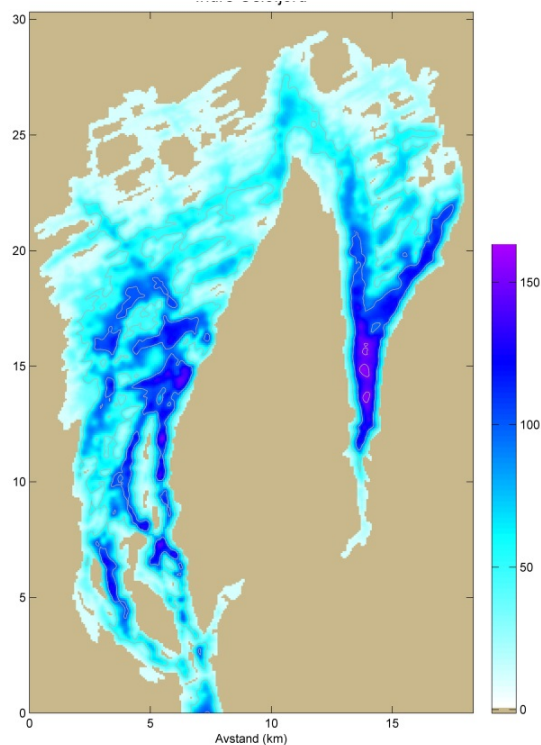
Fra naturens side er terrengformene under vann en begrensende faktor for vannutskifting. Dette gjør fjorden sårbar for forurensing, særlig pga. næringsalter og organisk stoff som medfører overgjødning og høyt oksygenforbruk i dypvannet. Næringsstoffene fosfor og nitrogen, som særlig tilføres fjorden fra avløpsnettene via overløp og renseanlegg, stimulerer til økt vekst av planktonalger i overflatevannet. Organisk stoff tilføres også fra avløpsvannet, og dette brytes ned sammen med døde planktonalger under forbruk av oksygen. Avhengig av vannutskiftingen medfører dette perioder med oksygenfritt bunnvann, særlig i Bunnefjorden og deler av Bærumsbassenget.



*Siden Indre Oslofjord har så liten utveksling av vann med fjorden utenfor, er den følsom for skadelige effekter av næringsalter, organisk stoff og miljøgifter fra befolkning og industri.*

Et moment som også har betydning for Indre Oslofjord er at vannkvaliteten av det innstrømmende vannet over Drøbakerskelen fra Ytre Oslofjord er blitt noe redusert de siste ti årene.





*Dybdekart over Indre Oslofjord. Kun mindre arealer i Vestfjorden og Bunnfjorden er dypere enn 150 m. (Andre Staalstrøm, NIVA, 2013)*

## 1.2 Fjorden ble stadig mer forurenset – men omfattende tiltak ble gjennomført med godt resultat

Økende befolkning, innføring av vannklosettet og økende industrialisering førte til at fjorden ble stadig mer forurenset fra begynnelsen av 1900 og utover. I 1950-årene var det stor oppmerksomhet på den dårlige vannkvaliteten i fjorden. Flere badeplasser ble lagt ned (Baalsrud og Magnusson, 2002). Misnøyen ledet til etableringen av Aksjonsutvalget mot Oslofjordens forurensning i 1953. Kommunene rundt fjorden ble enige om at mer kunnskap var nødvendig og NIVA ble engasjert til å gjennomføre en undersøkelse av forholdene i fjorden sammen med Universitetene i Oslo og Bergen og NTNU (den gang Norges Tekniske Høyskole i Trondheim) i 1962-67.

I etterkant av dette utredet NIVA alternative tekniske løsninger. Resultatet ble en omfattende satsning med utbygging av tre store renseanlegg i perioden 1960- til 80-tallet langs fjorden, og etablering av omfattende avskjærende kloakktunneler og ledningssystemer.



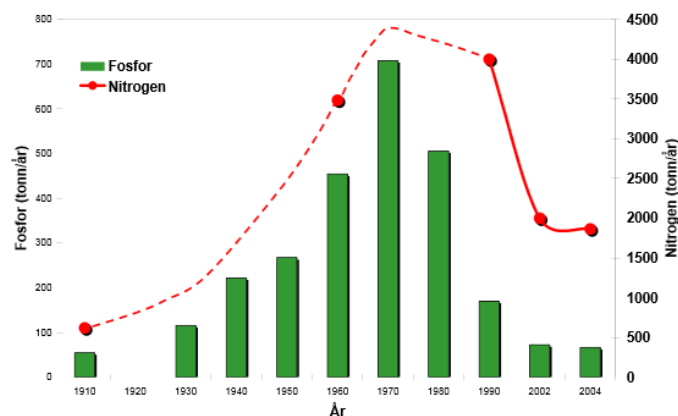
Viktigste deler av avløpssystemet rundt Indre Oslofjord

De tre store renselanleggene til Indre Oslofjord ble satt i drift i perioden 1972 til 2001:

- Nordre Follo Renseanlegg fra 1972
- VEAS fra 1982
- Bekkelaget Renseanlegg fra 2000/2001

Det rensede avløpsvannet fra renselanleggene blir i dag sluppet ut på 50 meters dyp. Det reduserer ytterligere påvirkningen på overflatevannet.

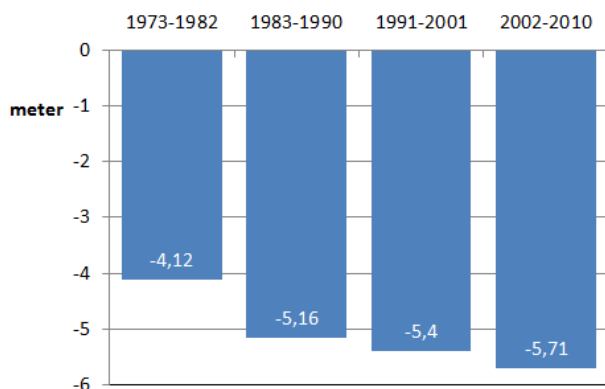
Årlige utslipp, som var størst på 1970-tallet, gikk kraftig ned etterhvert som rens tiltak ble iverksatt. Fra 2003 flatet denne effekten av, og i de senere år har utslippene igjen vist en svakt økende tendens.



Tilførslene av plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor økte kraftig fra tidlig på 1900-tallet fram mot 1970. Deretter ble de betydelig redusert til tidlig på 2000-tallet pga. utbygging av avløpsnett og effektive renselanlegg. I de senere år har tilførslene flatet ut økt noe fordi renselanleggene ikke har hatt tilstrekkelig kapasitet til å rens tilførslene fra en raskt økende befolkning (Magnusson og medarb., 2006)

Rensekravene har stadig blitt skjerpet av forurensningsmyndighetene, blant annet som følge av internasjonale avtaler. Fra starten ble det fokusert på fjerning av fosfor; nitrogenrensing på kloakkrensingsanleggene ble innført senere som følge av Nordsjødeklarasjonen av 1987. VEAS og Nordre Follo fikk nitrogenrensing i 1997, mens det nye Bekkelaget kloakkrensingsanlegg fikk nitrogenrensing da det ble åpnet i 2001. Fra 2008 ble en ny forurensningsforskrift gjort gjeldende og kravet til nitrogenfjerning skjerpet ytterligere.

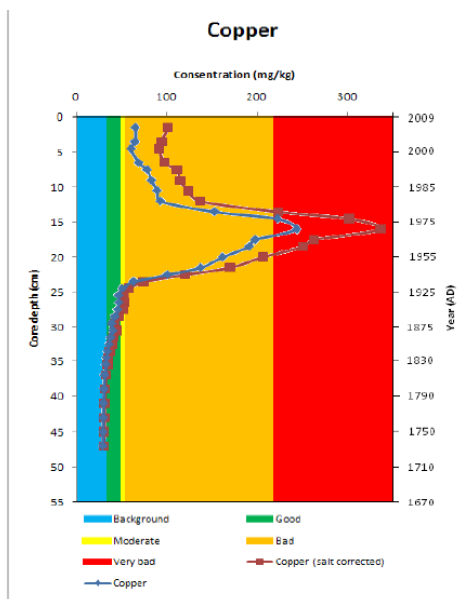
Tiltakene har totalt sett resultert i en markert bedring i vannkvaliteten. Dette kan enklest illustreres ved at siktdypet, - «vannets klarhet» har økt markert i store deler av fjorden, jfr. figuren under. Dette gjelder i enda større grad i områder som indre havn i Oslo og i Bærumsbassenget der det tidligere var store utslipp av urensset avløpsvann og overløp fra avløpsnett. Mye av de lokale utslippene ble fanget opp av den avskjærende avløpstunnelen mellom Oslo og VEAS i Slemmestad og dette har også hatt positiv effekt på bl.a. fastsittende alger og bunndyrsamfunn.



*Siktdypet (gjennomsnitt av sommerverdiene) er blitt gradvis bedre siden 1970-årene (data fra Vestfjorden ved Steilene, Berge og medarb., 2013-1).*

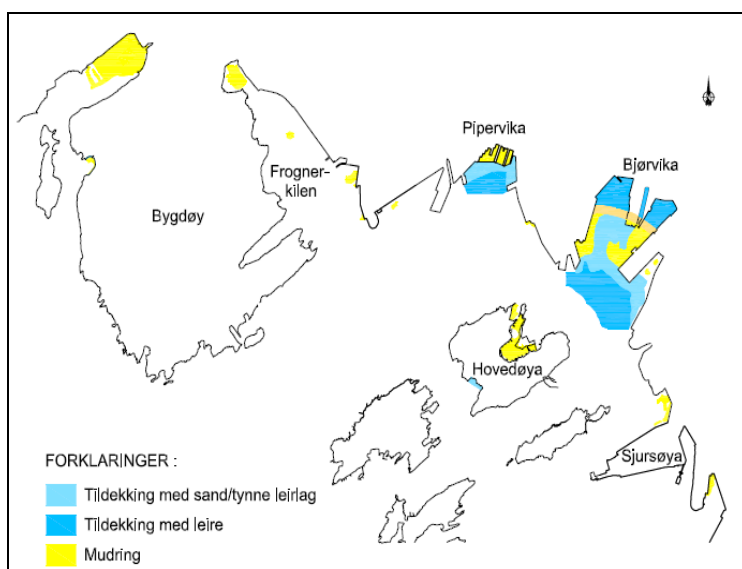
Tiltakene har også gitt som resultat at oksygenkonsentrasjonen i dyplagene har økt, og vi har fått reetablering av arter og en forbedret økologisk tilstand. Senere er det blitt stadig mer oppmerksomhet på miljøgiftproblematikken.

Flere undersøkelser dokumenterer utviklingen av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord gjennom tidene. Bunnslammet er som en historiebok; konsentrasjonen av forskjellige stoffer som har lagret seg i sedimentene (bunnslammet) i fjorden viser en tydelig topp kort før effektive rensingsanlegg kom i drift. Bedringen etter dette har også sammenheng med at mange industrier med metallutslipp ble lagt ned i Oslo-området. Som et eksempel på dette er det vist i figuren under at konsentrasjonen av kobber i bunnslammet (sedimentet) i Bunnfjorden har høyeste verdier på ca. 15 cm dyp, tilsvarende en avsetning midt på 1970-tallet.



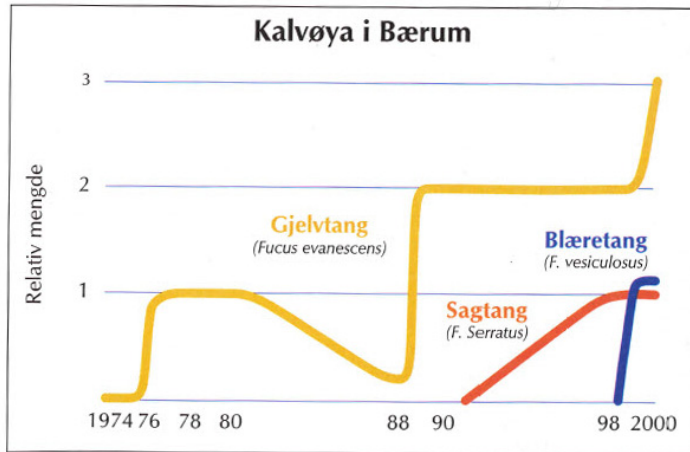
Metallkonsentrasjoner i sedimentet i Bunnefjorden indikerer når belastningen med forurensning av fjorden var på det høyeste. Konsentrasjonen av kobber i sediment fra Bunnefjorden viser maksimale verdier i perioden mellom 1960 og 1975. SFTs forurensningsklasse (nå Miljødirektoratet) vises i forskjellige farger, med rødt felt som «sterkt forurenset». Under 35 cm dyp (for ca. 1800) var konsentrasjonene på et lavt nivå som kan betraktes som «naturtilstanden». (Enoksen 2010)

Fordeling av PCB (polyklorete aromatiske bifenyler – en organisk miljøgift) i en sedimentkjerne fra Bunnefjorden viser i hovedtrekket tilsvarende utvikling med raskt økende konsentrasjoner fra begynnelsen av 1900-tallet og med høyeste verdier rundt 1960. Tilsvarende fant Lepland og medarb. (2010) at kobber, kadmium og kvikksølv hadde maksimale verdier i sedimentene i Oslo Havn i perioden 1940 til 1970.



Det er gjennomført omfattende mudring og tildekking av forurensete sedimenter i Oslo Havn. (John Arthur Berge, NIVA)

Rensetiltakene har hatt positiv effekt også på plante- og dyrelivet i Indre Oslofjord. Som et eksempel på dette vises i figuren under hvordan tre arter tang reetablerte seg i Bærumsbassenget ved Kalvøya etter midten på 1970-tallet fordi vannkvaliteten ble bedre.



Bedring av vannkvaliteten i Bærumsbassenget fra 1970-tallet førte til at tre arter tang (makroalger) etter hvert reetablerte seg ved Kalvøya (Baalsrud og Magnusson, 2002).

## 2. Oslofjorden trues – nye tiltak nødvendige

### 2.1 Ren, men ikke ren nok - befolkningsvekst og klimaendringer truer

Tilstanden i Oslofjorden er god, men ikke god nok. Vi har fortsatt problemer med lite oksygen i dypvannet, tidvise algeoppblomstringer og forekomst av miljøgifter i fisk og andre organismer. Tilførselen av næringssalter og oksygenforbrukende stoffer (organiske stoffer) overskrider det som er antatt som en tålegrense. Og badevannskvaliteten hygienisk sett anses ikke god nok til enhver tid mange steder.

Oslo har hatt en kraftig befolkningsvekst de siste årene, noe som bl.a. har medført at kapasiteten på de store renseanleggene er i ferd med å bli overskredet. Bare det å opprettholde dagens tilstand i fjorden krever nye tiltak. Og veksten vil fortsette. Oslo er Europas raskest voksende hovedstad.

Det er ikke bare befolkningsvekst som er en utfordring for fjorden, også klimaendringer har betydning for utviklingen av vannkvalitet gjennom:

- hyppigere og sterkere nedbørepisoder gir større tilførsler av urensset avløpsvann via overløp
- økt fortetting i den bebygde sonen bidrar til økt flomfare og økte overløp pga. økte vannmengder i avløpssystemet
- havnivåstigning
- mulig endringer i vindmønster kan gi redusert utskifting av dypvannet i alle fjordbassengene

Noen av disse endringene er usikre, men at vi får hyppigere og sterkere nedbørepisoder kan dokumenteres.

### 2.2 Kravene til god vannkvalitet øker

Bedre vannkvalitet har gitt bademuligheter langt inn i fjorden, ved utløp av elvene og i mer lukkede bassenger som Bærumsbassenget. Med utbygging av Fjordbyen er det skapt forventninger om en innbydende fjord og friluftsbading helt inn i indre havnebasseng. Dette stiller krav til hygienisk vannkvalitet og siktdyp i øvre vannmasser.

Oslofjorden har landets største tetthet av fritidsbåter som legger beslag på betydelige arealer i viker og bukter. Båthavner påvirker bunnforhold og vannsirkulasjon, men fører også til påvirkning av visse typer miljøgifter.

Videre er det omfattende nyttetraffikk på Oslofjorden. Lokal personbefordring utgjør mer enn 4 mill. passasjerer pr. år.



*Fjordbyen (kilde: Oslo kommune)*

Det er også omfattende «fjordturisme» som også forutsetter en innbydende fjord. Sesongen for cruiseskip strekker seg fra mars til nyttår og før sesongstart i 2013 hadde fler enn 160 cruiseskip med mer enn 300.000 passasjerer meldt sin ankomst. I 2009 ble det lagt igjen omkring 405 millioner kroner fordelt på skip, passasjerer og mannskap (kilde: [www.oslohavn.no](http://www.oslohavn.no)). Fjorden er også meget populær for lokale kommersielle kortere turer, firmaturer m.m.

### **2.3 Myndighetene skjerper kravene – EUs vanndirektiv**

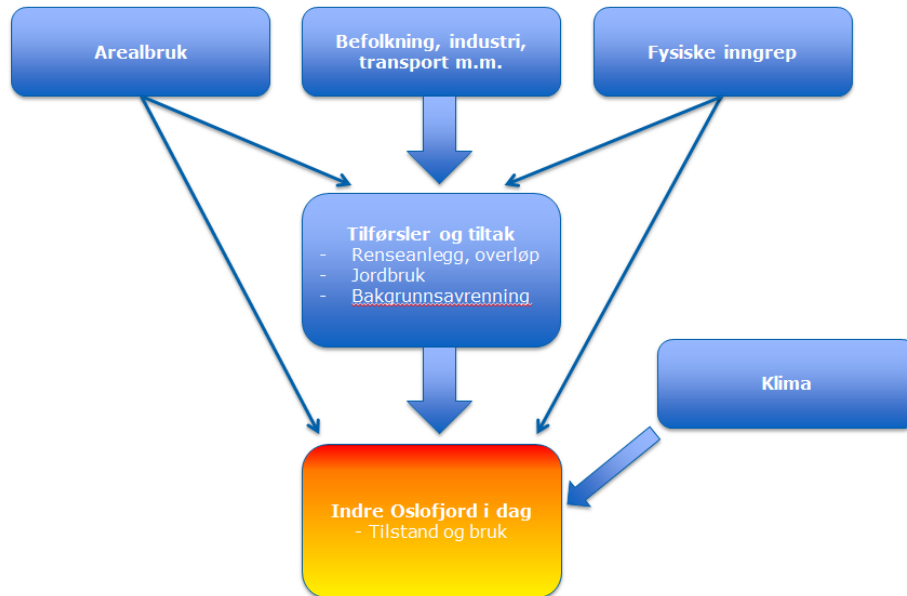
Miljømyndighetene internasjonalt og nasjonalt etablerer de formelle kravene til tiltak gjennom utslippstillatelser og forskrifter (vannforskriften og forurensningsforskriften). De i praksis viktigste reguleringene skjer ved utslippstillatelsene for de tre store rensaneanleggene, Bekkelaget, VEAS og Nordre Follo. Disse tillatelsene gis av Fylkesmannen i Oslo og Akershus som nå arbeider med revisjon av utslippstillatelse for Oslo. Tillatelser kan endres og suppleres slik at de tilpasses de tiltak som er nødvendige for å nå målene.

Befolkningens økende krav om en ren fjord sammenfaller godt i tid med kravene i EUs vanndirektiv. Direktivet, som er tilpasset norsk lovgivning gjennom vannforskriften, vil konkretisere målene for fjordens økologiske tilstand og være drivende for nye tiltak. Norge har forpliktet seg til direktivet og såkalt «god økologisk status» skal oppnås i alle vannforekomster innen 2021. Direktivet stiller krav til økologisk tilstand for planteplankton, makrovegetasjon og bunnfauna, samtidig som næringssalter, oksygen, siktdyp og miljøgifter er viktige faktorer som støtter de biologiske elementene. Dette blir omtalt mer i detalj senere i rapporten.

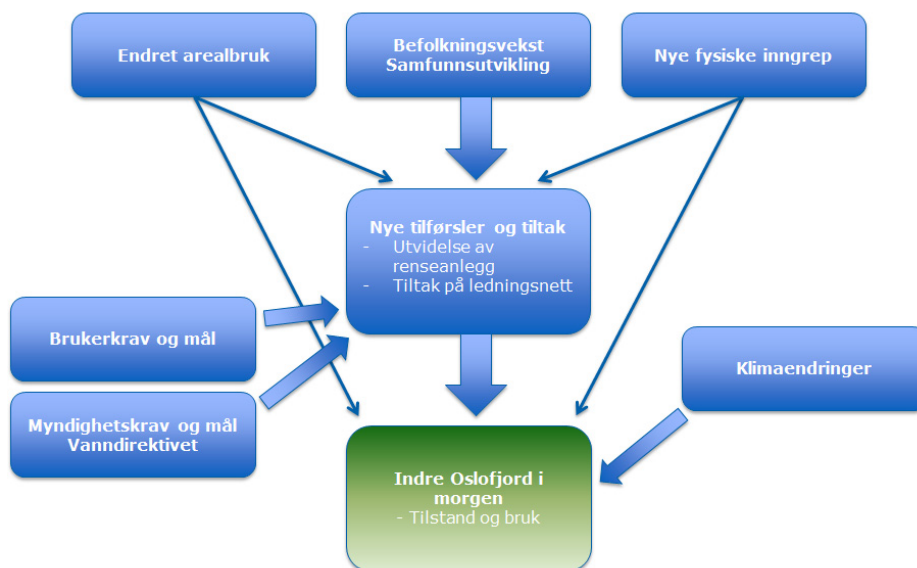
Vanndirektivet omfatter ikke badevannskvalitet, og Norge har ikke sluttet seg til EUs badevannsdirektiv. Norge har i en internasjonal protokoll: «Protokoll om vann og helse», som er forankret i WHO og FN, forpliktet seg til å sette nasjonale mål for å beskytte folkehelsen. Ett av de foreslåtte målene er å oppnå utmerket vannkvalitet i henhold til EUs badevannsdirektiv for lokaliteter som er tilrettelagt for friluftsbad. Det er foreslått en tidsfrist: innen utgangen av 2015 bør alle friluftsbad ha utmerket badevannskvalitet.

## 2.4 Sammenhenger mellom tilførsler og fjordens tilstand - mål og tiltak

En enkel «forklaringsmodell» er egnet for å illustrere og forstå viktige sammenhenger i Oslofjorden. Den er todelt; øverste halvdel illustrerer drivere og påvirkninger for Indre Oslofjord i dag; nedre halvdel illustrerer bl.a. nye bruker- og myndighetskrav (vanndirektivet).



*Oslofjorden, forklaringsmodell for situasjonen i dag.*



*Oslofjorden, forklaringsmodell for situasjonen i morgen.*

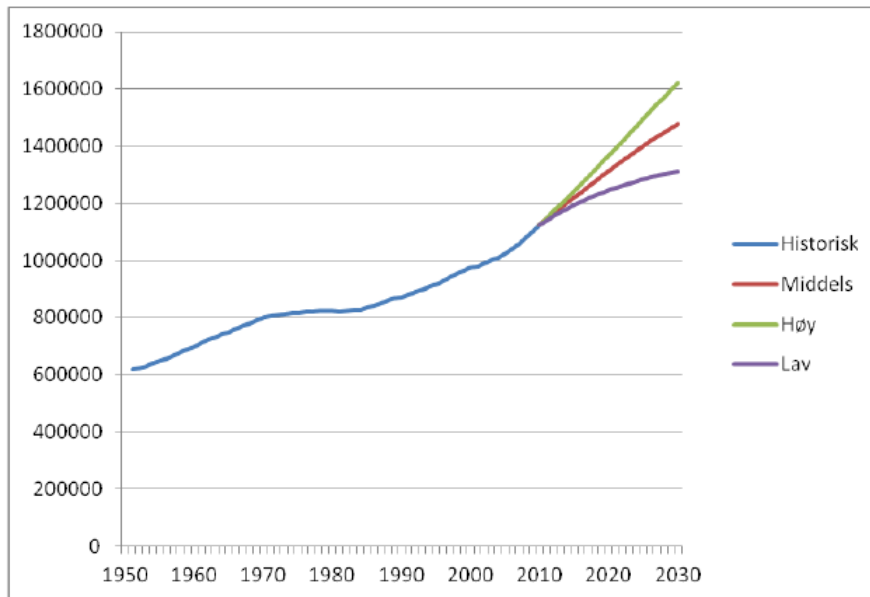
«Boksene» omtales fortløpende i kapitlene 3-8. «Dagens Oslofjord» behandles i kapittel 3, 4 og 5 mens «Morgensdagens Oslofjord» står i fokus i kapittel 3, 6, 7 og 8. Kapittel 1 og 2 er å betrakte som innledninger til senere kapitler hvor det går mer i dybden.



# 3. Befolkningsvekst og samfunnsutvikling – klimaendringer, tilførsler, fysiske inngrep og arealbruk

## 3.1 Befolkningsvekst og samfunnsutvikling

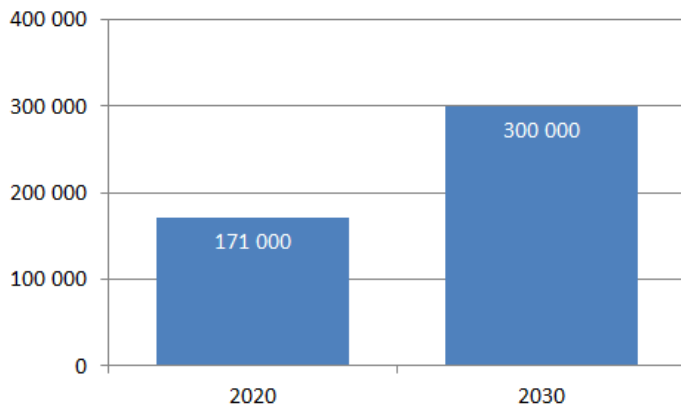
Oslo er Europas raskest voksende hovedstad. Det vil trolig bo 1,1 million innbyggere i regionen i 2020 og et konservativt estimat for 2050 er ca. 1,4 million (inkludert Nittedal kommune), noe som tilsvarer en befolkningsøkning på 18-25 % sammenliknet med 2009. 2/3 av denne veksten ventes å skje innen Oslo kommune. I en nylig fremlagt (2012) strategi for areal og transport i Oslo og Akershus (Oslo bystyre og Akershus fylkesting mars 2012) legges til grunn at folketallet kan øke med 350 000 i Oslo og Akershus i løpet av 20 år.



*Befolkningsutviklingen i Oslo og Akershus 1950-2030 registrert og framskrevet i tre alternativer (Oslo og Akershus' framskrivning mai 2010 i samarbeid med SSB)*

Det finnes ulike befolkningsprognoser omtalt som høyt, moderat og lavt vekstalternativ. For planlegging av infrastruktur må det tas god høyde for denne veksten som har avgjørende betydning for å vurdere kapasitetsbehov for rensesanlegg og hovedledninger.

I Strategi 2010 er ulike befolkningsprognosene konkretisert og knyttet til de store rensesanleggene. Figuren på neste side illustrerer økt befolkning ved «moderat befolkningsvekst» som rensesanleggene må betjene i 2020 og 2030. (Utgangspunktet for prognosene for tilknytning til rensesanleggene er ikke helt sammenfallende med prognosen i figuren ovenfor, men dette antas ikke å ha praktisk betydning).



Økt tilknytning av personer (såkalte «personerbeter»: p.e.) til alle rensesanlegg i Indre Oslofjord ved antatt «moderat vekst» i befolkningen etter 2009 beregnet for 2020 og 2030. (kilde: SSB)

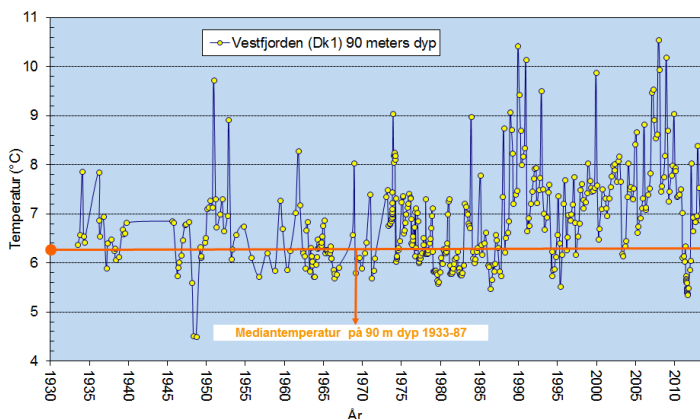
### 3.2 Klimaendringer

I tillegg til befolkningsutviklingen utgjør klimaendringene den andre viktige «drivkraften» for forholdene i fjorden nå og i fremtiden. Kunnskapen om klimaendringer globalt, regionalt og lokal bedres stadig. Når dette skrives høsten 2013 foreligger nettopp FN's klimapanel (IPCC) siste rapport.

Oppdatert kunnskap om klimaendringer i Norge er basert på «Norsk klima 2100, Norsk klimasenter 2010» (Hanssen-Bauer og medarb., 2009).

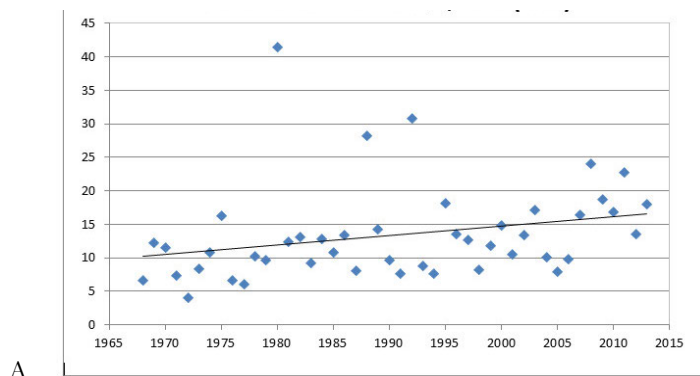
Fire forhold knyttet til pågående klimaendringer har betydning for fjorden: temperatur, nedbørmønster, havnivåstigning og endringer i vindmønstre.

Temperaturøkningen i luften over lengre tid har trolig allerede gitt seg utslag i økt temperatur i Oslofjordens vannmasser som vist for bunnvannet i Vestfjorden fra 1930 til 2010. Etter 2010 foregikk en stor innstrømming av kaldt vann fra Skagerrak. Temperaturfallet skyldes en kombinasjon av lav lufttemperatur vinterstid i hele Skagerrak-regionen kombinert med et vindmønster som begunstiget utskiftning av dypvannet i fjorden.

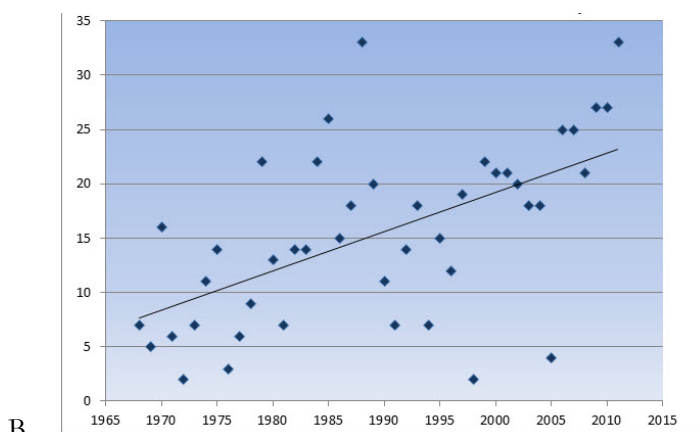


Registrert temperatur i Vestfjordens bunnvann på 80-90 meters dyp. (Berge og medarb., 2013-1)

Nedbørmønsteret har også endret seg. Hyppigere og kraftigere regnskyll medfører økt erosjon og mer forurensninger gjennom overløp i avløpssystemene. Figurene under viser at utviklingen av maksimal timesnedbør og tilsvarende antall tilfeller med timesnedbør større enn 4 mm på Blindern i Oslo.



A.



B.

*Ekstrem korttids nedbør på Blindern har økt siden slutten av 1960-tallet.*

*A. Maksimal timesnedbør målt i mm/t*

*B. Antall tilfeller av timesnedbør større enn 4 mm*

*(pers. medd. Eirik Førland, met.no)*

Nylige svenske undersøkelser på bakgrunn av 11 ulike klimascenarier har vurdert økningen i intensiteten i korttidsnedbør om sommeren til 10-15 %, men med stor spredning mellom scenariene fra uforandret opp til 40 % økning (Eirik Førland, met.no, pers. medd.).

Det er nylig dokumentert en sammenheng mellom økning i ekstremnedbør og klimaendringer generelt. Analyser av nedbørmålinger fra store deler av kloden er utført og det er funnet klare sammenhenger mellom nedbørintensitet og jordens temperatur: Når kloden blir varmere øker også nedbørmengden, og ekstremnedbøren blir kraftigere (Benestad, 2013).

Sannsynlige verdier for havnivåstigning i Indre Oslofjord i et 100 års perspektiv ligger mellom 0 og 40-60 cm (Nilsen og medarb., 2013).

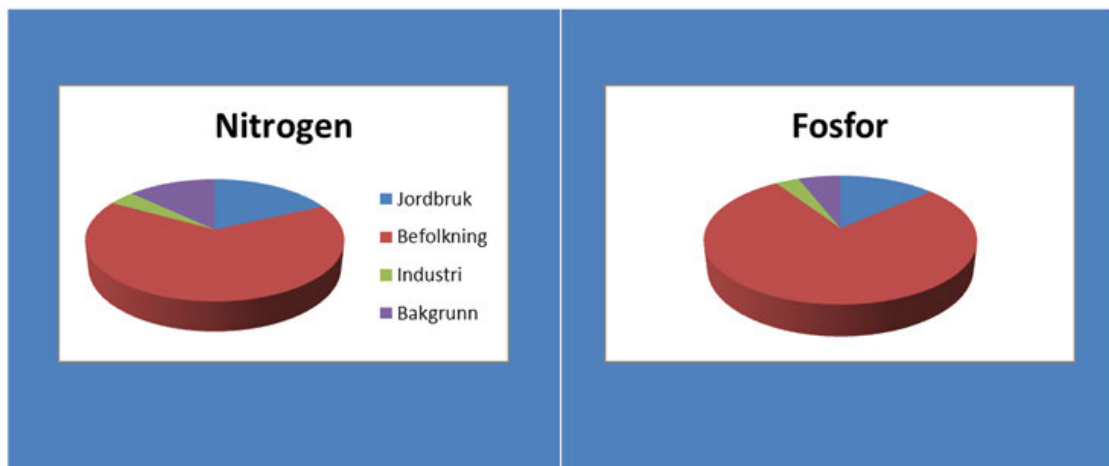
Endringer i vindmønstre pga. klimaendringer vil kunne få betydning. Lengre perioder med sterke nordlige vinder gir dypvannsfornyelse i fjorden. Et værmønster med mer sørvestlige vinder med tilhørende mildere og fuktig luft innover Sør-Norge svekker den viktige dypvannsfornyelsen som vedvarende kalde nordlige vindene skaper. Med den kunnskapen vi har i dag er det imidlertid ikke

solid grunnlag for å trekke inn fremtidige endringer i vindmønsteret i denne sammenhengen. (Eirik Førland, met.no, pers. medl.)

### 3.3 Næringsalter og oksygenforbrukende stoffer

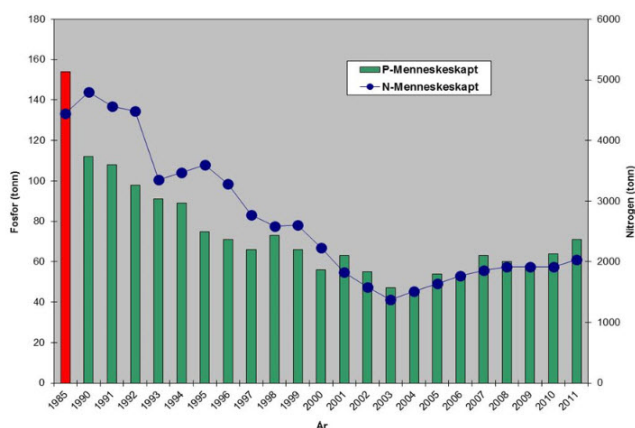
Tilførsler av næringsaltene fosfor og nitrogen er avgjørende for produksjonen av alger i fjorden; både hva mengde, arter og tidsfordeling angår. Algene blir indirekte kilde til oksygenforbruk tilførsler når de brytes ned av bakterier som bruker det løste oksygenet i vannmassene. I tillegg kommer nedbrytbart organisk stoff som tilføres fjorden som brytes ned av bakterier.

Tilførslene av nitrogen og fosfor kommer fra ulike kilder. I Indre Oslofjord er befolkningen markant den største kilden.



*Tilførsler av nitrogen og fosfor til Indre Oslofjord fordelt på kilder (Fagrådets årsberetning for 2012, 2013)*

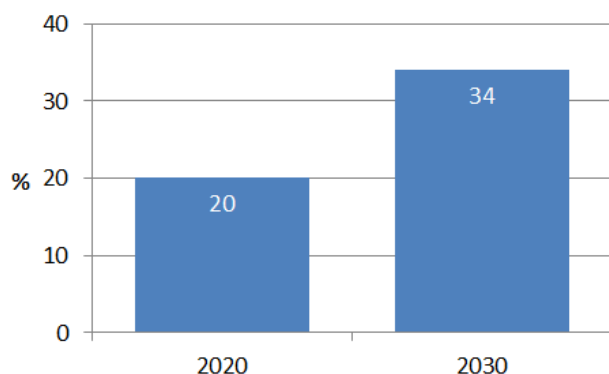
Etter samling av avløpsvannet ved sanering av lokale utslipp, er renseanleggene innrettet for å rense avløpsvannet for fosfor og nitrogen, for deretter å slippe avløpsvannet ut på dypt vann for å redusere tilførsel av næringsalter til overflatelaget hvor algeproduksjonen skjer. Dette har også en gunstig effekt på konsentrasjonen av bakterier og virus i overflatevannet.



*Menneskeskapt tilførsel av plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor har gått betydelig ned til tidlig på 2000-tallet, men har senere flatet ut og økt noe pga. raskt økende befolkning. Selv om kravene til %-vis reduksjon i utslippstillatelser overholdes vil utslippene øke med økte tilførsler.*

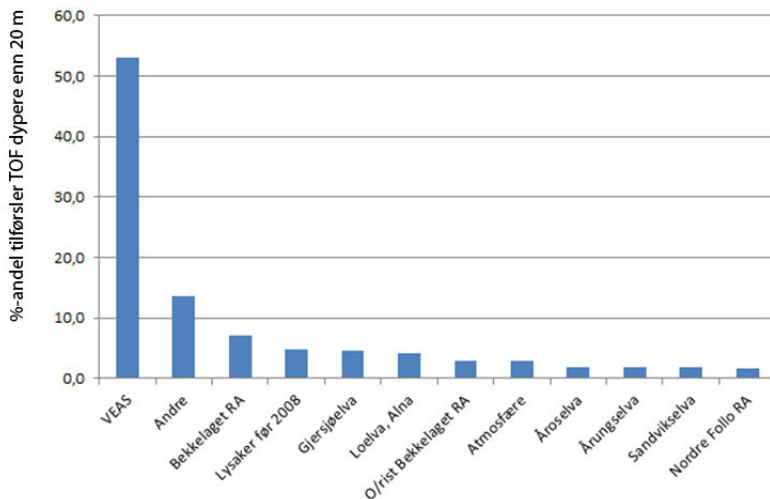
Flere av avløpsrenseanleggene i regionen blir allerede, eller vil snart bli, belastet mer enn de er dimensjonert for. Dette gjelder ikke minst Bekkelaget RA, som fra 2014 også vil motta kommunalt avløp og overvann fra indre bykjerne gjennom Midgardsormen. Store deler av dette avløpsvannet går i dag til VEAS, som vil få noe mindre tilførsler. Denne er nærmere omtalt i forbindelse med tiltak i kapittel 9.

Stoffbelastningen på de to største renseanleggene (VEAS og Bekkelaget RA) er forventet å øke med 20-36 % innen 2020, 34-58 % innen 2030 og 58-70 % innen 2050.



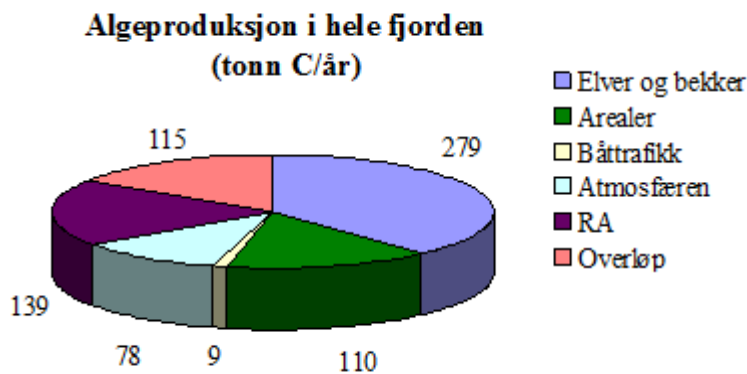
*Økt tilknytning til alle renseanlegg i prosent av situasjonen i 2009 ved «moderat vekst» i befolkningen (Kilde: strategi 2010)*

Den antatt største kilden til oksygenforbruket i dypvannet er renseanlegget VEAS med over 50 %, men også Bekkelaget og Nordre Follo renseanlegg, hovedoverløp på ledningsnett og de store elvene har store tilførsler av oksygenforbrukende stoffer til fjorden.



Andel av samlede tilførsler av organisk stoff som bidrar til totalt oksygenforbruk under 20 meters dyp. Kun kilder som utgjør mer enn 1,5 % er tatt med. (Vogelsang og medarb., 2010)

Algeproduksjonen kan tilbakeføres til de enkelte kildegruppene. Rangert etter tilførsler fra rensesanleggene er elver og bekker den dominerende årsaken.



Kilder for algetilgjengelig fosfat (Vogelsang og medarb., 2010)

### 3.4 Hygienisk forurensning

Utslipp av avløpsvann fører til at fjorden tilføres tarmbakterier og mulig sykdomsfremkallende mikroorganismer (bakterier, parasitter og virus).

Kloakkrensesanleggene vil normalt fjerne 50- 99 % av slike mikroorganismer og kan derfor være betydelige kilder til hygienisk forurensning. Men fordi utslippene av rensed kloakk er på dypt vann, langt unna offentlige badeplasser, er konsekvensene begrenset. Utslippene fra overløp på avløpsnett har langt større betydning for badevannskvaliteten. Et stort utslipp fra et hovedoverløp kan berøre et stort område, mens mindre overløp og kloakklekkasjer kan ha konsekvenser for den lokale badevannskvaliteten. I Oslo er det mange overløp fra fellessystemer som går direkte ut i elvene. Prøvetaking viser at elvene kan tilføre fjorden i størrelsesorden 100

ganger mere tarmbakterier på dager med kraftig regnvær enn på tørre dager. Den hygieniske badevannskvaliteten er derfor ofte dårlig nær elvemunningen under og i tiden etter kraftig nedbør.

Utslipp fra båter og båthavner kan også føre til tilførsler av sykdomsfremkallende mikroorganismer. I mengde er dette langt mindre enn det som tilføres fra avløpsnett, men det er likevel viktig at utslippene ikke skjer i nærheten av badeplasser eller naturhavner. De største utslippene fra avløpsnett skjer under regnværsepisoder, da det er få som bader. Imidlertid kan dårlig vannkvalitet vedvare flere dager etter kraftig nedbør. Fritidsbåter er derimot hovedsakelig på fjorden i finvær, samtidig som det kan være stor badeaktivitet.

Dyreavføring kan også bidra med sykdomsfremkallende mikroorganismer. Fugleavføring (eksempelvis fra Canadagjess) kan gi dårlig badevannskvalitet på grunt vann og gi uhygieniske forhold på strender der småbarn bader og oppholder seg.

### 3.5 Miljøgifter

Miljøgifter har etterhvert fått økende oppmerksomhet generelt og i Indre Oslofjord spesielt. Som omtalt i Kapittel 5.8 er det målt relativt høye verdier av enkelte miljøgifter i fiskefilet, fiskelever og i blåskjell. Dette har tidligere gitt grunnlag for egne kostholdsråd for Indre Oslofjord (Økland, 2005). I dag er imidlertid disse erstattet av landsomfattende kostholdsråd som gjelder for konsum av egenfanget fisk.

For å vurdere tiltak som kan bedre situasjonen er det viktig å kartlegge tilførsler til fjorden, herunder forekomsten av miljøgifter i bunnsedimenter. Det foreligger nylig en sammenstilling av data knyttet til miljøgifttilførsler og innhold i bunnsedimenter for Indre Oslofjord (Berge og medarb., 2013-2).

#### Tilførsler fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp

En oversikt over de totale tilførslene av miljøgifter fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp til Indre Oslofjord ses i tabellene under.

*Tilførsler av miljøgiftene PCB og PAH til Indre Oslofjord fra forskjellige kilder (Berge og medarb., 2013-2)*

Kilder	PCB7 (kg/år)	PAH <sup>a</sup> (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

Tilførsler av metaller til Indre Oslofjord fra forskjellige kilder (Berge og medarb., 2013-2)

Kilder	Hg (kg/år)	Cr (kg/år)	Cu (kg/år)	Ni (kg/år)	Zn (kg/år)	Cd (kg/år)	Pb (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

Det må understrekes at det knytter seg stor usikkerhet til tilførselsberegningene, med unntak av tilførsler fra renseanleggene, hvor datagrunnlaget er nokså solid.

For beregninger av atmosfæriske tilførsler er konsentrasjoner i nedbør fra Birkenes i Aust-Agder benyttet, og kun tørravsetninger. Beregninger fra tette flater og overløp er basert på sjablongverdier, dvs. antatte konsentrasjoner som er basert på tidligere funn. Usikkerheten i elvetilførslene ligger først og fremst i at det mangler målinger fra flere elver og bekker i området og at målingene sjelden dekker lengre tidsperioder. Flere av analysene som ble utført var under deteksjonsgrensen, og beregninger av tilførsler vil da bli svært usikre.

Det er verdt å merke seg at tilførsler fra tette flater som havner i elver kan ha blitt tatt med i regnskapet to ganger, ved at en ukjent del av det som renner av tette flater havner i bekker og elver (Berge og medarb., 2013-2). Det blir derfor misvisende å summere de beregnede verdiene i tabellene over.

Noen hovedkonklusjoner om tilførsler fra elver, atmosfære, tette flater, renseanlegg og overløp:

- 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 beregnete atmosfæriske tilførslene direkte på fjordens overflate var med unntak av kvikksølv (1,6 kg/år) relativt sett små. Beregningene må oppfattes som minimumsverdier.
- Den største tilførselen av polyklorerte bifenyl (PCB) kom fra tette flater fulgt av renseanleggene. Tilførslene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) var dominert av elvene og tette flater.

Kvikksølv, PCB og PAH er trukket frem da disse ansees som særlig viktige for organismer (herunder fisk) i fjorden.

Miljøgifter i sedimenter blir omtalt i et senere kapittel.

Det er økende oppmerksomhet mot «nye miljøgifter» som er eller kan bli en trussel mot livet i fjorden; legemidler (Grung og medarb., 2012), personlige pleieprodukter (Schlabach og medarb. 2008), nanopartikler (Farmen, 2011), mikroplast (NIVA, 2013) etc.



### 3.6 Fysiske inngrep - arealbruk

Foruten tilførsel av stoffer som direkte påvirker fjorden som omtalt foran, har fysiske inngrep og arealbruk stor betydning. Stikkord er vei- og jernbanebygging, havneaktiviteter og båttrafikk, aktiviteter i småbåthavner, nye utbyggingsområder så som etablering av Fjordbyen, strategi for å bevare grønne lunger, forvaltning av elver og vann i bynære soner (åpning av bekker), fortetting med konsekvenser for omfang av tette flater m.m.

I kommuneplanene legges føringene for politikk og strategier på disse områdene. I forhold til fjorden er det viktig at kommunene samarbeider om både utviklingsstrategier og retningslinjer for praktiske løsninger.

Regionens overordnede utviklingsstrategi er trukket opp i « Planstrategi for areal og transport i Oslo og Akershus» vedtatt i Oslo bystyre og Akershus fylkesting i 2012. Her heter det at «det skal utarbeides en felles regional plan for areal og transport i Akershus og Oslo. Planen skal inneholde et strategisk arealkart som skal avklare prinsipper for grense mellom utbyggingsområder og landbruks-, - natur- og friluftsområder og behandle virkemiddelbruk, finansiering og gjennomføringsforpliktelser. Planene skal være førende for fylkeskommunale prioriteringer og statlig sektorplanlegging».

Plansamarbeidet skal legge til grunn for en sterk fremtidig vekst i befolkningen, det skal bl.a. sikres at nasjonal mål som klimanøytralitet innen 2030, jordvern og naturmangfold sikres. Byer og tettsteder i Oslo og Akershus skal utvikles med høy kvalitet.

Noen viktige sammenhenger mellom fysiske inngrep og arealbruk knyttet til Oslofjorden:

1. Overvannsdisponering-tette flater. Befolkningsøkning medfører at nye områder utbygges og fortetting skjer i eksisterende områder. For å redusere lokal forurensning fra overløp og derved øke tilføringsgraden til renseanlegg. Dette vil også bidra til å redusere flomskader er det avgjørende at det ved utbygging og fortetting gjennomgående legges til rette for lokal overvannsdisponering (LOD).
2. For utbyggingsområder i strandkanten er det foruten lokal strategi for overvannsdisponering og avrenning fra tette flater pga. innholdet av miljøgifter (PCB), viktig å ha oppmerksomhet mot leveområder for planter og dyr. Strandsonen er viktig som oppvekstområder for mange arter og for det biologiske mangfoldet generelt. I de innerste havneområdene (Tjuvholmen og Bjørvika) er det gjort forsøk med utsetting av kunstige rev, noe som har bidratt til økt produksjon og større artsmangfold utenfor kaikantene.
3. Småbåthavner båndlegger arealer i selve fjorden og kan foruten lokal forurensning, påvirke bunnarealer som kan være viktige oppvekstområder. Et eksempel er Leangbukta i Asker hvor store arealer til småbåthavner har redusert utbredelsen av ålegras. Såkalte ålegrasenger er viktige gyte- og oppvekstområder bl.a. for lokale torskestammer. Deponering av overskuddsmasse fra vei- og jernbaneutbygging for å etablere en kunstig øy i Bunnefjorden har vært vurdert.
4. Det største enkelttiltaket som medfører fysiske endringer ved fjorden er utbygging av Fjordbyen og etablering av nye havneområder. Det er i vanddirektivet i prinsippet aktuelt å

karakterisere slike områder som sterkt modifiserte vannforekomster med tilhørende justert målsetting.

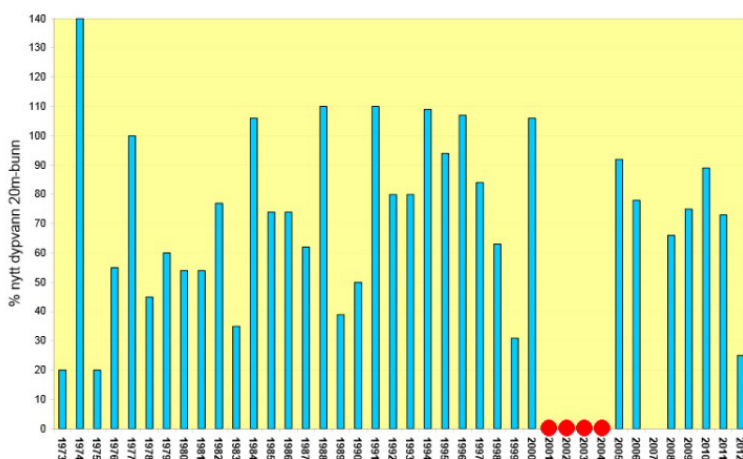
Vi er kjent med at de tre vannområdene som dekker Indre Oslofjord (PURA, Bekkelagsbassenget og Indre Oslofjord) vil foreslå at det utarbeides en kystsoneplan for indre Oslofjord i forbindelse med neste plansyklus i vanndirektivet 2015 – 2021.

## 4. Dagens tilstand

### 4.1 Vannutskifting, strømforhold, oksygen og siktdyp

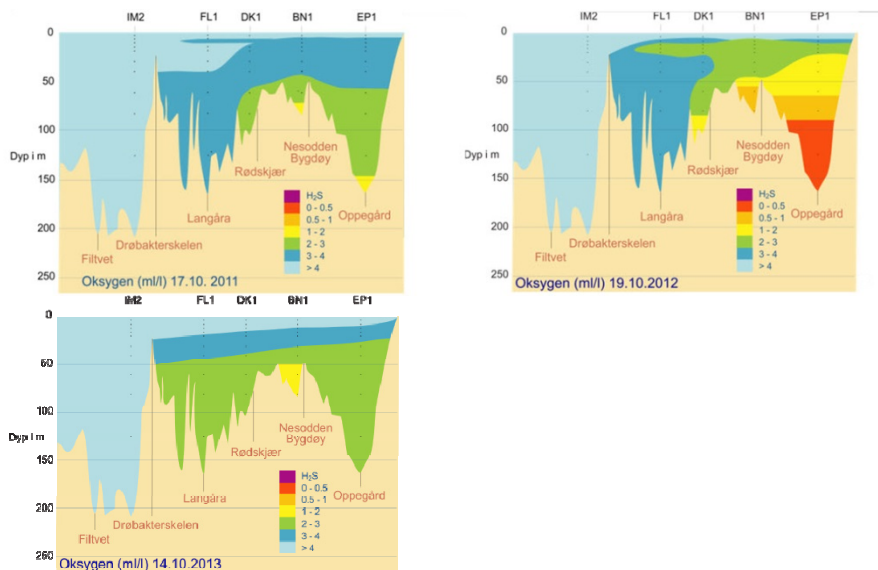
Miljøet i Indre Oslofjord blir stadig bedre, men Bunnefjordens dypvann har fortsatt et lavt innhold av oksygen i kortere eller lengre perioder. Redusert belastning med avløpsvann spesielt til Vestfjorden, har ført til generelt lavere oksygenforbruk i dypvannet. Periodevis fornyelse av dypvannet med oksygenholdig vann fra Ytre Oslofjord er likevel avgjørende for oksygenkonsentrasjonen i dypvannet i Indre Oslofjord. Denne prosessen styres av klimatiske forhold.

I Vestfjorden er det dypvannsfornyelse nesten hvert år, mens fornyelsen foregår sjeldnere i Bunnefjorden. Dette skyldes ikke bare variasjoner i klimatiske forhold, men at det er forskjellige mekanismer som dominerer i Vestfjorden og i Bunnefjorden.



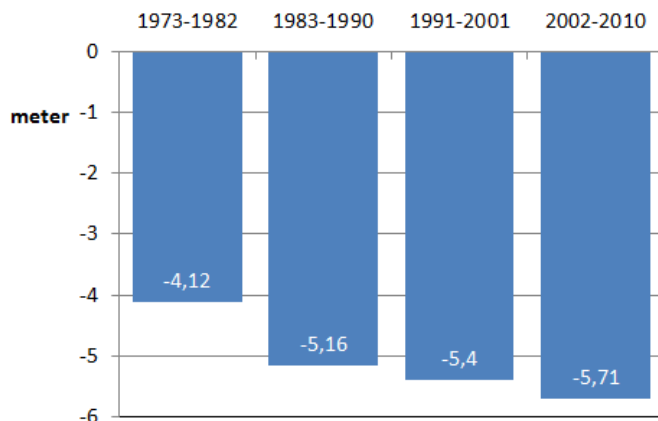
*Årlig styrke av dypvannsfornyelsen i Indre Oslofjord beregnet for perioden 1973-2011 (ikke tilstrekkelig data for 2001-2005 markert med rødt)*

Etter år med effektiv fornyelse av bunnvannet vil oksygenkonsentrasjonen øke og oksygenforbruket vil deretter gradvis redusere oksygenkonsentrasjonen inntil neste episode med dypvannsfornyelse. Dette illustreres med figuren under for oksygenkonsentrasjon på høsten i årene 2011, 2012 og 2013.



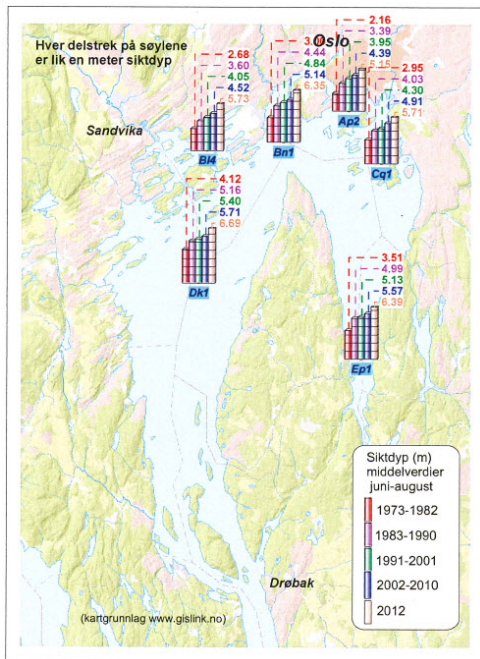
Effekten av omfattende fornyelse av dypvannet vises tydelig i situasjonen i 2011, 2012 og 2013. Dyppvannsfornyelse førte til gode oksygenforhold i dypvannet i Bunnfjorden i 2011 (grønn farge). Ett år senere var oksygenkonsentrasjonen igjen mye lavere (rød farge), mens den etter dyppvannsforynelsen i vinteren 2012/2013 igjen var høyere.

Siktdypet er et mål for hvor klart vannet i overflaten er. Mye partikler i vannet pga. planktonalger og tilførte partikler førte lenge til grumsete vann og lite siktdyp. Siktdypet har vist en klart økende tendens etter at renseanlegg ble satt i drift.



Siktdypet (gjennomsnitt av sommerverdier) er blitt gradvis bedre i Oslofjordens hovedvannmasser (Vestfjorden ved Steilene).

Siktdypet viser klar bedring ved alle målte stasjoner i Indre Oslofjord, både nær Oslo havn, innenfor øyene og i fjordens hovedvannmasser. Forbedringene er størst i indre områder som tidligere var mest forurenset.

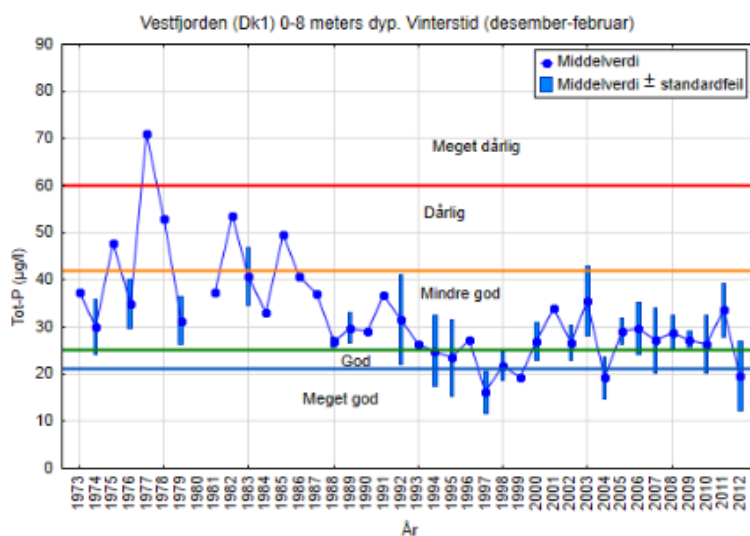


*Siktedyb for alle målte stasjoner i Indre Oslofjord. Gjennomsnittsverdier utjevner variasjoner fra år til år. (Berge og medarb., 2013-1)*

## 4.2 Oksygenforbrukende stoffer, næringsalter og planteplankton

Fjordens miljø er gradvis bedret i takt med at rensing av avløpsvannet er blitt mer omfattende og effektiv. Renseanleggene fjerner både næringsstoffene fosfor og nitrogen, samt organisk stoff. Konsentrasjonen av mange miljøgifter og andre stoffer blir også redusert. Fosfor og nitrogen stimulerer til økt algevekst og fører indirekte til økt oksygenforbruk i dypvannet, mens organisk stoff fører til direkte oksygenforbruk ved bakteriell nedbrytning.

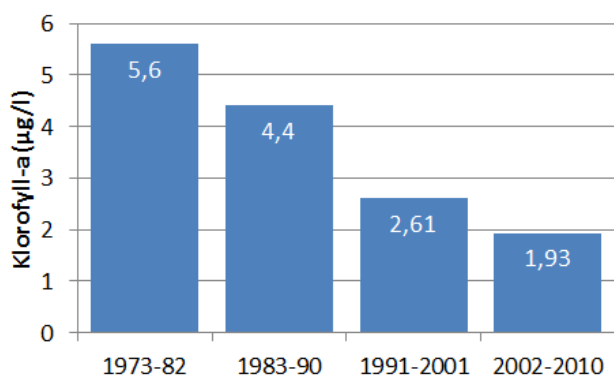
Fram til begynnelsen av 1980-årene ble mesteparten av rensert og urensert avløpsvann sluppet ut til fjordens overflatevann, mens det senere i økende grad er blitt tilført fjordens mellomlag (30-50 meters dyp). Dermed kommer det i mindre grad i direkte kontakt med de øvre vannlag der algeveksten foregår. Dette har vært et viktig bidrag til å redusere algeveksten, øke siktedyptet og ikke minst bedre badevannskvaliteten i fjorden.



Vinterkonsentrasjonen av fosfor i overflatevannet ble betydelig redusert på 1980-tallet, men har etter det variert mellom «Mindre god», «God» og til dels «Meget god» etter den tid. Situasjonen er mye den samme for nitrogen. (Berge og medarb., 2013-1).

Planteplankton er ett av de biologiske kvalitetselementene som inngår i systemet for klassifisering av økologisk tilstand i kystvann fastsatt gjennom vannforskriften. For marint planteplankton er det foreløpig utviklet klassifiseringsverktøy for klorofyll a. Direktivet krever imidlertid at klassifiseringssystemet senere også skal inneholde parametere for artssammensetning og algeblomstringer.

Stadig mer effektiv oppsamling og rensing av avløpsvannet har ført til gradvis redusert konsentrasjon av planteplankton i fjorden.

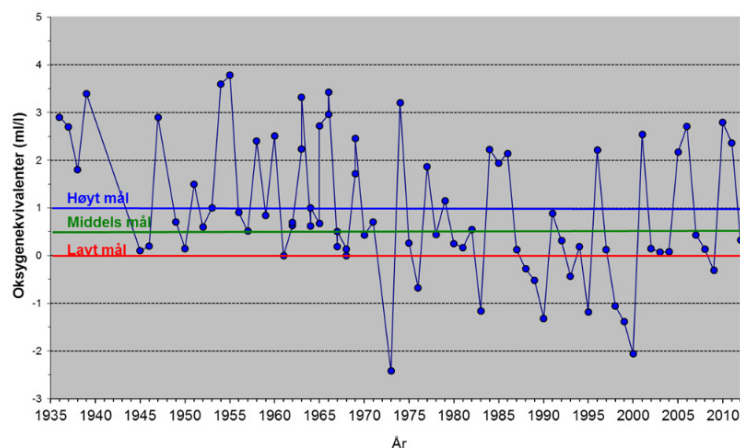


Algekonsentrasjon i Vestfjorden ved Steilene (gjennomsnittlig klorofyll-verdier om sommeren). Data fra Berge og medarb. (2013-1).

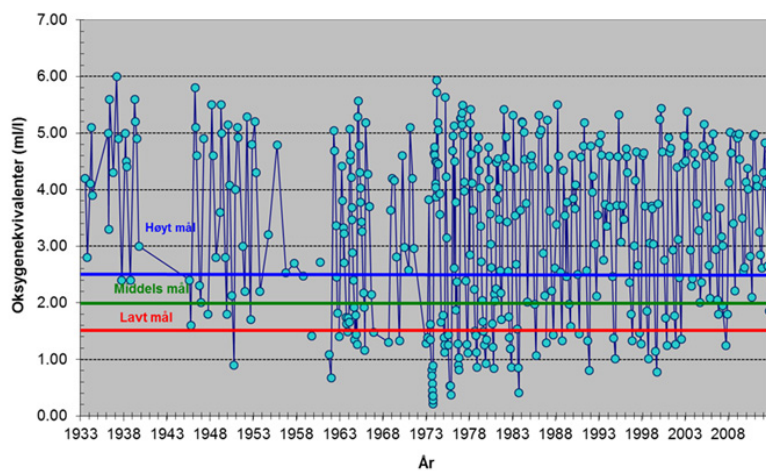
Oksygenkonsentrasjonen er et sentralt mål på tilstanden i en vannmasse både i det nasjonale klassifiseringssystemet til det tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og i vanddirektivet. Basert på analyse av historiske observasjoner er det foreslått egne mål for oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden og Bunnfjorden. I figuren under er observerte konsentrasjoner sett i sammenheng med de tidligere miljømålene.

Fra 1936 til 1973 var oksygenkonsentrasjonen i dypvannet i Bunnefjorden og Vestfjorden noe høyere enn den har vært etter denne tid, selv om dette har variert mye fra år til år. For perioden etter 1973 har det ikke vært noen markert positiv utvikling i bunnvannet i Bunnefjorden. Det er imidlertid en tydeligere bedring i bunnvannet i Vestfjorden.

Det var omfattende dypvannsfornyelser vintrene 2009/2010, 2010/2011, 2012/2013, men ikke vinteren 2011/2012. Det var derfor bedre oksygenforhold i bunnvannet i Bunnefjorden i oktober 2013 sammenlignet med de foregående år.



Oksygenkonsentrasjonen på 125 meters dyp i Bunnefjorden for perioden 1936 – 2012. Tidligere miljømål er angitt med rødt, grønt og blått (Berge og medarb. 2013-1)



Oksygenkonsentrasjonen på 80-90 meters dyp i Vestfjorden 1934 – 2012. Tidligere miljømål er angitt med rødt, grønt og blått (Berge og medarb. 2013-1)

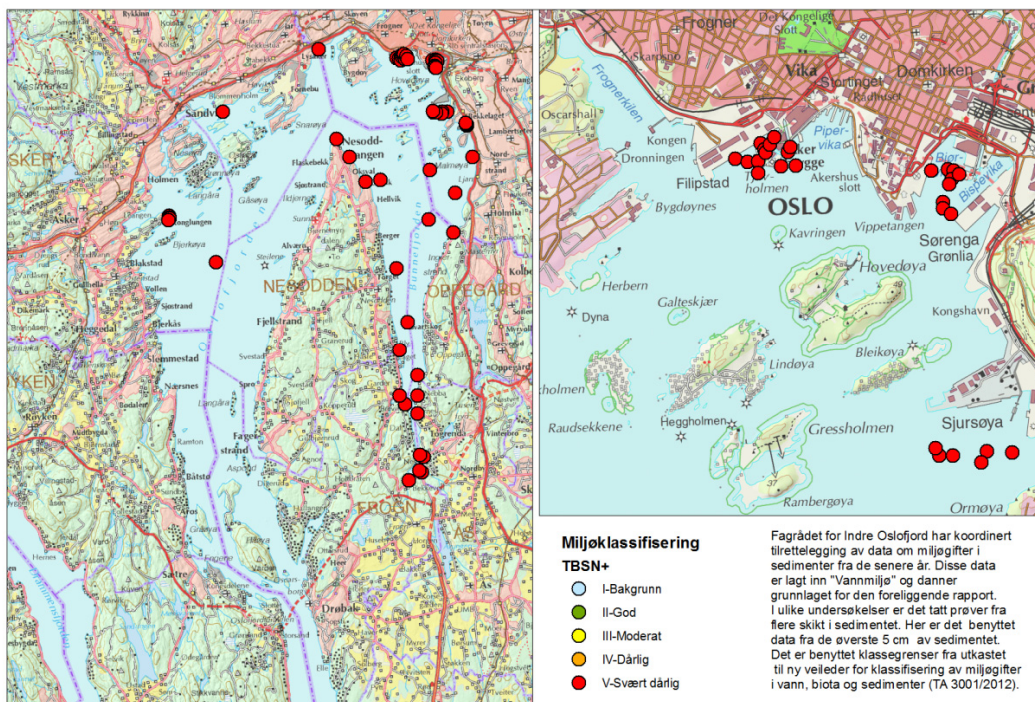
#### 4.3 Miljøgifter i bunnsedimenter

Innholdet av miljøgifter i overflatesedimentene kan ha stor betydning for vannkvalitet og livet i fjorden. Dette har sammenheng med at overflatesedimentene står i nær kontakt med bunnvannet og det er også i overflatesedimentet at størparten av bløtbunnsfaunaen lever.

Forekomst av miljøgifter i overflatesediment i Indre Oslofjord er sammenstilt og klassifisert (Berge og medarb. 2013-2). Klassifiseringen er gjort i henhold til utkast til norske retningslinjer (KLIF-TA 3001/2012), og er bygget på et 5-delt klassifiseringssystem (I, II, III, IV, V).

Noen hovedkonklusjoner om bunnsedimenter:

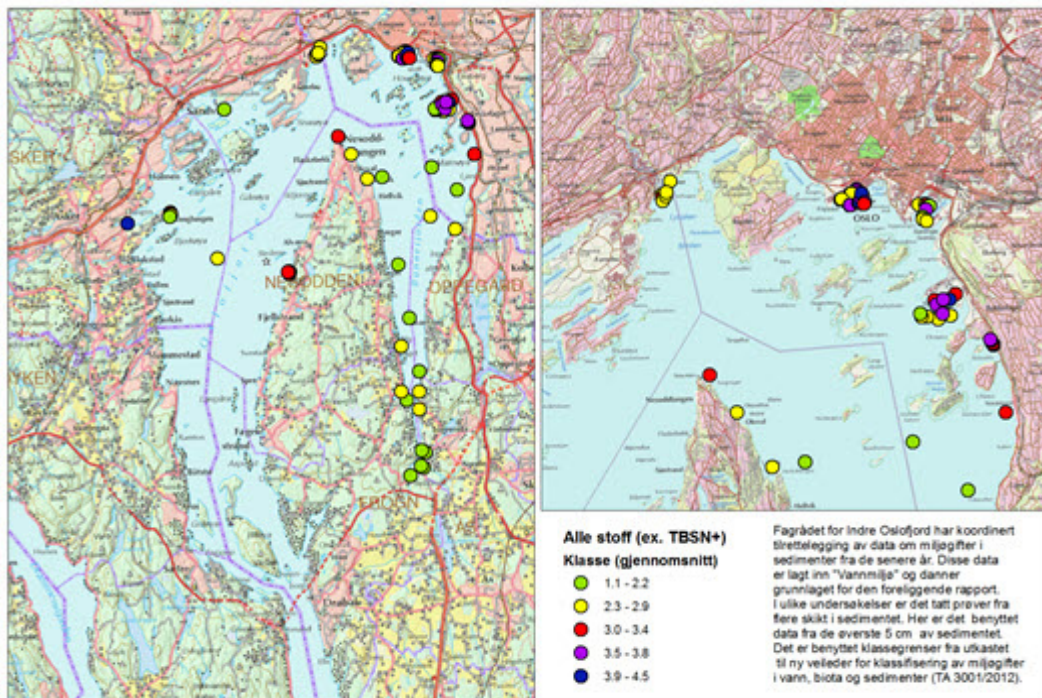
- Alle sedimentprøver inneholdt høye nivåer av tributyltinn (TBT) (klasse 5) også prøver tatt etter gjennomførte tiltak i Oslo Havn. TBT er en forbindelse som tidligere ble brukt i bunnstoff for å hindre begroing på båter/skip.



*Miljøtilstand for tinnorganiske stoffer (TBT) i overflatesediment. Situasjonen er «svært dårlig» på de fleste stasjoner. TBT-nivåene i blåskjell er redusert. I andre deler av kysten ser en også at effektene (imposex) reduseres. I Indre Oslofjord har vi ikke effektmålinger av nyere dato. Situasjonen for hele Indre Oslofjord til venstre; for Oslo havn til høyre.*

- Basert på gjennomsnittlig tilstandsklasse for alle målte parametere i sediment unntatt TBT kommer Bunnfjorden 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.





*Gjennomsnittlig tilstandsklasse av alle målte forbindelser (med unntak av TBT). Situasjonen for hele Indre Oslofjord til venstre; for Oslo havn til høyre.*

- Selv etter at 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 ble «hotspots» i hovedsak funnet i Oslos havneområde og i Leangbukta. I Paddehavet var den dårlige miljøtilstanden i hovedsak knyttet til PAH.

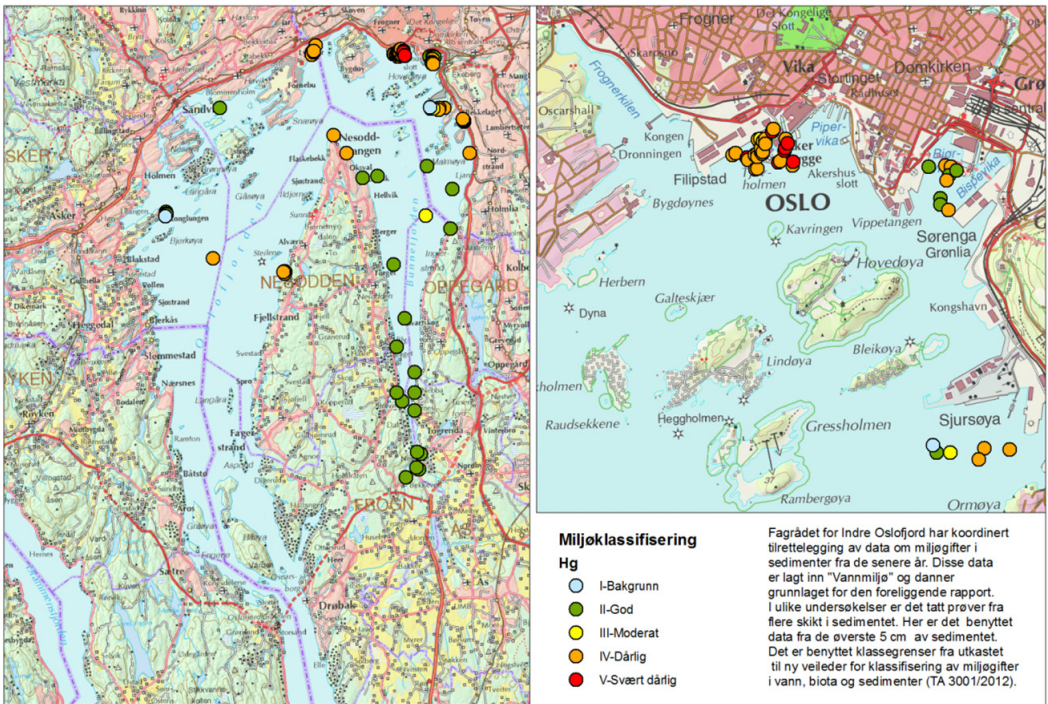
Tar en med data fra Oslo havneområde fra dypereliggende sediment (0-10 cm) fra perioden 2009-2013, dvs. etter de fleste tiltak er gjennomført, får en bekreftet at store deler av tiltaksområdet har lave konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentet. Likevel kan en identifisere 6 områder, 3 i havnebassenget og 3 i Bekkelagsområdet hvor det er grupper med stasjoner med relativt høye konsentrasjoner av miljøgifter, og som må oppfattes som «hot spots». (Berge og medarb., 2013-2)



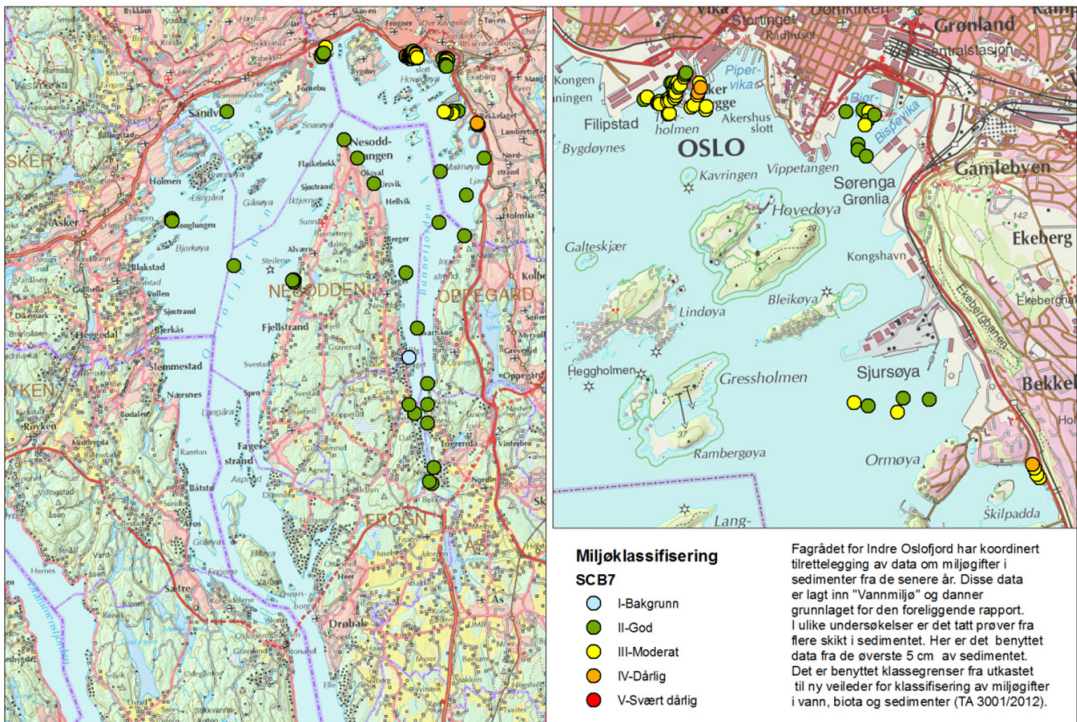
6 områder i Oslo havn er utpekt som «hotspots» pga. forhøyede konsentrasjoner med miljøgifter. (Berge og medarb., 2013-2)

Høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene utløser nødvendigvis ikke krav om nye tiltak før eventuelt en risikovurdering viser at konsentrasjonen utgjør en trussel for marint liv eller human helse. I siste instans vil økonomiske og tekniske vurderinger være med å bestemme om tiltak kan gjennomføres.

Som grunnlag for målrettede tiltak, f.eks. mot PCB, er det viktig å få bedre kunnskap både om tilførsler, virkninger på fjorden og livet i fjorden samt i hvilken grad tiltak er teknisk–økonomisk gjennomførbare. Effekter og tiltak er nærmere drøftet i Kapittel 7 og 8.



Miljøtilstand for kvikkesølv i overflatesediment i Indre Oslofjord er «god» i store deler av Bunnfjorden, men «moderat» til «svært dårlig» i resten av fjorden.



Miljøtilstand for polyklorerte bifenyler (PCB) i overflatesediment. Situasjonen er stort sett «god» bortsett fra i indre deler av Oslo havn.

## 4.4 Miljøgifter i fisk og blåskjell

Planter og dyr som lever i havet vil ta opp og lagre forskjellige typer miljøgifter. Sammenlikning av nivåer for forskjellige miljøgifter fra forskjellige områder kan derfor brukes som indikatorer på forekomsten av disse stoffene.

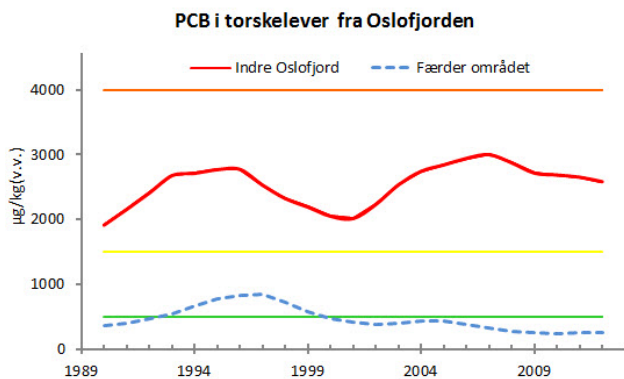
Mattilsynet utsteder «kostholdsråd» for å varsle om forhøyede nivåer av forskjellige miljøgifter i fisk og skalldyr. Advarslene går ut på å begrense eller ikke spise utvalgte typer sjømat fra angitte områder. Alle kostholdsråd og advarsler er samlet på:

<http://www.matportalen.no/verktoy/advarsler/>

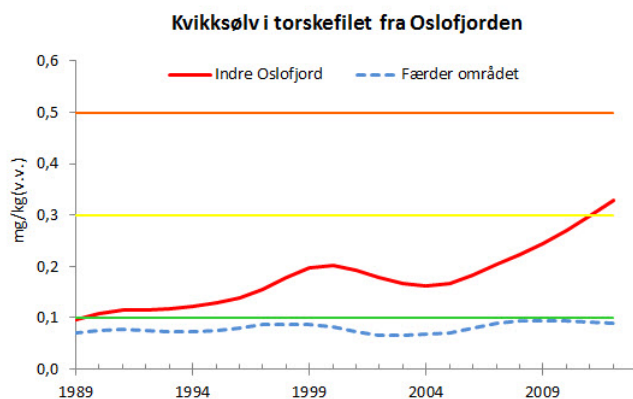
Spesifikke kostholdsråd for Indre Oslofjord er nå erstattet av følgende generelle kostholdsråd:

- Mattilsynet advarer mot å spise lever fra selvfanger fisk innenfor grunnlinjen, dvs. i kystnære områder, på grunn av miljøgiftene dioksiner og PCB.
- Barn og kvinner i fruktbar alder, inkludert gravide og ammende bør ikke spise fiskelever. Andre grupper i befolkningen bør begrense inntaket av fiskelever. Barn bør ikke spise produkter laget av fiskelever som for eksempel rognleverpostei.
- Skal du sanke skjell for konsum må du sjekke status for algegift i det aktuelle området. Gå til Mattilsynets Blåskjellvarsel:  
<http://www.matportalen.no/verktoy/blaskjellvarsel/>

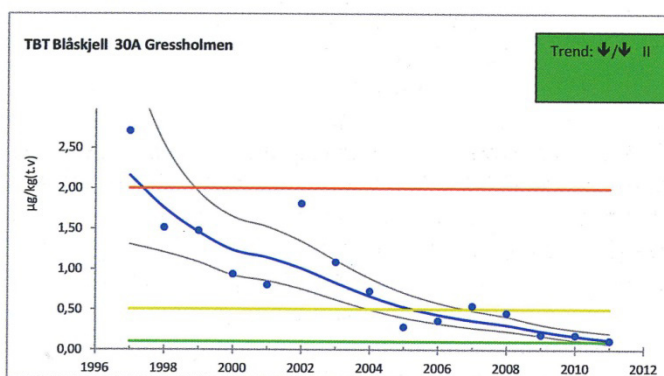
Under er noen utvalgte eksempler på forekomst av miljøgifter i fisk eller blåskjell fra Indre Oslofjord, evt. sammenliknet med tilsvarende ved Færder i Ytre Oslofjord.



*Torskelever fra Oslo havn er «markert forurenset» av PCB og konsentrasjonene er betydelig høyere enn tilsvarende ved Færder. Kun mindre endringer i nivåene er registrert i perioden. (Kilde: NIVA)*



*Kvikksølv i torskfilet fra Oslo havn har økt i perioden, og er nå i klassen «markert forurenset». (Kilde: NIVA)*



*Innholdet av TBT i blåskjell ved Gressholmen har avtatt sterkt gjennom perioden, og er i dag «ubetydelig til lite forurenset». Årsaken til dette er forbud mot bruk av TBT i skipsmaling. (Green og medarb., 2012)*

## 4.5 Hygienisk vannkvalitet

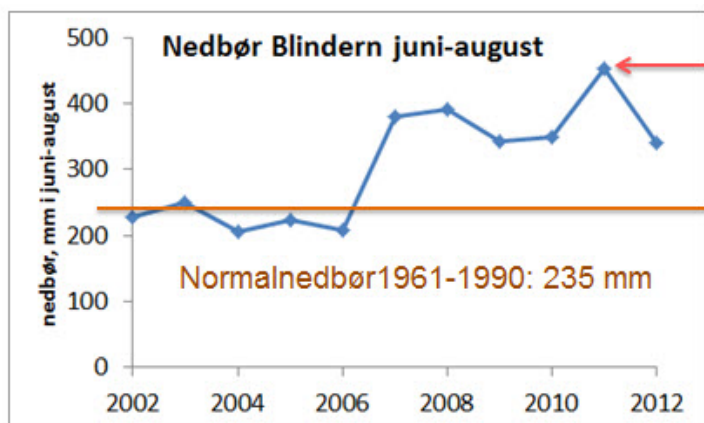
Tarmbakterier og mulig sykdomsfremkallende mikroorganismer (bakterier, parasitter og virus) som tilføres Indre Oslofjord overvåkes på et utvalg badestrender i sommersesongen. På disse badestrendene er den hygieniske vannkvaliteten stort sett god, men med noen periodevise unntak (f.eks. ved Sollerudstranda og Hydrostranda i Oslo, Kadettangen, Kalvøya og Rolfsbukta i Bærum). Disse strendene er lokalisert nær utløpet av elver og/eller kloakkoverløp. Badevannskvaliteten er vanligvis god på disse badeplassene, men kan forringes etter kraftig nedbør.

Klassifisering av badeplasser i Oslo kommune etter EUs badevannsdirektiv basert på prøver tatt i 2009-2012 (data fra Oslo kommune). Lokalteter merket med \* var ikke badeplass i 2012, men det er ønske om at de skal bli det i fremtiden. Tjuvholmen er badeplass i år (2013).

Utmerket	God	Tilstrekkelig	Dårlig
Paradisbukta, Huk, Solstranda, Hovedøya, Gressholmen, Rambergøya, Langøyene, Skinnerbukta, Solvik, Ulvøya, Nordstrand, Hvervenbukta, Ormsund	Fiskevollbukta Katten	Bygdøy sjøbad	Sollerudstranda Hydrostranda, *Tjuvholmen  *Bjørvika, *Sørenga, *Aker Brygge,

Den hygieniske vannkvaliteten viser store variasjoner. Tradisjonell prøvetaking med ukentlige og månedlige prøver av badevannet er egnet for å få et bilde av status for vannkvaliteten på badeplassen mer generelt, men det er ikke egnet til å gi et bilde av tilstanden ved korttidsforurensing.

Det er også store variasjoner i klimaet fra år til år illustrert ved nedbøren på Blindern i badesesongen fra 2002 til 2012. Slike variasjoner har stor betydning for den hygieniske vannkvaliteten.

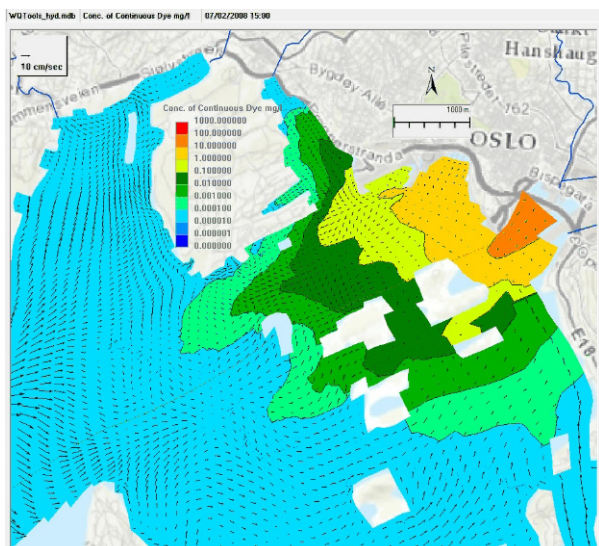


Sommermånedene har vært våtere i Oslo siden 2007 (data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no), Ingunn Tryland)

Modeller kan avhjelpe noen av svakhetene ved prøvetaking og analyser, og har vist seg som et egnet verktøy for å simulere utbredelse av tarmbakterier. Figuren under viser simulert utbredelse av tarmbakterier (*E. coli*) i overflatevannet etter en overløphendelse i april 2010 (DHI, 2013). Slike modeller kan være nyttige for å bedre forstå spredningen i fjorden, for å kunne studere effekten av ulike tiltak, og for bedre å kunne prioritere tiltak. En utfordring er å få med alle relevante tilførsler, spesielt siden tilførslene varierer betydelig i tid og det kan være mindre lokale tilførsler som kan ha store lokale effekter.

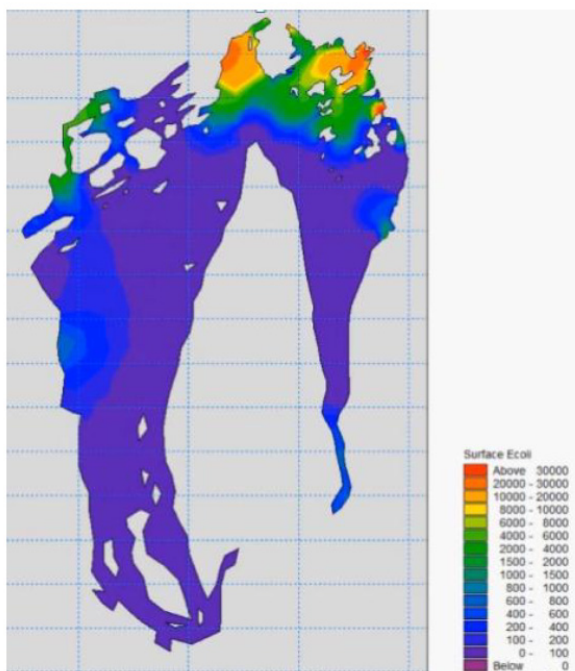
Tradisjonell prøvetakning med ukentlige og månedlige prøver av badevannet er egnet for å få et bilde av status for vannkvaliteten på badeplassen, men det er ikke egnet for å varsle publikum ved korttidsforurensing. Selv daglige vannprøver er ikke tilstrekkelig fordi analyseresultatet ikke er klart før dagen etter og da kan vannkvaliteten være betydelig endret. I flere internasjonale prosjekter er muligheten for å benytte seg av sanntidsinformasjon (kjente kloakkutslipp, nedbør, vindretning, måling av turbiditet/andre hurtigmetoder etc.) undersøkt for bedre å kunne varsle når badevannskvaliteten er uakseptabel.

Dette er også et av temaene i det norske prosjektet WaterQualityTools (NIVA, 2012-1015). I dette prosjektet er det satt opp en strøm- og spredningsmodell som benyttes for å undersøke hvordan ulike utslipp og værforhold (f.eks. vind) påvirker badevannskvaliteten på utvalgte strender.



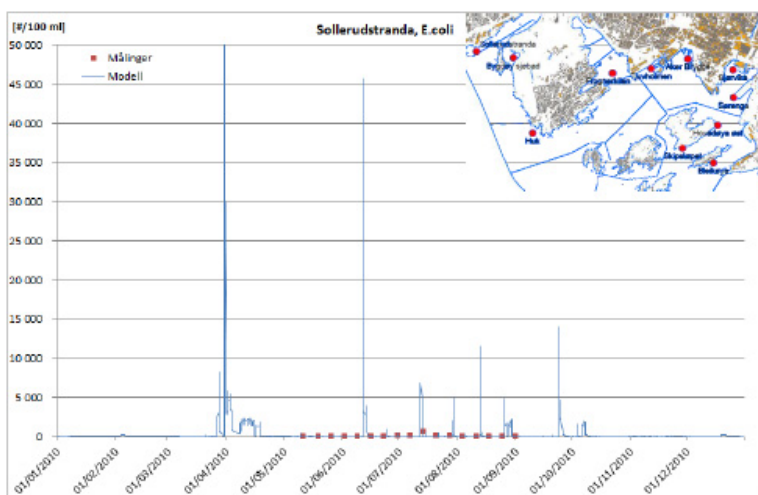
*Simulert spredning av tarmbakterier fra Alnaelva kan gi svar på spørsmål om hvor lang tid etter kraftig nedbør det er trygt å bade i forskjellige deler av Oslo havn (Torulv Tjomsland, NIVA, pers. medd.)*

En lignende modell er også satt opp av DHI for Oslo kommune (DHI, 2013). Figuren under viser simulert utbredelse av tarmbakterier (*E. coli*) i overflatevannet etter en overløphendelse i april 2010 (DHI, 2013).



Simulert utbredelse av tarmbakterier (*E. coli*) i overflatevannet etter en overløpshendelse i april 2010 (DHI, 2013)

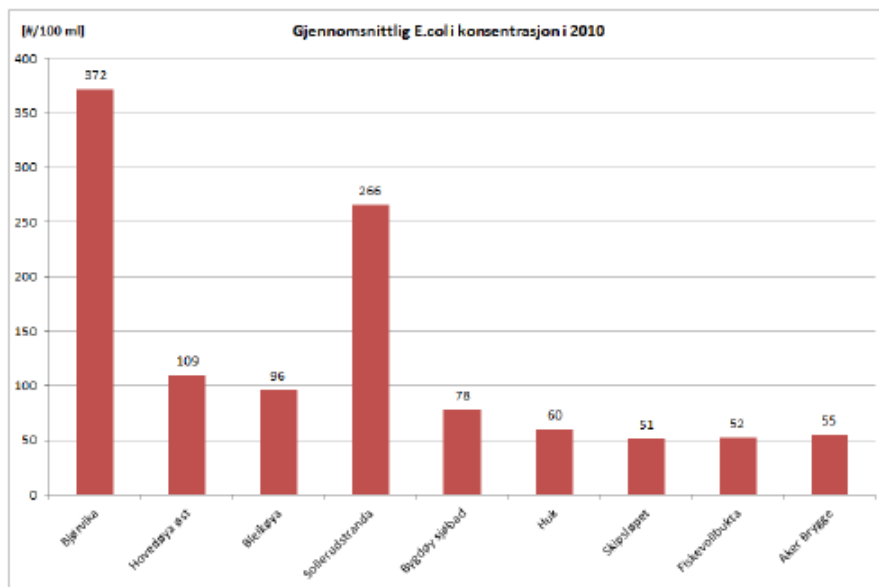
I DHIs modellkjøringer er det simulert hvordan konsentrasjonen av tarmbakterier varierer på flere badestrender under varierende værforhold i 2010. Dette demonstrerer tydelig hvordan den hygieniske vannkvaliteten påvirkes etter perioder med kraftig nedbør.



Figur 31 Tidsserie for E.coli og TKB målinger ved Sollerudstranda

Etter kraftig nedbør øker konsentrasjonene av tarmbakterier ved for eksempel Sollerudstranda ved Lysaker (antall *E. coli* pr. 100 ml). Simulerte verdier fra DHI (2013).





Figur 39 Gjennomsnittlige bakteriekonsentrasjoner for hele året 2010

Simulert gjennomsnittlig konsentrasjon av tarmbakterier (antall *E. coli* pr. 100 ml) i 2010 ved badeplasser i Indre Oslofjord (DHI, 2013)

## 4.6 Tang – makrovegetasjon

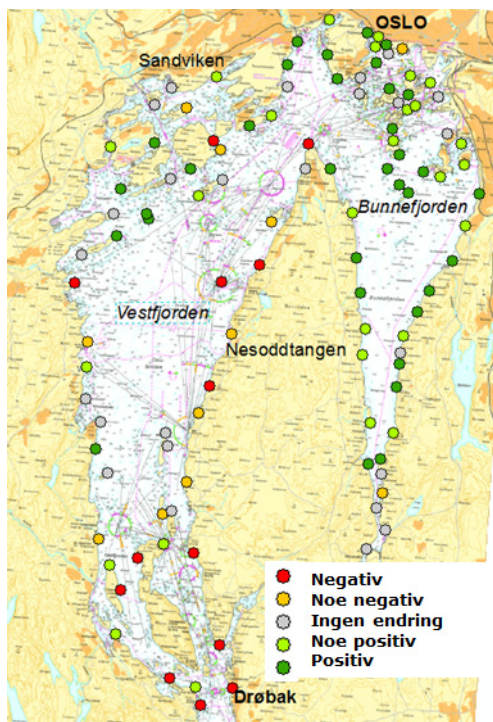
Det er registrert store endringer i utbredelsen av forskjellige arter av **tang** i Indre Oslofjord. De forskjellige artene har ulike krav til vannkvaliteten og forekomsten av disse er en god indikator på endringene over tid. Forekomsten av grisetang og gjelvtang kan illustrere utviklingen.

Grisetang, som var vanlig i innerste deler av fjorden på 1890-tallet, har gradvis forsvunnet fra store deler av fjorden. Gjelvtang, som i motsetning til grisetang tåler forurenset vann, ble bare funnet i beskjedne mengder i 1890-årene, men var den vanligste arten tang på 1970-tallet. På slutten av 1980-tallet snudde utviklingen, og i dag er arten bare dominerende i de innerste og mest forurenkede deler av fjorden.



*De 5 vanligste artene tang i Indre Oslofjord: spiraltang, blæretang, grisetang, gjelvtang og sagtang. (Foto: Tone Kroghund, NIVA)*

I kartet under er vist endringer i artssammensetning av tang (makroalger) i 1998-2000 sammenliknet med 2011-13. Utviklingen har stort sett vært positiv, dvs. en økning i arter som indikerer renere vann (spiraltang, grisetang, blæretang og sagtang), og en tilbakegang av gjelvtang, som tåler forurenset vann.



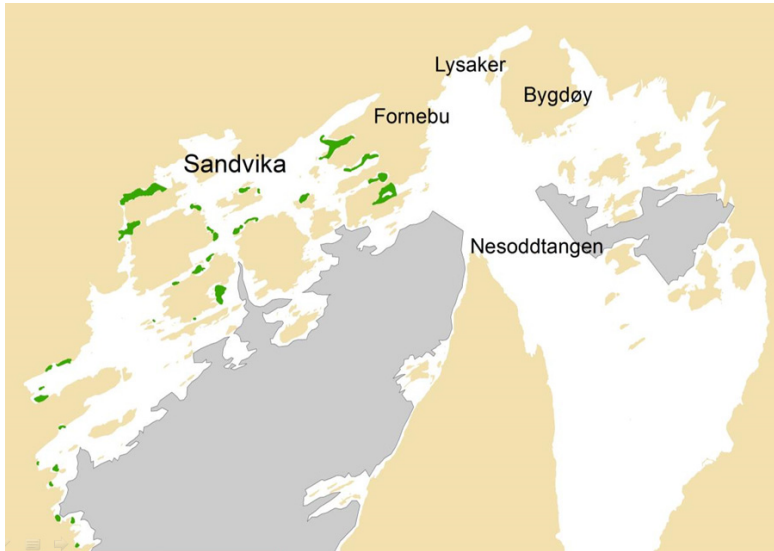
Endringer i forekomst av makroalger i perioden 1998-2000 sammenliknet med 2011-13  
(fra Fagrådet, 2013)

Undersøkelser av makroalger gjennomført av NIVA på 7 stasjoner i Indre Oslofjord siden 1980-tallet viser at:

- Antall arter har økt på alle stasjoner
- Nedre voksegrense varierer mellom 4 og 16 meters dyp, og har økt på de fleste, men ikke alle stasjoner.
- Omfattende beiting av kråkeboller på makroalgene gjør at den reelle nedre voksegrense ikke kan registreres.

De undersøkte stasjonene består av sedimentert fjell og bløtbunn, som er lite gunstig substrat for algevekst. Det har generelt vært registrert lite algevegetasjon på stasjonene, og i flere undersøkelser er det ikke registrert tilstrekkelig antall arter for å kunne beregne indeks-verdier. Nedre voksegrense er derfor ikke et egnet mål for økologisk status, slik det blir anbefalt i vanndirektivet.

**Ålegras** er også en viktig naturtype på grunt vann i Indre Oslofjord. De forekommer i dag særlig i Bærumsbassenget og i grunne bukter langs kysten av Asker. Naturtypen er spesielt utsatt for forurensning og utbygging av båthavner, badestrender o.l. Naturtypen er viktig oppvekstområde for torsk.

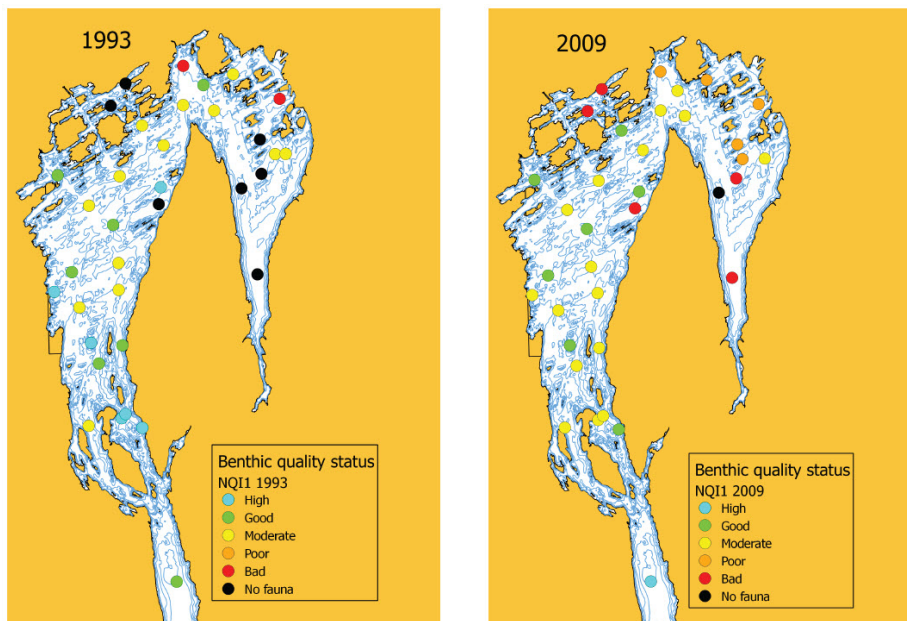


*Ålegrasenger (grønt) og gyteområder for torsk (grått) i Indre Oslofjord. (Eli Rinde, NIVA)*

Det er ikke gjennomført systematiske undersøkelser av nedre voksegrense for ålegras i Indre Oslofjord.

#### 4.7 Bunndyr – makrofauna

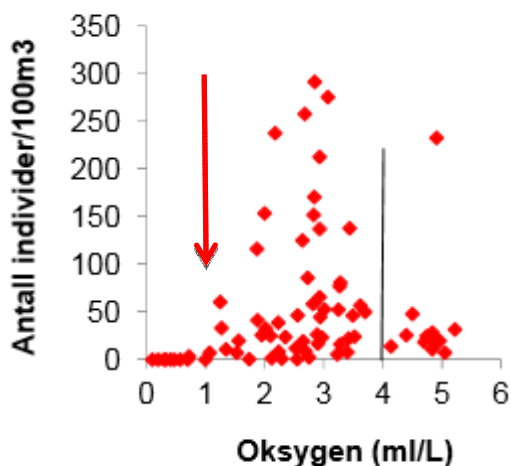
Resultater fra omfattende undersøkelser (Berge og medarb., 2010) av bunndyr på 35 stasjoner i 1993 og 2009 viste at tetthet og antall arter har økt markert fra 1993 til 2009. Dette tolkes som en bedring i vannmiljøet, men gir allikevel ikke positivt utslag i en kvalitetsindeks som anbefalt i tilknytning til vannforskriften.



*Bunndyrsamfunnene i Indre Oslofjord var mer artsrike og hadde flere individer i 2009 enn i 1993, men en kvalitetsindeks tyder likevel ikke på bedring i perioden. (Borgersen og medarb. 2013)*

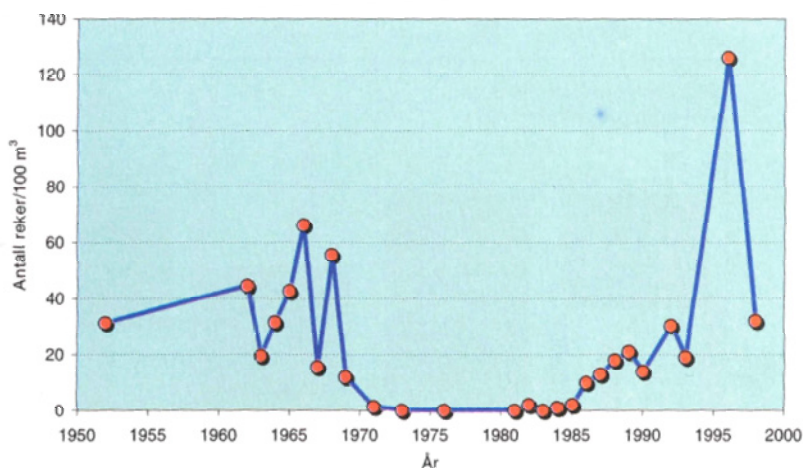
Økt artsantall i Bekkelagsbassenget, Vestfjorden og Lysakerfjorden skyldes trolig økt oksygeninnhold i dypvannet, som bl.a. varierer med den naturgitte fornyelsen av dypvannet.

Reker som organismegruppe er følsom for oksygenforholdene nær bunnen. Det er gjennom de siste 13 år observert minst 14 rekearter i Indre Oslofjord. Undersøkelsene tyder på at det ved oksygenkonsentrasjoner under 1 ml/l normalt ikke forekommer reker i det hele tatt. Ved oksygenkonsentrasjoner mellom 1-2 ml/l kan det forekomme noe reker, mens en må opp i konsentrasjoner på 2,5-3 ml/L før en kan oppnå relativt høye individ- og artsantall (Berge og medarb. 2013-1)



*Tetthet av reker i Indre Oslofjord ved forskjellige oksygenkonsentrasjoner. Nedre grense for forekomst av reker synes å være ca. 1 mg O<sub>2</sub>/l, som indikert med rød pil (Berge og medarb. 2013-1).*

Universitetet i Oslo og NIVA har gjennom lang tid gjennomført systematiske undersøkelser av rekebestanden i Vestfjorden ved Steilene. Resultatene viser at denne delen av Indre Oslofjord hadde særlig lave konsentrasjoner av oksygen i perioden 1970 til 1985.



*Oksygenforholdene var så dårlige i Vestfjorden ved Steilene mellom 1970 og 1985 at det ikke ble fanget reker der i denne perioden (fra Baalsrud og Magnusson, 2002).*

## 4.8 Fisk

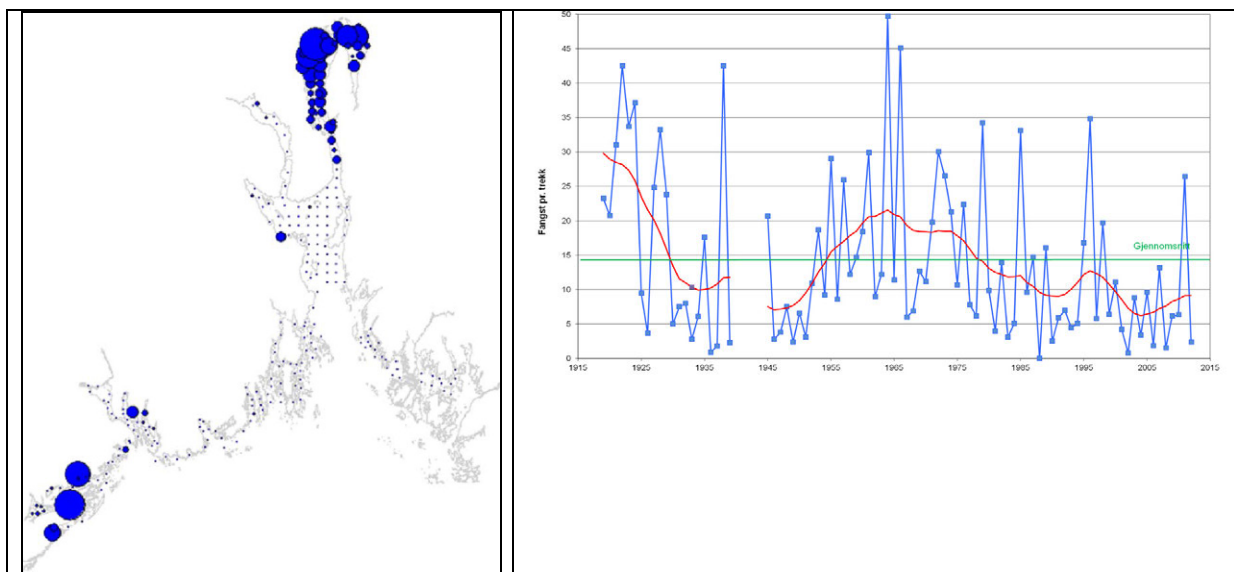
Man vet relativt lite om fiskesamfunnet i Indre Oslofjord fordi dette ikke har vært et prioritert overvåkningsselement i fjorden. Fra 2011/2012 har Fagrådet imidlertid finansiert overvåking av fisk ved tråling i Vestfjorden.

Overvåkingen som har foregått før dette tidspunktet, har i all hovedsak vært rettet mot rekrutteringsdelen av fiskesamfunnet, dels ved kartlegging av eggteitet og dels ved tetthet av ungfisk i strandsonen – og da primært i ålegrashabitat. Sistnevnte overvåking som foretas med strandnot av Havforskningsinstituttet har pågått hvert år siden 1919 i september - oktober.

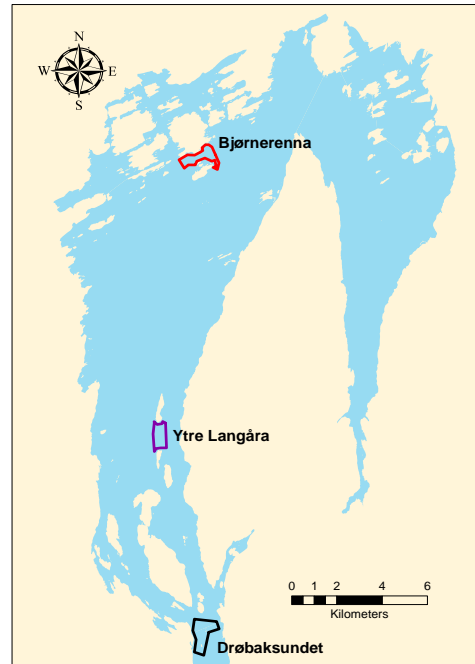
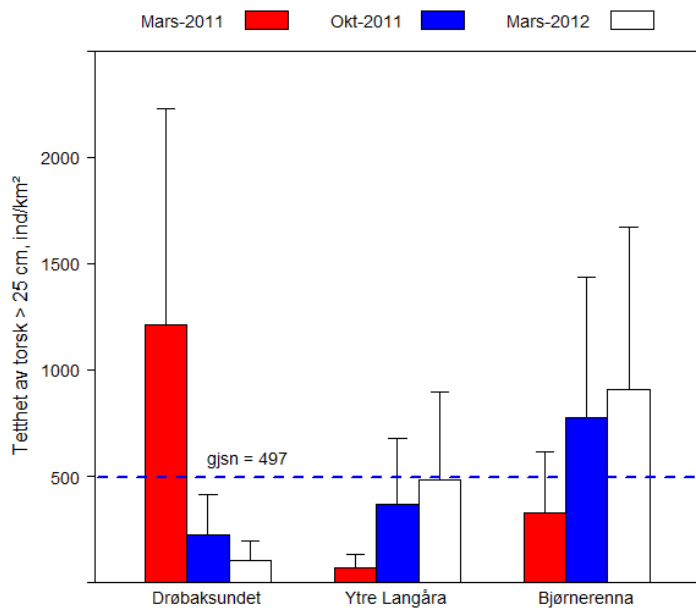
### Torsk

For de seinere år har disse to overvåkningsseriene avdekket et tilsynelatende paradoks: det er mye torske-egg i fjorden på seinvinteren, men mindre og mindre torskeyngel på høsten. Disse dataene kan tyde på at yngelhabitat, og da spesielt ålegras, er en flaskehals for produksjon av torsk i fjorden. På den annen side kan det også være at andre habitattyper dominert mer av tang er blitt viktigere som oppvekstområder i fjorden. Inntrykket man får fra intervju-undersøkelse av fritidsfiskerne tyder på at det er blitt betydelig bedre med torsk i indre fjord utover på 2000-tallet, og en merke-gjenfangststudie gjennomført i 2011 og 2012 viste at tettheten av torsk større enn 25 cm ved tre stasjoner i Oslofjorden er mer en 50 % høyere enn tilsvarende målinger på Sørlandet.

Også undersøkelser med trål tyder på at en i de dypere områdene av fjorden har en brukbar forekomst av voksen torsk (se lenger ned), men at det er andre arter torskefisk som dominerer.



*Det er et tilsynelatende paradoks at eggteiteten hos torsk er høy i Indre Oslofjord (venstre figur, Havforskningsinstituttet), mens tettheten av torskeyngel bare har blitt lavere og lavere på 2000-tallet på de faste overvåkningsstasjonene (høyre figur, fra strandnot-serien til Havforskningsinstituttet). Dette har blitt knyttet opp til tap av ålegrashabitat.*

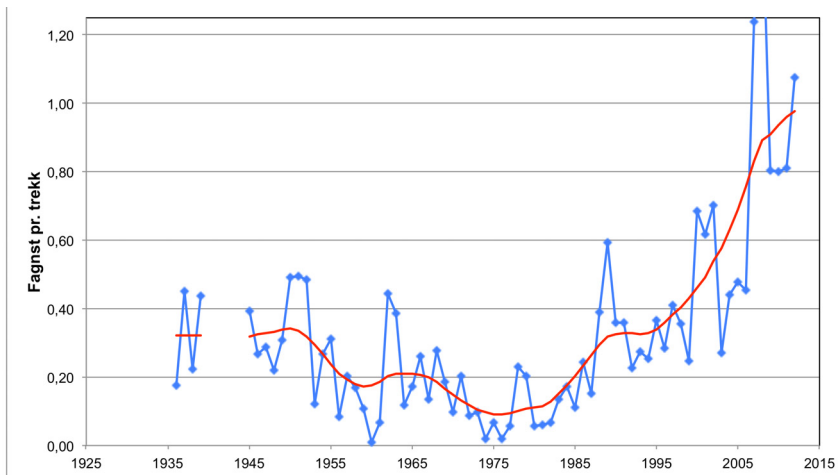


*Estimert populasjonstetthet av torsk større enn 25 cm ved tre forskjellige stasjoner i Indre Oslofjord. Estimatenes er beregnet fra merke-gjefangstdata innsamlet med ruser (etter Ski 2012).*

## Sjørørret

Sjørørret er en viktig fiskeart i Indre Oslofjord og strandnot-undersøkelsen viser en positiv utvikling i tettheten av sjørørret utover på 1990- og 2000-tallet. Dette er trolig et resultat av målrettede forvaltningstiltak i sjørørretførende bekker og elver gjennom dels åpning av disse, samt ved utsettings- og habitatforbedring.

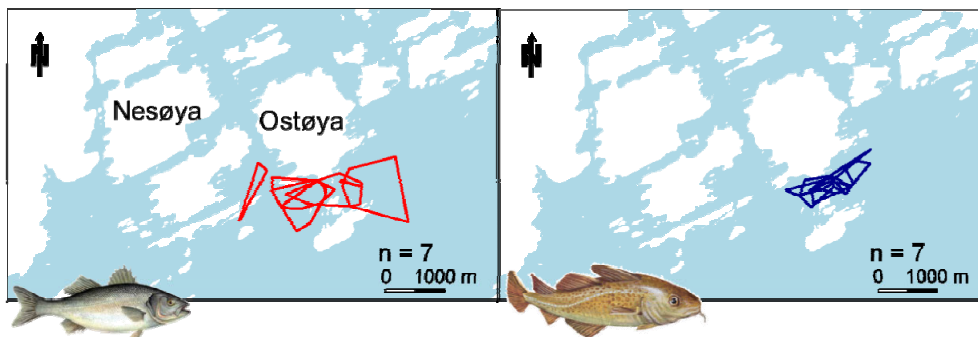
Vi vet ikke hvor mye sjørørret som fanges i Oslofjorden hvert år, men fjorden har et rykte som landets beste sjørørretfjord. Et nylig oppstartet merke-gjefangstprosjekt i regi av Bærum kommune vil kanskje gi noen svar om høstingstrykket på denne arten (<https://www.baerum.kommune.no/Forsidenyheter/Floymerking-av-sjoorret/>). En telemetristudie på sjørørret for 2009, 2012 og 2013 viser at sjørørret større enn 30 cm bruker hele indre fjord og trolig også ytre fjord gjennom året, men at de i enkelte perioder på opptil 2-3 måneder kan oppholde seg innenfor forholdsvis begrensede områder på 50-80 ha.



Det har vært en positiv utvikling i fangst av sjøørret i HIs strandnottrekk langs hele Skagerrakkysten – og i Indre Oslofjord.

### Havabbor

Sjøørretens bruk av fjorden skiller seg markert fra torskens og havabborens bruk av fjorden. De to sistnevnte er langt mer stasjonære. Torsken kan holde seg innenfor et bruksområde på størrelse med 3-5 fotballbaner gjennom hele året, mens den mer varmtvannstilpassa havabboren gjerne holder seg innenfor arealet til 5-10 fotballbaner gjennom vår-, sommer- og høstsesongen. Når vinteren nærmer seg trekker havabboren fra de grunnere områdene og ut mot større enn 50 meters dyp hvor vannet er varmest på denne tida av året. Enkelte torsk ser ut til å vandre til områder som er dekket av is om vinteren.



Bruksområder – eller såkalte «home range» – hos noen enkeltindivider av havabbor og torsk i Indre Oslofjord. Dataene stammer fra et NIVA-prosjekt der akustisk telemetri ble brukt høsten 2008 (etter Ilestad mfl 2012).

Det at både torsk og havabbor er stasjonære arter gjør dem sårbare for overfiske. Vi kjenner som sagt ikke uttaket av disse artene i fjorden, men med minimalt torskefiske fra yrkesfiskere i denne delen av fjorden er det grunn til å tro at den største beskatningen kommer fra fritidsfiske.

### Tråling etter andre fiskeslag på dypt vann

I 2011/12 ble det startet med artsbestemmelse og mengdevurdering av fisk innsamlet med bunntål på ca. 100 m dyp ved Steilene i Indre Oslofjord. Resultatene viser variasjon i forekomst av arter gjennom sesongen (Berge og medarb., 2013-1).

De viktigste artene var øyepål, sypike, sølvtorsk, hvitting, sild, tangbrosme, gapeflyndre og torsk.



## 4.9 Biologisk mangfold i og ved fjorden

### 4.9.1 Marine naturtyper

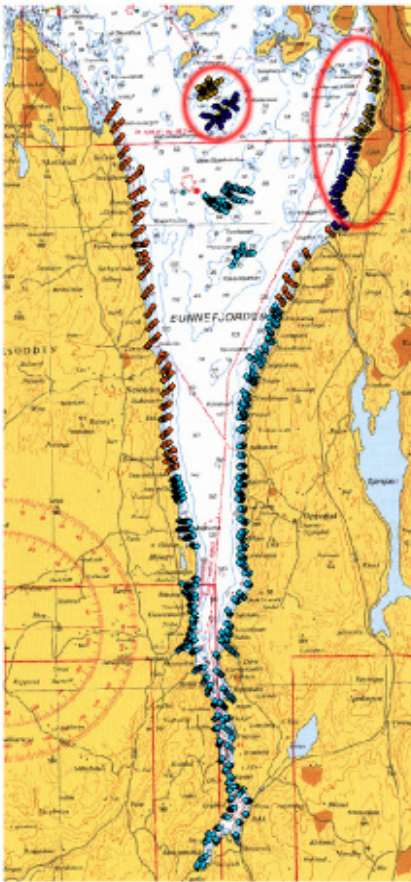
Forvaltningen av strandsonen og grunnområdene forutsetter at en har god kjennskap til hvilke naturtyper som finnes der og den arealmessige fordelingen av dem. Kunnskap om hva som finnes av naturtyper i et område er spesielt viktig i forbindelse med utbygninger og andre inngrep i strandsonene og grunnområdene.

Internasjonale konvensjoner gir også føringer for Norge når det gjelder vårt biologiske mangfold. FNs Rio-konvensjon fra 1992 (UN 1992) forplikter alle land til å kjenne til og ivareta sitt biologiske mangfold. I Norge ble dette fulgt opp i St. meld. 58 (1996-97) der alle landets kommuner ble pålagt å gjennomføre kartlegging og verdiklassifisering av det biologiske mangfoldet innen kommunens områder og i St.meld. 42 (2002-2001) om Biologisk mangfold, Sektoransvar og Samordning.

Det første forsøket på å lage et kart over marine naturtyper i Indre Oslofjord ble gjort i et metodeutviklingsprosjekt finansiert av Norges Forskningsråd i perioden 1995-96 (Moy og Walday 1997). Sjøbunnen rundt Fornebulandet ble undersøkt ved dykking og resultatene ble klassifisert og overført til kart. I 2005 og 2007 gjennomførte Universitetet i Oslo og NIVA en grov kartlegging av marine bunnhabitater i hele Indre Oslofjord (Walday og medarb. 2005).

I perioden 2005-2012 har det årlig vært gjort registreringer i Bunnefjorden av alger og dyr for å få kartlagt naturtyper i hele området. Registreringene fra 2005-2008 er tidligere blitt analysert i et forsøk på å modellere naturtypene i de grunnere områdene av Bunnefjorden (Gitmark og medarb. 2010). Arbeidet med registrering av naturtyper i Bunnefjorden har pågått siden 2005 og ved registreringen som ble gjennomført i 2013 er hele Bunnefjorden nå dekket.

Naturtypekart av denne type er ment som et hjelpemiddel for kommunene i deres arealplanlegging, men vil også være et godt utgangspunkt ved f.eks. planlegging av miljøundersøkelser (Halvorsen og medarb., 2009).



Eksempel på kartlegging av naturtyper i Bunnefjorden (Gitmark og medarb. 2010).

#### 4.9.2 Fremmede marine arter

Det er gjennomført registreringer av fremmede marine arter i Indre Oslofjord (DN-utredning 4-2013). Denne rapporten omtaler 3 fremmede arter i Indre Oslofjord:

- Japansk drivtang (*Sargassum muticum*)
- Strømgarn (*Dasya baillouviana*)
- Stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*)

Spøkelseskreps (*Caprella mutica*) er også registrert i Oslo Havn.

Artsdatabanken ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)) omtaler også flere fremmede marine arter med potensielt høy risiko, høy risiko eller svært høy risiko i Indre Oslofjord:

- Pollpryd (*Codium fragile*)
- Japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*)
- *Neosiphonia harveyi* (en rødalge)
- Nordamerikansk kammanet (*Mnemiopsis leidyi*)
- Brakkvannsrur (*Amphibalanus improvisus*)

### 4.9.3 Kunstige rev i Oslo havn

Det er plassert ut kunstige rev i det marine miljøet i Oslo havn i forbindelse med utbygginger og påfølgende tiltak. Slike tiltak er ment å framskynde etablering av marint liv på de tidligere berørte områdene og skape leveområder for et mer rikt og variert marinbiologisk mangfold. Slike tiltak kan sammenliknes med beplantning i parker og hager og å sette opp fuglekasser på land.

I Bjørvika er det satt ut noen få kunstige rev på 8 m dyp utenfor Operaen, stein med tang på 2 m dyp på skipsvollstøtten utenfor Operaen, mens det på Tjuvholmen er det hengt ut over tusen blåskjelltau under plattformene og over hundre kunstige rev på bunnen på 10-18 m dyp.

Tiltakene på Tjuvholmen har vist seg særlig vellykket med en rask etablering av et mangfoldig dyreliv fra små krepsdyr og snegl til hummer og større fisk i revene. Tette forekomster av blåskjell og sekkedyr på tauene filtrerer flere liter vann i timen. Dette bidrar til å rense vannet mens de dyrene som etablerer seg på og rundt revene kan leve av det som faller ned fra blåskjelltauene.

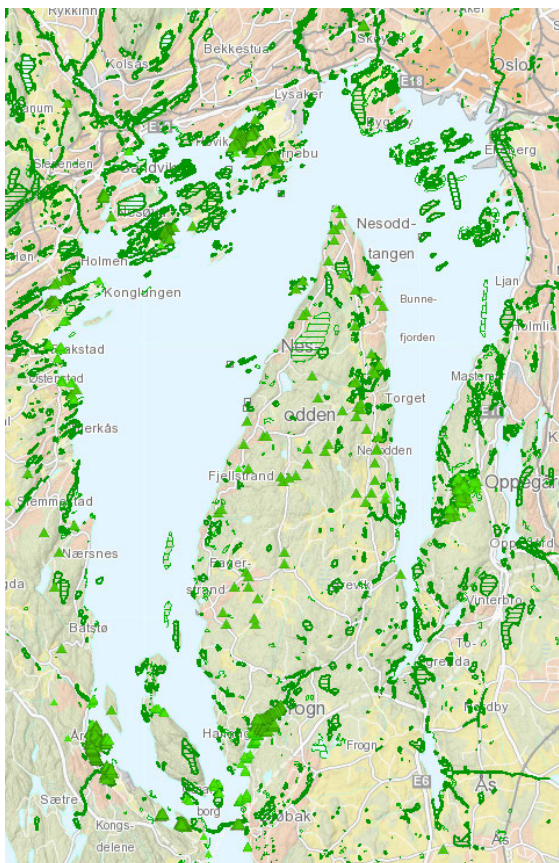
Mens det er for dypt og lite lys for planter på de eksisterende revene, har det vist seg at det gror tang og annen undervannsvegetasjon på grunnere vann inn mot Operaen. Revene på utsiden av Operaen er foreløpig invadert av en begrenset mengde organismer, men potensialet er større når byggevirksomhet blir ferdig og andre tiltak kan bidra til mindre partikler i vannet.

Ved den pågående og planlagte utbyggingen av Oslo havn vil kunstige rev og andre strukturer kunne skape leveområder for planter og dyr og dermed bidra til et rikere liv, raskere restaurering av undervannsmiljøet og til bedre vannkvalitet. Resultatene fra Tjuvholmen vil så langt stå som et vellykket eksempel på hvordan slike tiltak kan fungere i Oslo havn og andre fjordområder.

### 4.9.4 Biologisk mangfold på øyene og langs strendene

Gunstig geologi og klima, samt variert landskap og arealbruk, er årsaker til at Oslofjordområdet har Norges høyeste arts mangfold og konsentrasjoner av sjeldne arter av de fleste artsgrupper (Næss m. fl. 2010).

Mange arter og naturtyper i Oslofjord-området står på rødlista pga. små forekomster kombinert med stor befolkningstetthet og stort press på bruken av arealene (utbygging av boliger og infrastruktur, friluftsliv, fremmede arter, osv.), særlig i de kystnære områdene inklusive øyene (Næss m. fl. 2010, Brandrud m. fl. 2011, Skarpaas m. fl. 2012, Stabbetorp & Endrestøl 2011, Wollan m. fl. 2011).



Områder rundt Indre Oslofjord merket «Naturtyper» på Miljødirektoratets nettløsning Vannmiljø (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>)

Oslofjordområdet huser de viktigste nasjonale forekomstene av flere utvalgte naturtyper (Halvorsen og medarb., 2009) og prioriterte arter i naturmangfoldloven, f.eks. kalklindeskoger (Brandrud m. fl. 2011, Skarpaas m. fl. 2012) og dragehode (Stabbetorp & Endrestøl 2011) som er knyttet til kystnære områder.

Kalktørrenger er en av de rikeste naturtypene i Oslofjordområdet og huser mange rødlistearter, både av lav, sopp, virvelløse dyr og karplanter (Wollan m. fl. 2011, Evju m. fl. 2013). Naturtypen, som er rødlistet som sårbar i Norge, finnes i sonen mellom sjø og skogdekket mark, på kalkrik grunn med høy solinnstråling. Dette gjør at lokalitetene ofte er tørkeutsatte, men varme. Kalktørrenger er vanlig på øyene i Indre Oslofjord (Hovedøya, Nakholmen, Gressholmen osv.), og også på landsiden. Trusler er først og fremst utbygging, slitasje (friluftsliv) og fremmede arter.

Utbredelsen av mange av de sjeldne og truede arter som finnes i Oslofjord-området er mangelfullt kjent. Vi gir her ett eksempel. På kartet under er eksisterende verneområder på Oustøya i Bærum skravert med rødt. Nyere kartlegging har vist et stort antall forekomster av den rødlistede planten dragehode (*Dracocephalum ruyshiana*) utenfor disse områdene (merket heldekkende rødt). Dragehode er betegnet som en "sårbar" art på den norske rødlista. Norge har angivelig Vest-Europas største bestand, og kalktørrenger på øyene i Oslofjorden har en stor del av landets forekomster. Arten er i hovedsak utryddet eller utrydningstruet i andre europeiske land.

Dragehode er dessuten vertsplante for en av Norges mest truede billearter; dragehodeglansbille. Denne arten er "sterkt truet". Indre Oslofjord er det eneste område i Europa der denne arten er påvist.



*Sjeldne og truede arter er mangelfullt kartlagt i Indre Oslofjord. Verneområder på Oustøya i Bårumsbassenget (skravert). Eksempel på at biologisk kartlegging, i dette tilfellet av den sjeldne planten dragehode, avslører mange nye områder som er verneverdige. (Kilde: Terje Blindheim, BioFokus)*

#### 4.9.5 Verneområder i Indre Oslofjord

Verneplan for Oslofjorden, delplan for Oslo og Akershus, sikrer 37 av de mest verdifulle naturområder i og rundt Oslofjorden.

Verneplanen for Oslofjorden (Regjeringen, 2008) ble vedtatt i 2008 og omfatter 37 verneområder fordelt på 27 naturreservater, to landskapsvernområder, ett naturminne, fem plantefredningsområder og fire dyrefredningsområder. Områdene har et samlet areal på ca. 4,9 km<sup>2</sup>, hvorav sjøareal utgjør ca. 0,7 km<sup>2</sup>. Områdene ligger i Asker, Bærum, Oslo, Oppegård og Nesodden. I Kongelig resolusjon angis den viktigste trusselen å være et generelt sterkt utbyggingspress i regionen; og truslene er først og fremst knyttet til nedbygging av arealer.

Fra tidligere er Hovedøya vernet siden 2006. Dette vernet omfatter to naturreservater og et landskapsvernområde og innbefatter det meste av øyas landareal, samt en 50 m bred sone med sjøareal rundt hele øya. Verneområdene er på til sammen 0,79 km<sup>2</sup>. Formålet med vernet er å bevare et vakkert, særegent og historisk verdifullt natur- og kulturlandskap, samt et rikt planteliv

og vitenskapelig interessante geologiske forekomster. Deler av området har spesiell betydning som voksested for sjeldne plantearter og -samfunn.

Senere er også en delplan for vern av sjøfugl vedtatt (Regjeringen 2009).

Fylkesmannen i Oslo og Akershus oppgir på sine nettsider at Indre Oslofjord har et rikt og mangfoldig sjøfuglliv. Hekkende sjøfugl i fjorden er regelmessig overvåket helt siden 1974 på oppdrag fra Fylkesmannen, og det er påvist store endringer i bestandene. I den første perioden, fram til slutten av 1980-tallet, økte de fleste artene i antall. Deretter har enkelte arter hatt til dels kraftig tilbakegang. Størst har endringen vært for hettemåke. Nedgangen i sjøfuglbestanden i Indre Oslofjord fortsetter. Det har aldri før vært registrert færre hekkende par av makrellterne og hettemåke enn i 2013. De siste åtte årene har hekkebestanden av sjøfugl gått ned med 32 prosent i indre Oslofjord. I all hovedsak er det rødlisteartene som sliter mest. Hekkebestandene av fiskemåke (nær truet), hettemåke (nær truet) og makrellterne (sårbar) har en sterk nedgang.

I rapporten «Miljømål for Bunnefjorden (Bjørndalen og medarb., 2007) blir det foreslått å opprette verneområder for kystområder i Indre Oslofjord for å verne viktige rekrutteringsområder for fisk.

Det blir også argumentert for vern av områder med lange, vitenskapelige observasjons-serier, f.eks. 5 hovedstasjoner for makroalger og Havforskningsinstituttets stasjoner for strandnot-trekk.

## 5. Bruken av Oslofjorden

### 5.1 Brukerinteresser – få konflikter

Indre Oslofjorden er et intenst bruk område. Fjorden er landets mest benyttede rekreasjonsområde og inneholder store verneverdier og har stort biologisk mangfold til lands og til vanns. Fiske og fangst utøves, og fjorden har stor betydning for sjøtransport og har stor havneaktivitet. Fjorden har også en viktig funksjon som mottaker (resipient) av avløpsvann.

De forskjellige brukerinteressene kan være i konflikt med hverandre eller fremme hverandre. Samvirket mellom interessene varierer geografisk; hvis vi betrakter Indre Oslofjorden som en helhet kan vi illustrere samvirket som vist nedenfor:

«Konfliktmatrise» for brukerinteresser i Indre Oslofjord

<b>Brukerinteresser</b>	Bading og vannsport						
Bading og vannsport		Båtliv-rekreasjon					
Båtliv-rekreasjon	+ / 0 / -		Rekreasjonsfiske				
Rekreasjonsfiske	+	+		Fiske og fangst			
Fiske og fangst	0	0	0 / -		Transport		
Transport	0	0	0	0		Resipient	
Resipient	-	-	-	-	0		Biologisk mangfold
Biologisk mangfold	0	-	0	0	0	-	

- Interesser påvirker hverandre negativt – konflikt
- 0 Ingen eller liten konflikt mellom interesser
- + Interesser påvirker hverandre positivt

En slik brukermatrise har først og fremst en funksjon som en overordnet illustrasjon. Den kan imidlertid være et nyttig planleggings- og kommunikasjonsverktøy for et mindre geografisk område.

Det er forurensningen (resipientbruken) som skaper problemer for de andre interessene, særlig for rekreasjonsbruken. Fjorden brukes også som deponiplass, bl.a. etter flytting av sedimenter fra indre havn til dypere områder lengre ut hvor de lagres etter tildekking (Malmøya). Men deponibruken er av så vidt begrenset omfang at det ikke tatt med som egen brukerinteresse i figuren.

For rekreasjon og friluftsliv er forhold som ikke direkte er knyttet til vannkvalitet også av avgjørende betydning slik som strandkvalitet, tilgjengelighet, tilretteleggingstiltak m.m.

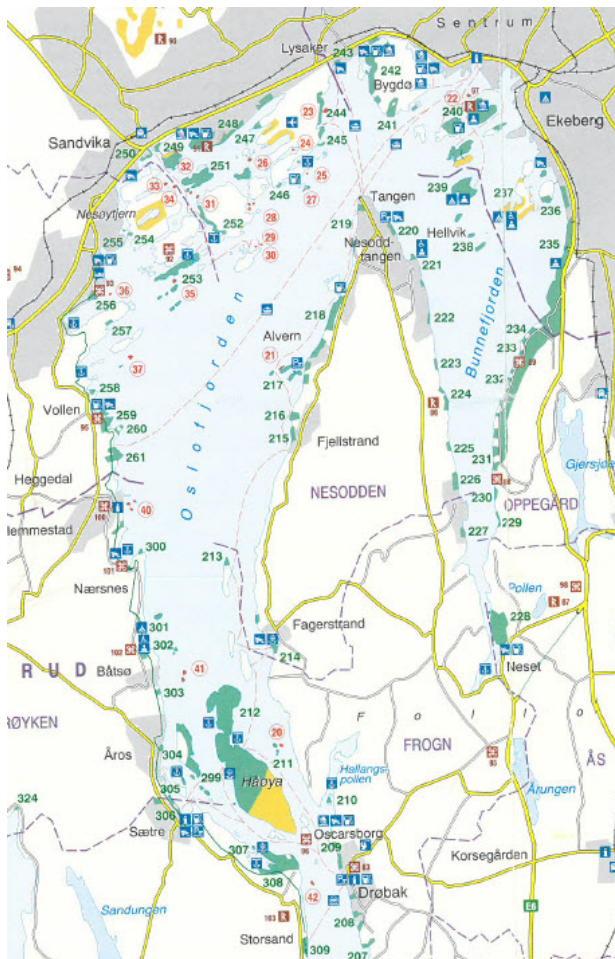
Av brukerinteressene omtales nedenfor aktiviteter knyttet til rekreasjon og friluftsliv, herunder også aktiviteter som ikke direkte er knyttet til fjordvannet.

## **5.2 Tilrettelegging for friluftsliv**

Oslofjordens Friluftsråd (OF) er en sammenslutning av flere interesseorganisasjoner og kommunene og fylkene rundt Indre og Ytre Oslofjord, og er det største friluftsrådet i Norge. Ca 1,5 millioner mennesker bor i OFs 31 medlemskommuner. OF har ansvar for store områder langs fjorden og har som hovedoppgave å gjøre strender og andre områder tilgjengelige for alle, fremme friluftslivet og beskytte naturen ved kysten. (Wikipedia).

OF legger til rette for allmennhetens bruk av fjorden og tilgang til strandarealer gjennom å arbeide for etablering av friarealer, overnattingsmuligheter (Kystledhytter), kyststi o.l. Oslofjordens Friluftsråd er også sekretariat for Skjærgårdstjenesten som bl.a. har ansvar for renovasjon i friarealene.





Friarealer i Indre Oslofjord (Oslofjorden Friluftsråd)

1/3 av kystlinjen i Indre Oslofjord er dekket med kyststi. Merk at verdiene gjelder total strekning for hver kommune, og at enkelte kommuner har arealer utenfor Indre Oslofjord (Data fra Oslofjorden Friluftsråd).

\*Inkl. Håøya

\*\* Inkl. øyer

Kommune	Total kystlinje (km)	Kyststi (km)
Vestby	22	19
Frogn*	60	11,5
Ås	6,5	4
Nesodden	45	17,5
Oppegård	8	1,5
Bærum**	63	14
Asker**	55	18
<b>SUM</b>	<b>259,5</b>	<b>85,5</b>

Det er forbudt å tømme toaletter fra fritidsbåter nærmere land enn 300 m i Indre Oslofjord. Vestby og Nesodden kommuner har lokale forskrifter som forbyr utslipp av kloakk innenfor kommunegrensen. Det er 4 stasjoner for mottak av toalettavfall fra fritidsbåter i Oslo, to på Nesodden og to i Asker. Det er avgjørende for oppslutning om bruk av disse at opplysning om plassering er lett tilgjengelig og at de er vel fungerende og at de fungerer for de aktuelle toalett løsningene som brukes.



Oversikt over septikmottak for fritidsbåter i Indre Oslofjord.  
([www.indre-oslofjord.no/gfx/Brosjyre.pdf](http://www.indre-oslofjord.no/gfx/Brosjyre.pdf))

### 5.3 Friluftsbading og vannkvalitet. EUs badevannsdirektiv - «Blått flagg»

Foruten å oppleve rent og klart vann med strandvegetasjon preget av rentvannsarter, er det å unngå for sterk eksponeringen av mulig sykdomsfremkallende bakterier og virus viktig for de badende.

EUs badevannsdirektiv legger bl.a. stor vekt på, gjennom et representativt måleprogram for relevante bakterier og virus, å gi grunnlag for å sertifisere badestrender med såkalt «blått flagg». Blått Flagg-programmet ble startet i Frankrike i 1985 og i resten av Europa fra 1987. Bruk av blått flagg forutsetter utmerket badevannskvalitet etter til EUs badevannsdirektiv. Formålet er å inspirere og stimulere eiere av badestrender til å til å overholde EUs badevannsdirektiv.

Det er et frivillig miljøsertifikat for badestrender og båthavner og omfatter i dag i EU/EØS området mer enn 3800 badestrender og båthavner i 48 land. Merkeordningen skal fremme bærekraftig utvikling ved strender og marinaer, gjennom strenge krav når det gjelder miljølédelse,

vannkvalitet, sikkerhet og service, og miljøopplæring og informasjon (www.blueflag.org).

Dette EU-direktivet er imidlertid ikke innført i Norge, men ved flere av strendene i Indre Oslofjord ønskes såkalt «Blått Flagg» sertifisering. Et av kravene er da at vannet må ha utmerket badevannskvalitet i henhold til EU-direktivet. Blått flagg-sertifiseringen gjelder for én sesong og i 2013 kunne det blå flagget heises ved Storøyodden badestrand i Bærum kommune (Fornebulandet) og ved Sjøstrand, Hvalstrand, Holmenskjøret og Hvamodden i Asker kommune. Av båthavner var det kun marinaen til Kongelig Norsk Seilforening i Oslo kommune som var godkjent i Indre Oslofjord. Søkere blir vurdert av en norsk jury som sender sin innstilling til en internasjonal jury.

Et viktig moment i EUs badevannsdirektiv er at folk skal informeres om vannkvaliteten på bade plassene, og at strender som generelt har dårlig vannkvalitet over flere år må stenges. I direktivet er det derimot også en «forståelse for» at badevannet kan være utsatt for såkalt «korttidsforurensning», dvs. mikrobiologisk forurensning som har en kjent årsak og som normalt ikke påvirker badevannskvaliteten i mer enn 72 timer. Under slik korttidsforurensning må myndighetene advare folk mot bading dersom det vurderes som nødvendig. Tiltak må dessuten iverksettes for å forsøke å forebygge, redusere eller eliminere årsaken til forurensningen. Hvis så gjøres kan prøver tatt under korttidsforurensning (inntil 15 % av totalt antall prøver) forkastes og erstattes med nye prøver som er tatt etter at forurensningsepisoden er over.

Selv med målrettet innsats mot utslipp og overløp er det nok et urealistisk mål å oppnå utmerket badevannskvalitet på enhver lokalitet i Indre Oslofjord (inkludert ved elvemunninger) til enhver tid (inkludert under/etter kraftig nedbør). Derfor er tilnærmingen med å varsle publikum ved utslipp som medfører uakseptabel badevannskvalitet være nødvendig. Ved Kadettangen i Bærum er det satt opp et skilt som på en god måte informerer publikum om den økte risikoen ved å bade rett etter kraftig nedbør.



Skilt plassert på badeplassen Kadettangen i Bærum. Foto: Lisbeth Sloth

*Etter kraftig nedbør frarådes bading ved utløpet av elver og bekker og i nærheten av overløp fra anløpsnett. Kapasiteten til anløpsnett kan da overskrides og fortynnet anløpsvann føres urensert ut i fjorden. Etablering av badestrender ved elveutløp og i indre badneområder utfordrer kravet om hygienisk badevannskvalitet spesielt under slike episoder. Vannet ved badestrendene i Bærum har normalt god badevannskvalitet.*

*Imidlertid kan det gå kloakk i overløp ved kraftig nedbør, og badestrendene ved Kadettangen og Kalvøya kan bli kortvarig forurenset. Helsemyndighetene i Bærum kommune fraråder derfor bading på disse strendene etter slike skybrudd. Etter et døgn med oppholdsvær har normalt badevannet forbedret seg så strendene igjen kan benyttes til bading.*

I flere internasjonale prosjekter er muligheten for å benytte seg av sanntidsinformasjon (kjente kloakkutslipp, nedbør, vindretning, måling av turbiditet/andre hurtigmetoder etc.) undersøkt for bedre å kunne varsle når badevannskvaliteten er uakseptabel.

#### **5.4 Giftige alger fra Årungen - en fare for badende?**

Masseutviklinger av blågrønnalger kan opptre i innsjøer som er sterkt påvirket av tilførsler av fosfor og nitrogen. Årungen i Ås kommune har hatt slike oppblomstringer i en årrekke. Mange typer blågrønnalger kan produsere giftstoffer som kan påvirke human helse. Hver sommer transporteres store mengder blågrønnalger fra Årungen via Årungselva til Bunnefjorden.

Vanlige eksponeringsmåter er gjennom å svelge vann. Giftstoffene kan også gi hudirritasjon. For å unngå slike problemer anbefaler Verdens helseorganisasjon å overvåke vann med blågrønnalger nøye og fraråder bading dersom grenseverdien for algegift stoffer i vannet overskrides. EUs rammedirektiv for vann støtter denne konklusjonen.

Tidligere trodde man at algene dør ved kontakt med saltvann. Observasjoner i august 2007 viste imidlertid at blågrønnalger overlever i noen tid i sjøvann og kan opptre i deler av Bunnefjorden og forringe badevannskvaliteten der. I 2008 ble det derfor satt i gang overvåking av transport av blågrønnalger fra Årungen til Bunnefjorden.

I perioden 2008-2011 har NIVA installert og driftet en sensor som måler mengden av blågrønnalger i Årungselva. I tillegg har NIVA gjennom et samarbeidsprosjekt med Universitet for Miljø- og Biovitenskap (UMB), hatt tilgang til algetoksindata fra jevnlig målinger i Årungen.

Også i 2012 ble det observert algeoppblomstringer i Årungen, men produksjonen kom først skikkelig i gang i august. Som i de tre tidligere år produserte blågrønnalgene i Årungen i 2011 lite gift. I 2011 utgjorde transporten av blågrønnalger til Bunnefjorden derfor ikke et helseproblem og det var ikke nødvendig å gå ut med noen advarsler mot bading slik som i 2007.

#### **5.5 Giftige alger og blåskjell i Oslofjorden**

Oslofjorden er et høstingsområde for blåskjell. Blåskjellforgiftning skjer etter at skjellene er eksponert for giftige alger. Det er derfor etablert informasjonsverktøy slik at publikum kan få vite om blåskjell de har høstet er spiselige. Det er flere muligheter: Blåskjelltelefonen, Blåskjellvarsel på matportalen.no og Algeinfo.

Algeinfo er en ukentlig informasjon om planteplankton langs norskekysten. Nettstedet drives av Havforskningsinstituttet i samarbeid med SINTEF, Fiskeridirektoratet og NIVA (<http://algeinfo.imr.no/>). En av stasjonene der prøver tas ukentlig er ved Vollen i Asker.

Informasjon om blåskjell er spiselige eller ikke, på samme stasjoner som over, finnes på Mattilsynets nettside:

([http://www.matportalen.no/verktoy/blaskjellvarsel/oslo\\_akershus\\_og\\_oestfold/vollen/](http://www.matportalen.no/verktoy/blaskjellvarsel/oslo_akershus_og_oestfold/vollen/)) eller på blåskjelltelefonen (820 33 333 / 820 33 333).

## 5.6 Fiske og fangst - kostholdsrestriksjoner

Fritidsfiske er svært populært i Indre Oslofjord. Vi har ikke tall for omfanget, men både fra fritidsbåter og fra brygger fiskes det. Det er som nevnt gode bestander spesielt av sjørøret.

Det har tidligere vært kostholdsråd for fisk i Indre Oslofjord pga. høye konsentrasjoner av PCB i blåskjell og i torskelever. Mattilsynet råder i dag de som fisker til eget bruk ikke å spise lever av fisk tatt i skjærgården i Norge på generelt grunnlag. Unntaket er torsk som befinner seg på åpent hav.

Advarselen gis på bakgrunn av en undersøkelse av torskelever fra 15 havner og fjorder og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinlike PCB i fiskelever. Disse miljøgiftene samler seg opp i fiskens lever.

Det drives også kommersielt fiske i fjorden. Her er rekefangst helt dominerende.

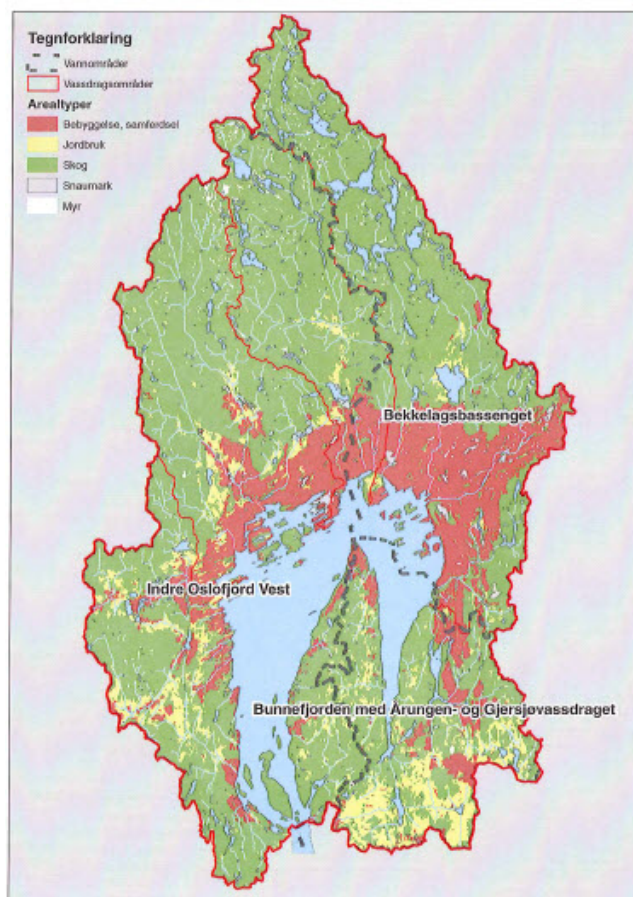
## 6. EUs vanndirektiv stiller nye krav

### 6.1 Grunnprinsipper – 6 vannforekomster i Indre Oslofjord

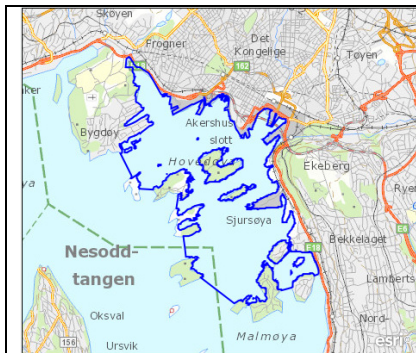
EUs vanndirektiv er gjort gjeldende i Norge gjennom «Vannforskriften» (Forskrift om rammer for vannforvaltningen, Lovdata 2006). Vanndirektivet forutsetter at det settes miljømål for vannforekomstene i Norge. Miljømålene skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene og at de skal ha en god økologisk og kjemisk tilstand.

Det utarbeides såkalte forvaltningsplaner med anbefalte tiltak for å nå målene. Planprosessen for forvaltningsplanene har en syklus på 6 år, og forvaltningsplanene for hele landet skal foreligge ferdige til høring senest 1. juli 2014.

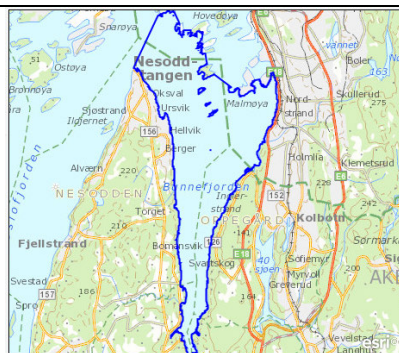
Et hovedprinsipp i vanndirektivet er forvaltning etter nedbørfeltgrenser. Norge er inndelt i 11 vannregioner som igjen er inndelt i vannområder og vannforekomster. Indre Oslofjord tilhører Vannregion Glomma; - tre vannområder dekker Indre Oslofjord (PURA, Bekkelagsbassenget og Indre Oslofjord i kartet under) og vi har 6 vannforekomster. Konkrete mål knyttes til de 6 vannforekomstene som er vist på kart på neste side.



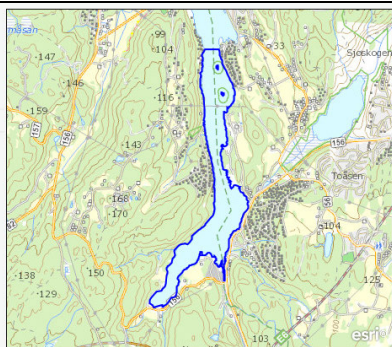
*Indre Oslofjord - arealtyper, grenser for nedbørfelter og vannområder*



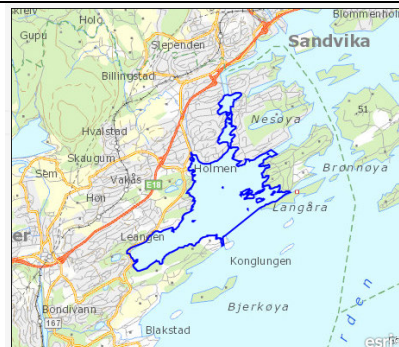
Bekkelagsbassenget



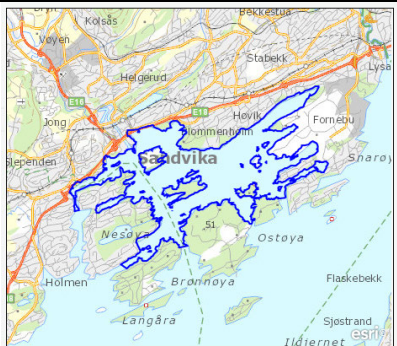
Bunnefjorden



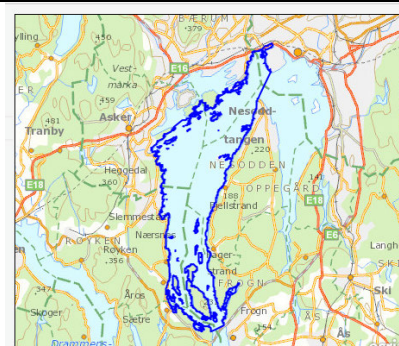
Bunnebotn



Holmenfjorden



Sandvika



Oslofjorden

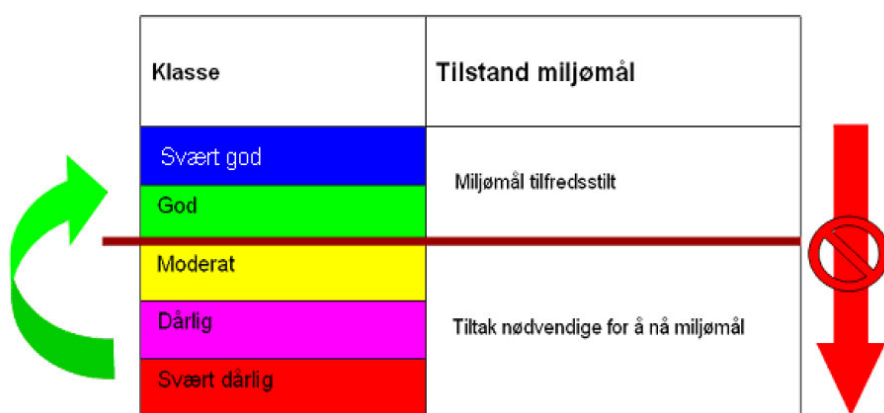
Indre Oslofjord er inndelt i 6 vannforekomster. (Vann-nett 11/11-2013)

Indre Oslofjord er delt inn i 6 vannområder fordelt på 3 ulike vanntyper. Ingen av vannområdene er definert som «sterket modifisert vanntype».

	Moderat eksponert kyst	Ferskvannspåvirket beskyttet fjord	Beskyttet kyst/fjord
Oslofjorden	✓		
Holmenfjorden		✓	
Sandvika		✓	
Bekkelagsbassenget			✓
Bunnefjorden			✓
Bunnebotn		✓	

## 6.2 Krav til «god økologisk status» - forskjellige krav til ulike vannforekomster

Alle vannforekomster i Norge skal klassifiseres som ledd i det pågående arbeidet med forvaltningsplaner. Det viktigste kravet er at alle vannforekomster skal ha «God økologisk status» innen 2015 for et utvalg vannforekomster i Norge; og for hele Norge innen 2021. God kjemisk tilstand forutsettes for alle vannforekomster. I lokaliteter som er klassifisert til å ha moderat, dårlig eller svært dårlig status, er tiltak påkrevet for å bringe dem opp på en god eller svært god status. Det er ikke anledning til å sette i verk tiltak som bringer status ned på et lavere nivå.



*Vanndirektivets hovedmål er minst «god økologisk status» i vannforskriften. Det er ikke anledning til å sette i verk tiltak som reduserer tilstandsklassen.*

Konkretisering av miljømålene for Norge er fremdeles under utvikling. Det foreligger forslag til miljømål som er til sluttbehandling hos myndighetene.

Vannforskriften stiller forskjellige krav til ulike typer vannforekomster. Indre Oslofjord er kategorisert i region Skagerrak (S) og i vanntype 3 (Beskyttet). Det finnes spesifikke krav til denne vanntypen slik det er angitt i tabellene senere i dette kapitlet.

I motsetning til tidligere miljøkrav fra norske myndigheter, krever vannforskriften at det skal legges hovedvekt på biologiske kvalitetselementer, mens fysiske og kjemiske kvalitetselementer anses som støtteparametre. Det er altså de biologiske kvalitetselementene som skal være styrende; mens fysisk-kjemiske, hydromorfologiske og kjemisk tilstand for nasjonale prioriterte stoffer skal benyttes til eventuell å justere tilstandsklassen ned. For fastsetting av økologisk tilstand er de biologiske kvalitetselementene styrende og hvis flere biologiske elementer vurderes samlet, vil «det verste styre».

Klassifiseringssystemet er inndelt i 5 klasser: svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig med fargekodene hhv. blå, grønn, gul, oransje og rød. Det skal utvikles klassegrenser for alle kvalitetselementer og klasser, men alle klassegrensene er ikke ferdig utviklet i det denne rapporten ferdigstilles.

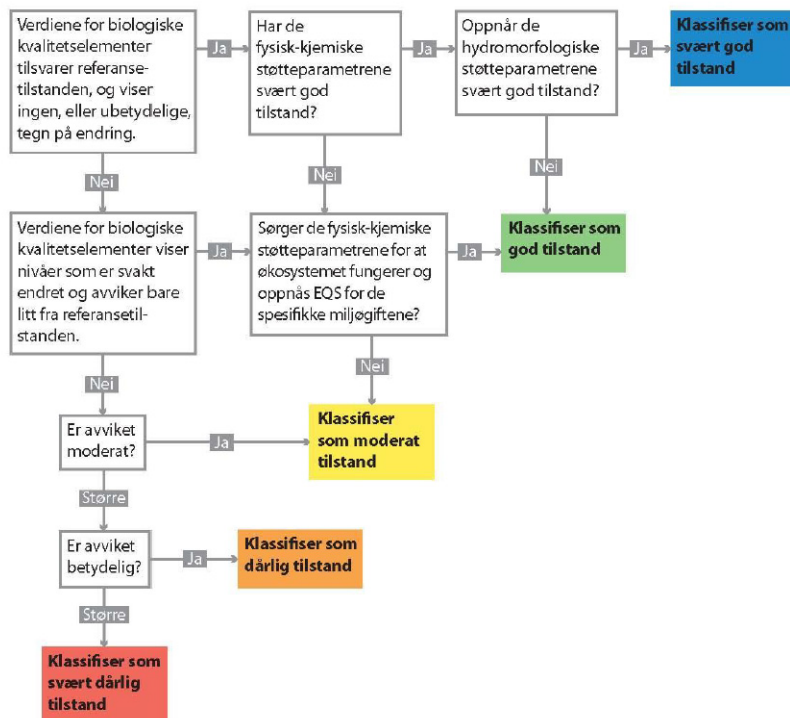


Økologisk status i en vannforekomst vurderes altså etter tre sett med «kvalitetslementer»:

- Biologiske kvalitetslementer (plankton, makroalger, ålegress, bunnfauna)
- Hydromorfologiske kvalitetslementer (kai-anlegg, veier, moloer, drenering, utfylling osv.)
- Fysisk/kjemiske kvalitetslementer (som omfatter bl.a. temperatur, oksygeninnhold, konsentrasjoner av næringsalter og visse nasjonale miljøgifter i vann, sediment og biota)

For å fastsette økologisk status for en vannforekomst brukes følgende beslutnings-skjema:

Ny versjon:



*Den relative rollen mellom de biologiske, hydromorfologiske og fysiske-kjemiske kvalitets-elementene ved klassifisering av økologisk tilstand for en vannforekomst. (Direktoratsgruppa, Veileder 2, 2013). I den nye veilederen (2013) inngår en egen boks for nasjonale prioriterte miljøgifter som når disse grenseverdiene ikke tilfredsstilles, kan redusere verdien av de biologiske kvalitets-elementene fra svært god direkte til moderat tilstand. Bare biologisk klassifisering kan gi økologisk status dårlig eller svært dårlig tilstand (røde piler).*

Konkrete mål for Indre Oslofjord etter vanddirektivet tar utgangspunkt i foreliggende forslag; vi har imidlertid grunn til å tro at disse vil være ganske like de målene som vil bli gjort gjeldende i nær framtid.

For Oslofjorden vil følgende biologiske kvalitets-elementer være styrende: planteplankton, makroalger, ålegress og bløtbunnsfauna (se tabellen under).

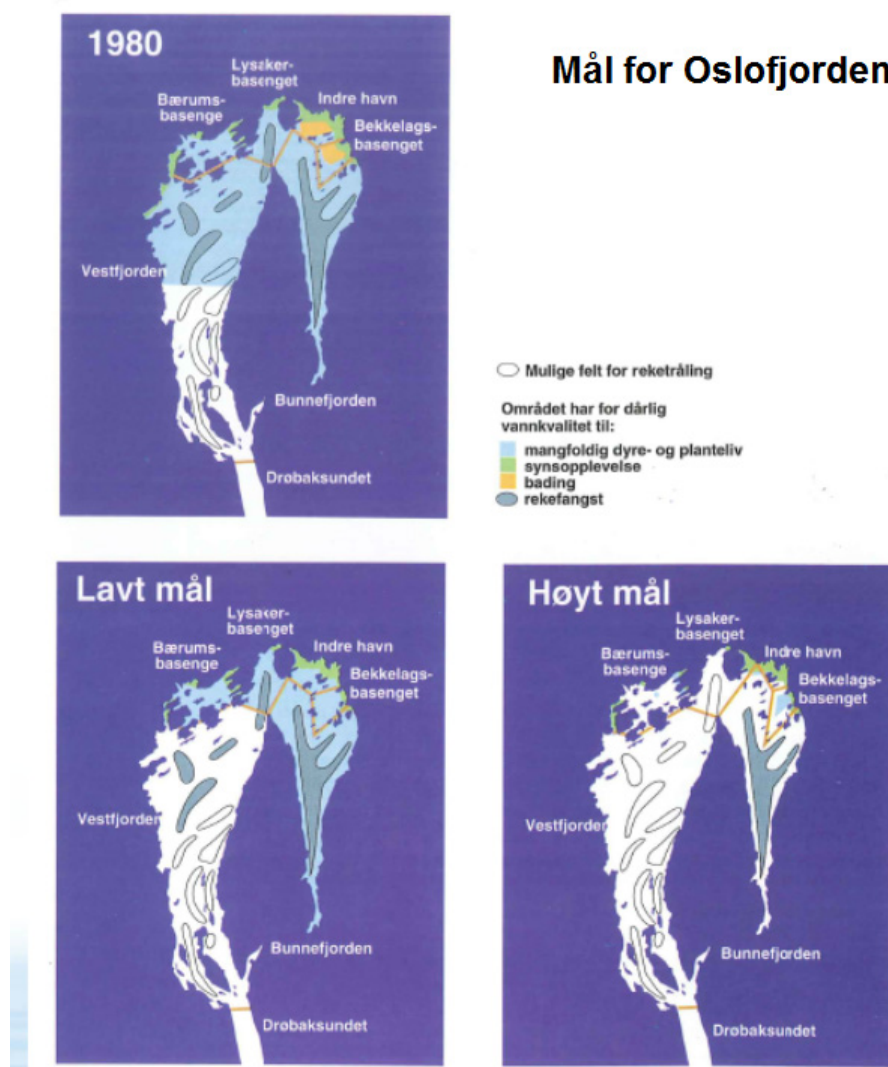
Kvalitets­element og parametere i klassifiserings­systemet for kystvann. Fete bokstaver angir indekser og støtteparametere som skal benyttes for økologisk klassifisering.

Parameter	Biologiske kvalitets­elementer				Fysisk-kjemisk kvalitets­elementer			Støtteparametere i sediment		Hydromorfologiske kvalitets­elementer
	Planteplankton	Makroalger	Algress	Bløtbunnsfauna	Fysiske	Nærings­salter	Oksygen	Organisk innhold	Kornfordeling	Morfologiske endringer
	<b>Klorofyll a</b>	Nedre vokse­grense (MSMDI)  Fjære samfunn (RSLA, RSL)	<b>Nedre vokse­grense</b>	Artsmangfold Ømfintlighet Sammensatte indekser og abundans: H', ES <sub>100</sub> , SN, ISI, AMBI, NSI, NQH1, DI.	Siktedyp Temperatur Salinitet	Nitrat + Nitritt, Fosfat, Total fosfor Total nitrogen, Ammonium  Silikat.	Oksygen	TOC, Glødetap	Sediment­fraksjon < 63µm	% påvirkning av substrat Dyp Struktur og substrat av kystsone Struktur av tidevannssone Strøm og eksponering

## 7. Mål for Indre Oslofjord

### 7.1 Mål for Indre Oslofjord - men for hva?

Med en så forurenset fjord som Oslofjorden var da renseanleggene ble planlagt og bygget, var målsettingen å få en «ren fjord» uten at det ble konkretisert eller kvantifisert operasjonelle mål. Da forholdene ble markant bedre, meldte imidlertid behovet seg for å konkretisere hvor vi ville hen. I 1986 (NIVA, 1986) ble det gjort et forsøk på å illustrere og kvantifisere målene for to ulike fremtidige ambisjonsnivåer: «lavt og høyt» sammenliknet med situasjonen i 1980. Målene omfattet både bruk (bading og rekefangst og synsopplevelse) og økologi (mangfoldig dyre- og planteliv). Målene ble mye diskutert og brukt i fagmiljøer og i forvaltning, men de foreligger ikke som politiske vedtak.



*Mål for fjorden satt i 1986 omfattet både bruk og økologi. Disse målene gjelder ikke i dag.*

I 1997 utga SFT (nå Miljødirektoratet) retningslinjer for vannkvalitet i og bruken av vann (SFT, 1997). Disse retningslinjene, med senere oppdateringer, er blitt mye brukt som planleggingsmål

for tiltak, spesielt de konkrete målene for oksygeninnhold i Oslofjorden.

Med innføringen av EUs vanddirektiv i Norge ble det aktuelt å revurdere både målstruktur, og konkrete verdier for parametere.

Konkrete mål knyttet til Oslofjorden er aktuelle for:

- Rekreasjon og friluftsliv
- Fiske og fangst
- Økologi og biologisk mangfold.

*Oversikt over mål, delmål, aktuelle kriterier og status for formell forankring i politiske vedtak, lover, direktiver og forskrifter.*

Mål for	Delmål	Kriterier	Formell forankring
Rekreasjon og friluftsliv-særlig vannkvalitet	God tilgjengelighet og strandkvalitet (strandpromenade/ kyst-sti)  Estetikk/synsopplevelse  Badevannskvalitet-hygiene	Søppel/kloakksøppel, «klart vann», siktdyp  Fekale indikatorbakt. ( <i>E. coli</i> og intestinale enterokokker)	Ikke vedtatte mål. I Oslo: By-økologisk program. Kommuneplaner i andre kommuner Fylkesplan for Akershus Fjordbyplanen  EUs badevannsdirektiv (gjelder ikke Norge) Kvalitetsnormer for friluftsbad (FHL, 1994) FN/WHO helseprotokoll
Fiske og fangst	-God forvaltning av biologiske ressurser -Kostholdsrad for konsum av fisk, blåskjell og reker	Innhold av enkelte miljøgifter (PCB, kvikksølv, TBT) i fiskelever og filet	Mattilsynets generelle råd om konsum av selvfangnet fisk
Økologi – biologisk mangfold	God økologisk tilstand, evt. Godt økologisk potensiale  Biologisk mangfold	-Klorofyll -Nedre voksegrense for alger og ålegress -Bunnfauna - (Miljøgifter, oksygen og siktdyp er støtteparametre)	EUs vanddirektiv /Vannforskriften  Naturmangfoldloven

De konkrete operative mål knyttet direkte til vannkvaliteten i fjorden kan settes inn i en overordnet ramme. Dette gjelder Nasjonale miljømål for hav og kyst ([www.miljostatus.no/miljomal](http://www.miljostatus.no/miljomal)), og «Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen» (kgl. res. av 9/7-1993) som i 2011 ble avløst av «Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen.»

Disse overordnede planretningslinjer fokuserer på land- og strandområder rundt fjorden og understreker verdien av Oslofjorden generelt og en ren fjord spesielt.

## 7.2 Mål for vannkvalitet knyttet til rekreasjon og friluftsliv

Rekreasjon og friluftsliv knyttet til Oslofjorden omfatter aktiviteter som er mer (bading) eller mindre (turgåing, isfiske) knyttet til vannkvalitet.

For bade- og strandliv er EUs badevannsdirektiv retningsgivende. Selv om direktivet ikke gjelder for Norge, har det praktisk betydning ved at «Blått flagg – sertifiseringen» er i praktisk bruk. FN/WHO's helseprotokoll som Norge har sluttet seg til, forutsetter god badevannskvalitet etter EU-direktivet innen 2015. Folkehelse (FHI) har utgitt retningsgivende kvalitetsnormer for friluftsbad.

Et overordnet generelt mål er en «ren fjord» som er estetisk tilfredsstillende, har rent og klart vann og med strandvegetasjon preget av rentvannsarter. Av praktiske grunner (tett befolket område, korttidsforurensning knyttet til regnskyll, overløp m.m.) er det ikke realistisk å ha som mål å tilfredsstillere grenseverdiene for hygienisk forurensning i EUs badevannsdirektiv på alle tilrettelagte badeplasser (f.eks. Sollerudstranda, Tjuvholmen, brygger på Sørenga). Disse strendene kan likevel tilfredsstillere kravene til blått flagg sertifisering dersom pålitelig og operasjonell varslings er innført.

Oppnå målene for minst god vannkvalitet etter EUs vanndirektiv vil mål for rekreasjon og friluftsliv langt på vei være oppfylt. Noen forhold som er viktige for rekreasjon og friluftsliv dekkes imidlertid ikke av vanndirektivet - og omvendt:

- Krav til bakterier og virus etter EUs badevannsdirektiv omfattes ikke av vanndirektivet
- Oksygenforholdene i dyplagene er ikke sentrale kriterier direkte for rekreasjon og friluftsliv.
- Miljøgiftkravene i vanndirektivet er strengere enn nødvendig for rekreasjon og friluftsliv, hvis vi ser bort fra rekreasjonsfiske.

## 7.3 Mål knyttet til fiske og fangst

Tilstanden for fiske og fangst i Oslofjorden er til dels meget god, (jfr. kapittel 4.8. og 5.5.) Bestandene spesielt av sjørret er gode. Rekefangsten har tatt seg opp siden 1970-tallet, men ved oksygenkonsentrasjoner under 1 mg/l forsvinner rekene. Blåskjell trives godt i nesten hele fjorden.

Kunnskapsgrunnlaget om fiskebestander i Indre Oslofjord er dårligere enn for annet plante- og dyreliv. Et mål vil være å sikre en god kunnskapsbasert bestandsforvaltning ved å overvåke bestander for å kunne gi råd om uttak og eventuelt innføre fangstkvoter.

Det er fortsatt høyt innhold av PCB i torskelever og av kvikksølv i torskfilet.

Det må være et langsiktig mål for Indre Oslofjord at kostholdsråd for konsum av fisk og skalldyr kan oppheves. Det har tidligere vært spesifikke kostholdsråd i Indre Oslofjord pga. høye konsentrasjoner av PCB i blåskjell og i torskelever. Mattilsynet råder i dag på generelt grunnlag de som fisker til eget bruk ikke å spise lever av fisk tatt i skjærgården i Norge.

For blåskjell og den nye arten stillehavsøsters er et godt giftvarslingsopplegg et viktig mål.

## 7.4 Økologi-mål som tilfredsstillende EUs vanndirektiv

Vannforskriften introduserer en rekke endringer i både inndeling i typer av vannforekomster og krav til miljøkvalitet siden den forrige veilederen for miljøtilstand i vann (SFT, 2009). Flere klassegrenser er justert bl.a. gjennom interkalibrering i EU. Alle klassegrenser er ikke endelig fastsatt. Vi presenterer her en foreløpig vurdering av vannforekomstene i Indre Oslofjord i hht. klassegrensene i vannforskriften (Pedersen og Green, *in press*, Pedersen, *in press*).

Indre Oslofjord skal vurderes etter krav for klasse S3, dvs. «beskyttet kyst/fjord i Skagerrak». Hele regionen Skagerrak er vurdert som påvirket av ferskvann.

### 7.4.1 Biologiske kvalitetselementer

Kravene for vurdering av økologisk status følger Pedersen (2013, *in press*), men vi går ikke inn på kravene til tidspunkt for innsamling av prøver, antall prøver gjennom året o.l.

#### Planteplankton

For vurdering av det biologiske kvalitetselementet planteplankton gjelder foreløpig kun klassegrenser for klorofyll som angitt under.

Referanse-tilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig
2.0	<3	3-<6	6-<9	9-<18	>18

*Krav til kvalitetsklasser for algemengde (planteplankton) målt som klorofyll ( $\mu\text{g/l}$ ). Indre Oslofjord hører inn under kategori S3 (Beskyttet type i region Skagerrak).*

Alle vannforekomstene i Indre Oslo tilfredsstillende kravene til god eller svært god tilstand for planteplankton.

#### Makroalger

For makroalger i Skagerrak er det foreløpig utviklet en kvalitetsindeks som er godkjent i EU (MSMDI3). Forholdene i Indre Oslofjord ser imidlertid ikke ut til å være godt egnet for bruk av denne indeksen. Det skyldes flere forhold, særlig at det vokser få arter i Indre Oslofjord og at det er uegnede bunnforhold (substrat). I tillegg fører utstrakt beiting av kråkeboller til at det er vanskelig å bestemme nedre voksegrense for makroalgene.

#### Ålegress

Ålegress er en plante som vokser på bløt bunn, og denne inngår som et kvalitetselement for fastsetting av økologisk tilstand. Det er foreslått foreløpige klassegrenser for nedre voksegrense for ålegress i Skagerrak, men det foreligger ikke tilstrekkelig data for å kunne vurdere tilstandsklassen.

#### Bunndyr

Bunndyr på bløtbunn er undersøkt på mange stasjoner i Indre Oslofjord, over mange år. I tabellen under er angitt tilstand for de foreliggende prøvene i hvert av vannområdene, unntatt den sterkt ferskvannspåvirkede Bunnebotn. Det er foreløpig ikke utviklet en egnet indeks for

sistnevnte vanntype. Tilstanden er beregnet som gjennomsnitt av en sammensatt indeks for «artsmangfold og ømfintlighet» for bunndyr (NQI1) for alle stasjoner i hver vannforekomst.

Vannområde	antall stasjoner	Klassifisering
Bekkelagsbassenget	2	Dårlig
Bunnefjorden	7	Dårlig
Holmenfjorden	1	God
Oslofjorden	23	Moderat
Sandvika	2	Svært dårlig

*Vannforekomstene i Indre Oslofjord unntatt Bunnebotn klassifisert mhp. bunndyr på/i bløtbunn. Biodiversitetsindeks (NQI) beregnet som gjennomsnitt for alle målte stasjoner i hvert vannområde. Merk lite antall stasjoner i Holmenfjorden, Bekkelagsbassenget og Sandvika. (John Arthur Berge, NIVA, pers. medd.)*

Kun den ene stasjonen i Holmenfjorden tilfredsstiller kravene til god tilstand.

#### 7.4.2 Fysisk- kjemiske kvalitetslementer

Klassegrenser for vurdering av fysisk og kjemisk tilstand i sjøvann med høyt saltinnhold (mer enn 18 psu) er angitt i tabellen under. Disse kvalitetslementene kan, som tidligere nevnt, kun bidra til å trekke økologisk tilstand ned fra svært god eller god til moderat.

*Klassifisering av tilstand for næringsalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltboldighet over 18 (modifisert fra SFT 1997, fra Pedersen, 2013).*

Parameter		Tilstandsklasser				
		I Svært god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Overflatelag</b> Sommer (Juni-August)	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g P/l}$ )*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktdyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
<b>Overflatelag</b> Vinter (Desember- Februar)	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
<b>Dypvann</b>	Oksygen ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ )**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20



De 16 stasjonene som inngår i overvåkingsprogrammet for vannkvalitet for Indre Oslofjord har vi sortert på vannforekomst og klassifisert i hht. gjeldende kriterier. Hovedvannmassene i Indre Oslofjord (Vannforekomstene Oslofjorden og Bunnefjorden) har god og svært god tilstand, mens de øvrige vannforekomstene ikke tilfredsstillende alle miljømålene for siktdyp.

*Tilstanden av siktdyp, næringsalter og klorofyll på målte stasjoner i 2012 sortert på vannområder. Data fra Berge og medarb., 2013. Alle stasjonene hadde saltboldighet over 18 psu. Klassifisering etter tabellen over (Pedersen, 2013).*

Vannområde/stasjon	Siktdyp (meter)	Fosfor Tot-P (µg/l)	Nitrogen Tot-N (µg/l)	Klorofyll Kl-a (µg/l)
<b>Oslofjorden</b>				
Bn1	6,4	10	213	2,9
Dk1	6,7	9	202	2,6
Ej1	7,5			
<b>Holmenfjorden</b>				
Cj1	6,4			
<b>Sandvika</b>				
Bl4	5,7	9	236	3,0
Bk1	4,4			
Bk2	5,8			
<b>Bekkelagsbassenget</b>				
Ap1	5,2			
Ap2	4,4	12	238	3,8
Aq1	4,8			
Aq2	3,1			
Aq3	3,5	14	265	4,2
Br1	6,0			
Cq1	6,1	11	223	3,6
<b>Bunnefjorden</b>				
Ep1	7,0	10	216	2,1
<b>Bunnebotn</b>				
Gp1	5,6	13	296	4,1

### 7.4.3 Miljøgifter i overflatesedimenter

Forekomst av de nasjonalt prioriterte stoffene i sediment skal trekkes inn ved vurdering av økologisk tilstand. Dette er stoffer som er lite nedbrytbare, akkumulerer i næringskjedene, har alvorlige langtidsvirkninger, er svært giftige e.l. En vannforekomst med god eller svært god økologisk tilstand for bløtbunnsfauna, men med konsentrasjon av en miljøgift (f.eks. et nasjonalt PAH) i sedimentene tilsvarende dårlig eller svært dårlig, vil få status moderat status.

Nasjonalt prioriterte miljøgifter ([www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)). For de stoffene som er merket med blå farge finnes det måleresultater fra overflatesedimentene i Indre Oslofjord, men med varierende antall prøver.

Organiske miljøgifter:	Metaller:
bisfenol A bromerte flammehemmere dekametylsyklopentasiloksan (D5) dietylheksylftalat (DEHP) 1,2-dikloretan (EDC) dioksiner dodecylfenol med isomere heksaklorbenzen klorerte alkylbenzener (KAB) klorparafiner (kortkjedete) klorparafiner (mellomkjedete) muskxylen nonyl- og oktylfenol oktametylsyklotetrasiloksan (D4) pentaklorfenol PAH PCB PFOA PFOS tensider tetrakloreten (PER) TBT og TFT triklorbenzen (TCB) triklloreten (TRI) triklosan tris(2-kloretyl)fosfat (TCEP) 2,4,6 Tri-tert-butylfenol (TTB-fenol)	arsen bly kadmium krom, kvikksølv

Flere av de nasjonalt prioriterte miljøgiftene som det finnes måleresultater for, ligger over grensen for dårlig eller svært dårlig status for deler av Indre Oslofjord, spesielt i nær Oslo havn: kvikksølv, PAH, PCB, PFOS (Berge og medarb., 2013-2). For TBT er samtlige 65 målepunkter i Indre Oslofjord i kategorien svært dårlig.

#### 7.4.4 Hydromorfologiske kvalitetselementer

Det er foreløpig ikke utarbeidet kriterier for hydromorfologiske kvalitetselementer, men det anbefales inntil videre å benytte et engelsk system basert på andelen av arealet i vannforekomsten som er påvirket (se Pedersen, 2013).

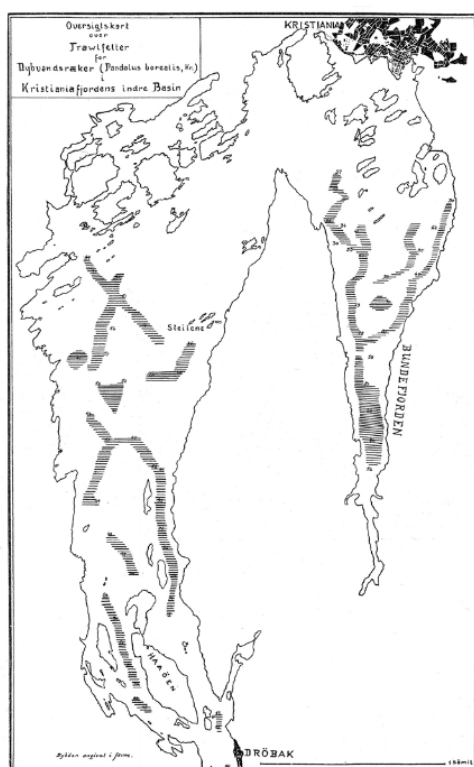
## 7.5 «Naturtilstanden» i Bunnefjorden og Bærumsbassenget

Gjennomføring av tiltak etter forvaltningsplanene i vanddirektivet har som overordnet mål å oppnå en vannkvalitet/økologisk tilstand med ”akseptable avvik fra naturtilstanden”; dvs. nær den vannkvaliteten som ville ha vært på stedet uten menneskelig påvirkning (Revidert veileder, Direktoratgruppen, 2013).

Vannmasser i dypet av en avstengt fjord med naturlig forekommende lavt oksygeninnhold, er det følgelig ikke nødvendig å tilbakeføre til høyere oksygeninnhold.

Denne problemstillingen er sentral for å vurdere nødvendige mål med tilhørende tiltak i Indre Oslofjord hva angår oksygenforholdene i Bunnefjorden og Bærumsbassenget. Kan vi si noe om naturtilstanden i disse vannmassene? Siden Bunnefjorden er den delen av Indre Oslofjord som ligger med størst avstand fra terskelen ved Drøbak, og med flere terskler innover fjorden som naturlig begrenser utskiftingen av bunnvannet, er denne delen av fjorden spesielt interessant for å vurdere «naturtilstanden», for derved å avklare hva som er nødvendige tiltak. Tilsvarende gjelder et dypområde i Bærumsbassenget med beskjeden utbredelse.

En indikator på at oksygenforholdene har vært tilfredsstillende for fangst av reker både i Vestfjorden og i Bunnefjorden tidlig i det 1900 århundre, om ikke i alle år, er figuren under med inntegning av mye brukte områder for reketråling.



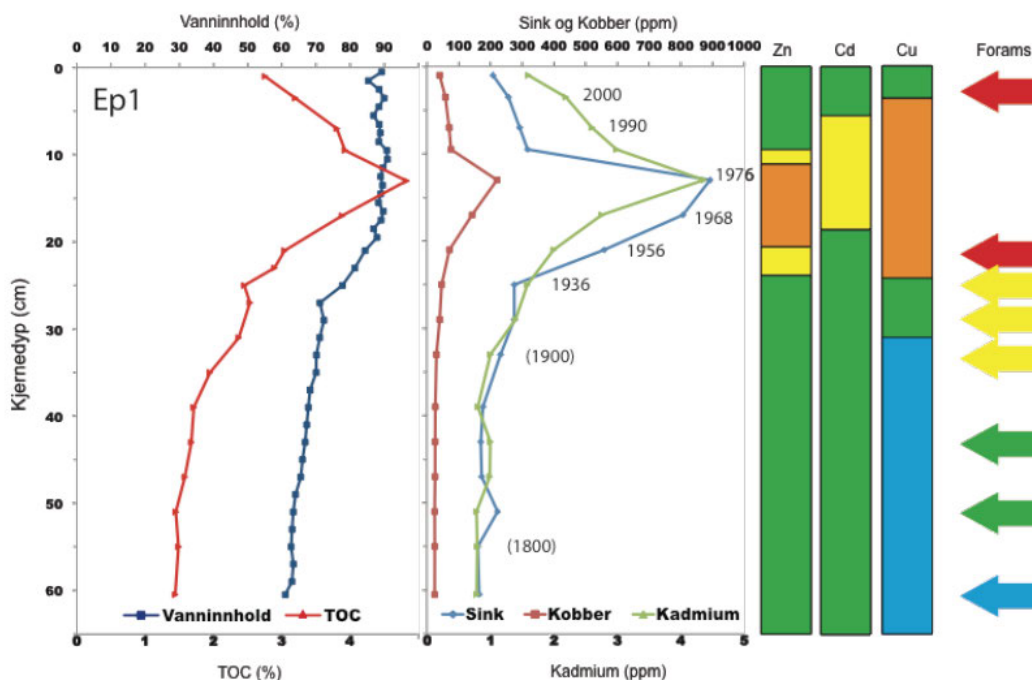
Trålfelter i Indre Oslofjord rundt 1906 (kilde: Wollebæk, 1906).

Spørsmålet har også interessert forskere ved Universitet i Oslo, og Enoksen (2010), Dolven og Alve (2010) og Alve og medarb. (2009) som brukte fossile (tomme) skall av marine, encellede

organismer (foraminiferer) i sedimentene i Bunnefjorden og Bærumsbassenget for å vurdere kvaliteten av vannmiljøet i perioder før menneskelig aktivitet hadde særlig innflytelse. Hvert individ av foraminiferer, som normalt er mindre enn 1 mm i diameter, danner et skall som er karakteristisk for arten. Artene foretrekker forskjellig vannkvalitet, slik at forekomsten gjenspeiler vannkvaliteten til enhver tid. Når dyrene dør lagres skallene i sedimentet lag på lag sammen med andre partikler. Dersom ikke sedimentene forstyrres av kraftige vannbevegelser, gravende dyr eller høy tråaktivitet, vil sedimentene kunne leses som årringene i et tre, med stadig nye lag over de eldre lagene. Identifisering av hvilke arter av foraminiferer har forekommet til forskjellige tid gjør det mulig å rekonstruere tidligere tiders vannkvalitet.

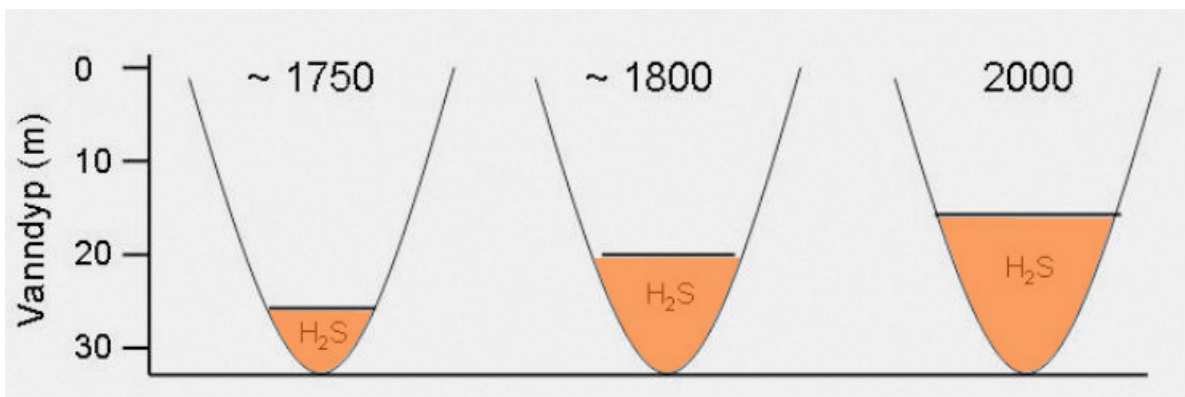
Oksygenkonsentrasjonen og tilgang på næring (organisk stoff) er de viktigste faktorene for tetthet og forekomst av forskjellige arter av foraminiferer. Dolven og Alve (2010) identifiserer at konsentrasjonen og artsrikdommen av foraminiferer i Bunnefjorden øker på ca. 35 cm dyp i sedimentet, tilsvarende siste del av 1800-tallet. Utover på 1900-tallet endrer artssammensetningen karakter og blir mer artsfattig og dominert av arter som tåler lave oksygenkonsentrasjoner og høyere organisk belastning. Tilsvarende ble funnet i Bærumsbassenget (Alve og medarb., 2009).

Ut fra forekomsten av foraminiferer og kjemiske indikatorer konkluderer de med at naturtilstanden i Bunnefjorden har vært «Moderat» i naturtilstanden i hht. SFTs vannkvalitetsklasser. Tilsvarende analyser av andre bassenger i Indre Oslofjord (Dolven og medarb., 2013) tyder på at vannkvaliteten der har vært «God» i naturtilstanden. Årsaken til «Moderat» naturtilstand i Bunnefjorden tilskrives naturlig redusert oksygenkonsentrasjon (s. 53).



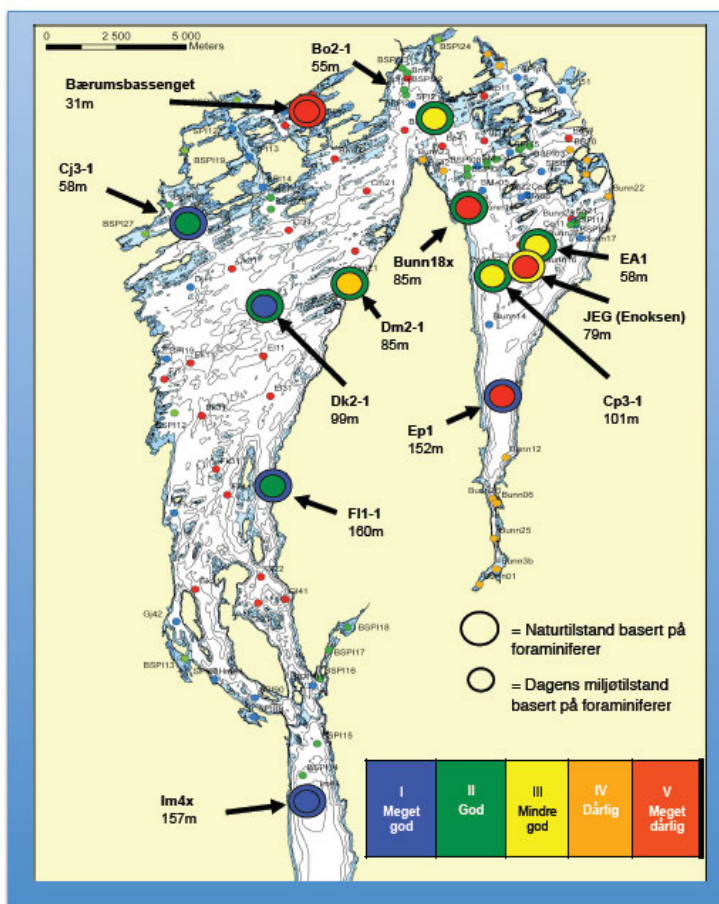
*En sedimentkjerne fra 152 meters dyp i Bunnefjorden (Dolven og Alve, 2010) indikerer at vannkvaliteten nær bunnen var «God» til «Svært god» for ca. 1800 i hht. klassegrenser i EUs vanddirektiv.*

Alve og medarb. (2009) påviser at de dypeste delene av Bærumsbassenget trolig var fri for oksygen allerede midt på 1700-tallet.



Oksygenutvikling i Bårumsbassenget. Vannet under 25 meters dyp var fritt for oksygen allerede i ca. 1750 (fra Alve og medarb., 2009)

Dolven og Alve (2010) konkluderer i sin undersøkelse at «naturtilstanden» i flere av dypbassengene i Indre Oslofjord har vært preget av lav konsentrasjon av oksygen, tilsvarende «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vurdert etter kriteriene i vannforskriften, som vist i figuren under.



I deler av Bunnfjorden og et dypområde i Bårumsbassenget har «naturtilstanden» vært «dårlig» til «svært dårlig». Dagens miljøstatus (liten sirkel) er her sammenliknet med «naturtilstanden» (stor sirkel) på 10 stasjoner i Indre Oslofjord (Dolven og Alve, 2010).

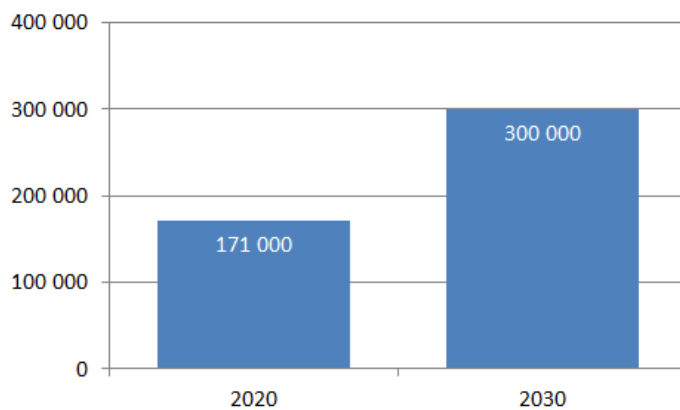
## 8. Mulig utvikling - strategier og tiltak

### 8.1 Mulig utvikling i fjorden

#### 8.1.1 Tilførsler

Videre utvikling av miljøforholdene i fjorden er avhengig av mengde, sammensetning og lokalisering av tilførsler til fjorden, som igjen avhenger av befolkningsutvikling, arealbruk og klimaendringer. Den viktigste enkeltfaktoren er imidlertid de tiltak som iverksettes spesielt ved de store rensesanleggene Bekkelaget og VEAS med tilhørende transportsystemer.

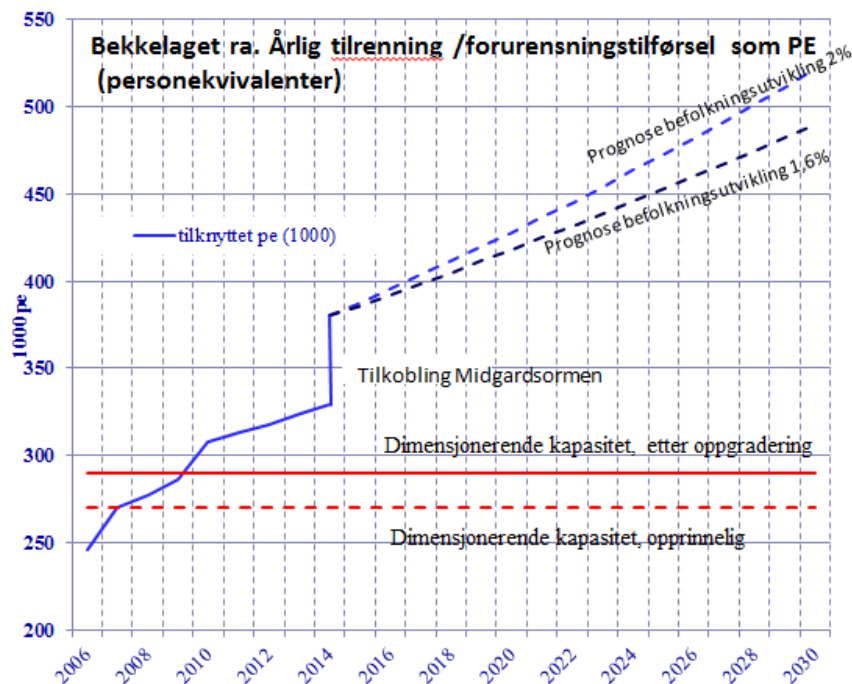
I Strategi 2010 er ulike befolkningsprognosene konkretisert og knyttet til de store rensesanleggene. Figuren nedenfor illustrerer økt befolkning ved «moderat befolkningsvekst» som rensesanleggene må betjene i 2020 og 2030.



*Økt tilknytning av personer til alle rensesanlegg sammenliknet med situasjonen i 2009 ved «moderat vekst» i befolkningen (Vogelsang og medarb., 2010)*

I vurderingen av mulig utvikling legges til grunn at utvidelsen av Bekkelaget står ferdig i 2020. Kapasiteten i Bekkelaget RA hadde allerede i 2007 nådd kapasiteten for nitrogenrensing- (270 000 personekvivalenter p.e.). Tross mange tilpasninger er anlegget i dag overbelastet med ca. 30 000 p.e. En dobling av kapasiteten fra 290 000 p.e. (personekvivalenter) til 490 000 p.e. forventes å stå ferdig i 2020. Utvidelsen er planlagt med samme rensesgrad som i dag, biologisk/kjemisk rensing med fosfor og nitrogenfjerning.

Forventende tilførsler til Bekkelaget RA er illustrert i figuren under.



Årlig tilførsel av avløpsvann til Bekkelaget Renseanlegg målt som personekvivalenter (p.e.). Målt og prognoser (Sigurd Grande, Oslofordseminaret, juni 2013)

Tilførsler til Bekkelaget RA øker pga. økt antall personer som knyttes til anlegget. Dette gir seg bl.a. utslag i økt tørrstoffmengde målt i tørre perioder. I tillegg kommer merbelastningen når fordrøyningsanlegget «Midgardsormen» blir tilkoplest i 2014. Dette betyr en ytterligere belastning på ca. 45 000 p.e. til Bekkelaget. Dette er avløpsvann som tidligere gikk til VEAS. Grensene mellom rensedistriktene som går til VEAS og Bekkelaget blir endret, bl.a. vil de nye boligområdene Bjørvika få avløp til Bekkelaget. Mange lokale utslipp og en større andel av overløpene ved regnskyll vil nå bli ført til Bekkelaget gjennom Midgardsormen og delvis renses der noe som vil bety en bedring av lokale forhold i Akerselva og fjorden.

Utslipet fra rensenanlegget er i dag flyttet til 40 -50 meters dyp i Bekkelagsbassenget; og når Midgardsormen er på plass, vil overløpsvannet etter enkel kjemisk rensing også slippes ut på samme dyp. Andre store overløp er dykket til 25 m dyp. En stor del av regnvannet tilføres altså avløpssystemet noe som belaster ledningsnett og rensenanlegg.

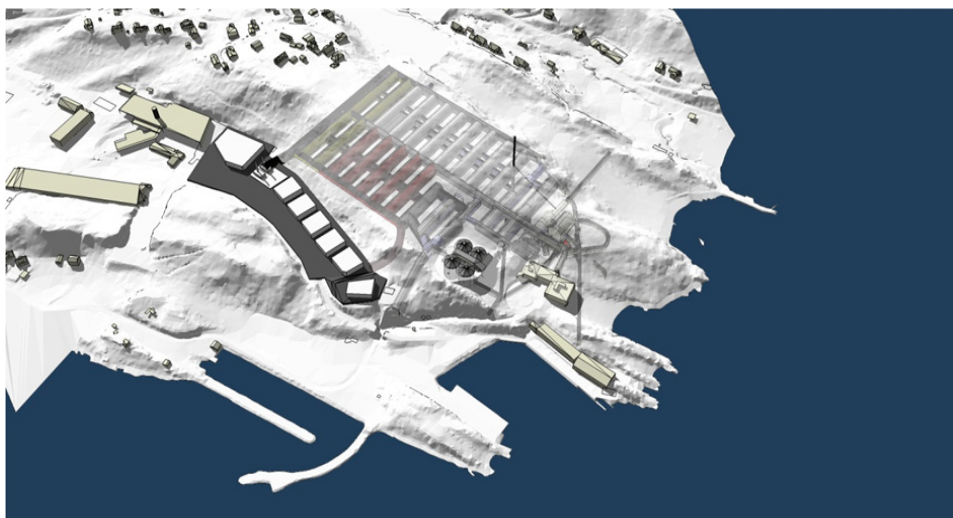
VEAS tar imot avløpsvann fra Oslo, Bærum, Asker, Røyken og Oslo. VEAS tok i 2012 imot avløpsvann fra 576 000 personer, eller 700 000 p.e.

VEAS behandler som årsgjennomsnitt 3000-3500 l/s. Anlegget kan behandle inntil 11 000 l/s sterkt regnvannsfortynnet avløpsvann. Etter at den nye anleggsdelen, regnvannsrenseanlegget, ble satt i drift høsten 2008, er overløp ved Lysaker vesentlig redusert.

Hovedanlegget har åtte linjer. Seks av disse har kjemisk og biologisk rensing. De to resterende linjene, har kun kjemisk rensing og benyttes, sammen med regnvannsrenseanlegget, kun ved stor tilrenning.

For å innfri konsesjonskravet ved en økende befolkning og økte stoffmengder, planlegges det for etablering av nitrogenfjerning i de to resterende linjene innen 2018 noe som øker kapasiteten for nitrogenfjerning med ca. 27 %, og vil tilfredsstillere konsesjonskravet.

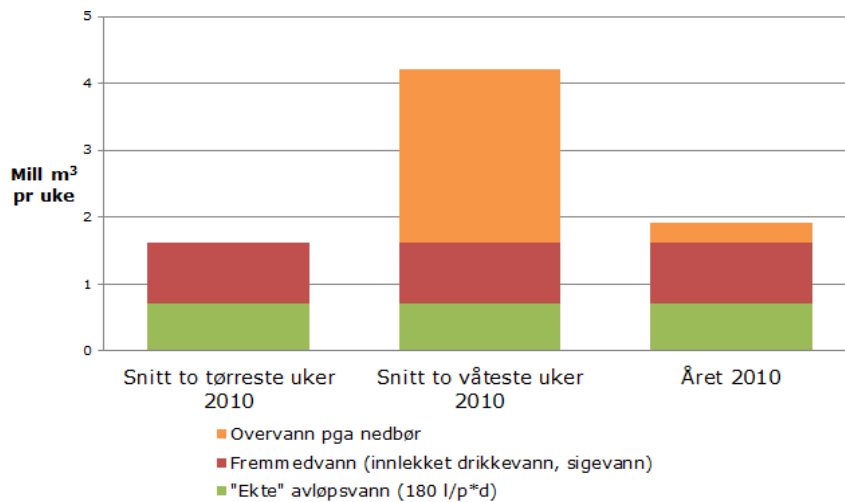
Ved planlagt, rehabilitering og oppgradering av eksisterende anlegg i perioden 2013-2018 må deler av anlegget tas ut av drift. Rensegraden mhp. nitrogen i anleggsperioden vil gå ned til 60 %. (Dispensasjon fra rensekravet er gitt av Fylkesmannen i Oslo og Akershus)  
Etter 2020 er det pga. befolkningsvekst og klimaendring behov for utvidelse av VEAS. Det er tilgjengelig areal i fjell for en dobling av VEAS kapasitet. En planlagt utvidelse av areal i fjell og i dagen er vist i figuren under.



*Nåværende (lys grått) og mulig nytt fjellareal (svart) ved VEAS.*

Befolkningsøkningen har gitt systematisk økning i tørrværsbelastningen (hydraulisk og tørrstoff) til Bekkelaget og VEAS (2-3 % økning av tørrstoff pr. år).





*Forholdene mellom «ekte avløpsvann», fremmedvann pga. innlekking og overvann pga. nedbør for VEAS i 2010 illustrerer betydningen av ledningsnettets type (felles- eller separatsystem) og nettets kvalitet for etterfølgende rensing og utslipp til fjorden.*

Nordre Follo renseanlegg, som nylig har utvidet og modernisert slambehandlingsdelen, hadde i 2005 en tilknytning på ca. 41 000 p.e. Det er beregnet at tilknytningen vil øke til ca. 50 000 p.e. i 2020; m.a.o. en økning på ca.25 %. Kommunene Ås, Oppegård og Ski har nylig blitt enige om å sette i gang planleggingsarbeid for avløpssektoren med fokus på perioden 2020-2030. Arbeidet vil også omfatte tiltak for økt kapasitet på Nordre Follo renseanlegg og vurdering av når det er behov for nytt renseanlegg.

Foruten kapasitetsutvidelsene på renseanleggene vil tiltak knyttet til ledningsnett, som rehabilitering av ledninger for å redusere fremmedvann og anlegg av fordryningsmagasiner, ha betydning tilførsene til fjorden.

Tarmbakterier og mulig sykdomsfremkallende mikroorganismer (bakterier, parasitter og virus) tilføres primært gjennom utslipp av urensset avløpsvann, og utviklingen i den hygieniske situasjonen vil ha nær sammenheng med hva som går til renseanlegg og hva som går til regnsvannrensing eller i overløp.

Areal- og overvannsdisponering i nye bolig og næringsområder påvirker fremtidige tilførsler. For å redusere lokal forurensning fra overløp og derved øke tilføringsgraden til renseanlegg, samt å redusere flømskader, er det avgjørende at det ved utbygging og fortetting gjennomgående legges til rette for lokal overvannsdisponering (LOD).

### 8.1.2 Mulig utvikling i fjorden

Det er konstatert en økning i tilførsler til fjorden de siste årene, bl.a. pga. av at kapasitetene på renseanleggene på Bekkelaget RA og VEAS er overskredet.

Legger vi til grunn utvidelsesplanene for Bekkelaget og VEAS, får vi flere år hvor utslippene vil øke. For Bekkelaget vil utslippene til fjorden fram til nytt anlegg er fullført øke pga. økte tilførsler

fra befolkning og klimaendringer. Når Midgardsormen tas i bruk vil det skje imidlertid skje en bedring lokalt ved at en større del av avløpsvannet som i dag går lokalt til vassdrag og fjord vil bli rensset. For VEAS vil igangsettelsen av Midgardsormen bety noe mindre tilførsler, men befolkningsøkning og klimaendringer vil etter hvert gi økte utslipp selv om to eksisterende renselinjer igangsettes for nitrogenfjerning fra 2018. I anleggsperioden frem til 2018 vil nitrogenutslippene fra VEAS øke. Hovedutvidelsen av VEAS vil komme etter 2020.

Effekten av økte tilførsler til fjorden vil være avhengig av nedbør, snøsmelting og vindforhold (utskifting) og dette kan ikke forutsies. Men over en periode på 10-15 år er det overveiende sannsynlig med økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder med økte vann- og stoffmengder til rensanlegg og fjord. Risikoen vil øke for flere episoder med dårlig badevannskvalitet i forbindelse med nedbørsepisoder, likeledes også risikoen for lavere oksygenkonsentrasjoner og mer utvikling av hydrogensulfid i dyplagene.

Utilstrekkelig renskapasitet gir også risiko for noe større tilførsler av enkelte miljøgifter da disse i liten grad holdes tilbake i rensanleggene. (Vogelsang og medarb., 2013)  
Den økte risikoen for forurensning og uheldige episoder bør gi føringer for prioritering av tiltak i perioden før utvidet rensing kan skje.

## 8.2 Strategier og tiltak for å nå målene

### 8.2.1 Strategier og tiltak generelt - forholdet til Strategi 2010 rapporten

Rent generelt har vi ulike typer strategier og tiltak:

- regulatoriske (eks. utslippstillatelser, produktkontroll)
- økonomiske (vann- og kloakkavgifter, lånebetingelser)
- informative (informasjon og bevisstgjøring om forsøpling) og
- tekniske/infrastruktur (ledningsnett, renseanlegg, lokal overvannsdiskonering- ).

Videre er det strategier som er knyttet til arealbruk generelt. Endringer i arealbruken er i tett befolkede regioner den viktigste trusselfaktoren i kystsonen. I urbane områder er det et generelt press på bynære grøntområder og et viktig tiltaksområde er ved planlegging og restaurering å sikre høy miljøkvalitet i byrom og uteareal, blant annet ved å ta vare på grønnstruktur, nærfriområder til boligfelt, elver og bekker og andre naturområder i og rundt byer og tettsteder.

Strategier og tiltak i denne rapporten er strukturert forskjellig fra Strategi 2010 rapporten hvor mål, strategier og tiltak strukturert som følger:

- A. Sikre en god økologisk og kjemisk vannkvalitet i fjorden som innbyr til rekreasjonsaktiviteter.
- B. Sikre vannkvaliteten i de dypereliggende vannmassene ved å sørge for tilstrekkelig rensing av avløpsvannet før utslipp og en lokalisering av utslippet som optimaliserer vannkvaliteten lokalt og totalt sett i fjorden.
- C. Sikre nødvendig renskapasitet på avløpsrenseanleggene for å møte belastningen fra en økende befolkning og krav som må settes til utslippet basert på resipientens behov.
- D. Sikre at VA-sektoren bidrar til et bærekraftig samfunn ved nødvendig økonomisering og resirkulering av ressurser.

A og B er rettet direkte mot fjorden, C er fokusert på rense- og transportsystemer mens D er generelt rettet mot bærekraftig VA-forvaltning.

I denne rapporten har vi forsøkt å strukturere strategier og tiltak for å nå målene etter de tre hovedmålene: Rekreasjon og friluftsliv, Fiske og fangst og Økologi som tilfredsstillende EUs vanddirektiv og biologisk mangfold.

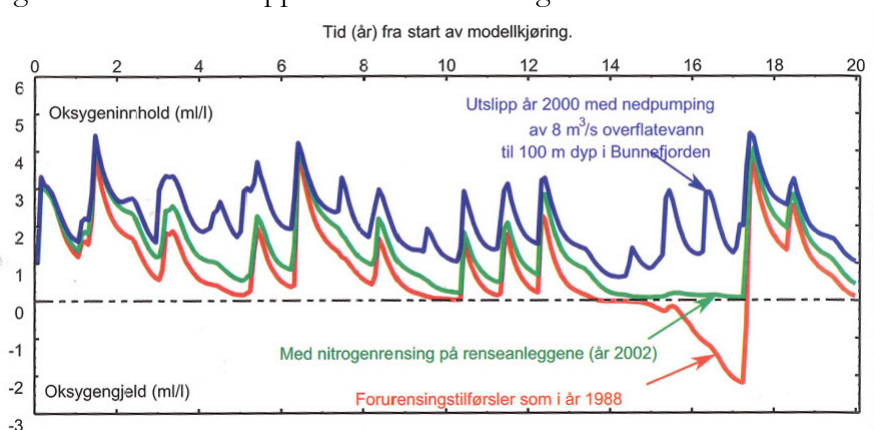
Strategier og tiltak for å nå disse tre målene er i stor grad sammenfallene; dvs. tiltak som fremmer ett hovedmål vil med få unntak også bidra til å oppnå målene for de to andre. Alle de tre hovedmålene forutsetter en «Ren Oslofjord» og er tjent med en god økologisk tilstand. Det er ikke interne målkonflikter mellom de tre hovedmålene, men ulike tiltak vektlegges forskjellig for de tre målene:

For **rekreasjon og friluftsliv** er hygienisk badevannskvalitet, estetiske forhold (kloakksøppel) siktdyp (klart vann), og tang og tarearter som forbindes med rent vann, viktig. I tillegg kommer flere forhold som ikke direkte har med vannkvalitet å gjøre, som strandkvalitet og tilgjengelighet. Oksygeninnhold i dypvann, miljøgifter i sedimenter og miljøgifter i vannmassene (med unntak for fritidsfiske) er ikke så viktig for friluftsliv og rekreasjon. Aktuelle tiltak knyttet til rekreasjonsfiske er omtalt under kapittel 8.3. Strategier og tiltak for å nå mål for fiske og fangst.

For **fiske og fangst** er en god bestandsforvaltning av fisk, forekomst av miljøgifter i vann og sedimenter (miljøgiftnivåer i fiskefilet og fiskelever, reker) og oksygeninnholdet i bunnområder viktig. Kravene som rekreasjonsaktiviteter setter er ikke så avgjørende for kommersielt fiske og fangst; sannsynligvis heller ikke de invaderende artene som er påvist.

For å nå målene om **økologisk som tilfredsstillende vanddirektivet og biologisk mangfold** er vanddirektivet styrende. Det dekker svært mange forhold (biologi, fysiske/kjemiske forhold, hydromorfologiske elementer). Men å tilfredsstille målene for vanddirektivet er ikke nok i forhold til rekreasjon og friluftsliv, særlig ikke når «datterdirektivet» EUs badevannsdirektiv ikke gjelder i Norge. Hygienisk forurensning, invaderende arter, estetikk og strandkvalitet og tilgjengelighet dekkes ikke av vanddirektivet.

I forbindelse med kravene til oksygeninnhold er det aktuelt å nevne et sentralt modellverktøy NIVA har utviklet. Dette kan simulere utviklingen i Indre Oslofjord gjennom en årrekke under gitte betingelser for tilførsler av forurensende stoffer og innlagingsdyp, værforhold, dypvannsfornyelse osv. Denne såkalte «Oslofjordmodellen» er et nyttig verktøy for å kunne forutsi effekter av forskjellige tiltak i fjorden. Et eksempel på simulering av effekten av tre forskjellige scenarier for utslipp er vist for 20 år i figuren



under.

*Eksempel på bruk av Oslofjordmodellen for å simulere effekter på oksygenkonsentrasjonen i dypvannet i Bunnfjorden under tre forskjellige typer utslipp (Baalsrud og Magnusson, 2002).*

I ettertid har man sett at resultatene stemmer godt overens med måleresultater i fjorden. Modellen er brukt for å se effekter av flere andre tiltak, f.eks. i rapporter om miljømål for Bunnfjorden (Bjørndalen og medarb., 2007) og effekter av utslipp fra Bekkelaget renseanlegg (Bjerkeng og Magnusson, 1999).

I denne kunnskapssammenstillingen begrenser vi oss til - med ett unntak - kun å omtale strategier og tiltak knyttet til tekniske tiltak/infrastruktur tilsvarende som er beskrevet i rapporten: Strategi 2010 (Vogelsang og medarbeidere, 2010) med tilleggsnotater (14.10. 2011 og 23.01. 2013).

Unntaket gjelder tiltak knyttet til hygienisk forurensning og badevannskvalitet. Videre nevnes at vi fra Strategi 2010 ikke inkluderer strategier og tiltak knyttet til energiøkonomisering og resirkulering av ressurser. Dette har sammenheng med at problemstillingene ikke er vurdert.

Omtalen av tiltakene i forhold til Strategi 2010 med tillegg er forkortet og noen av de mer detaljerte anbefalingene er ikke tatt med.

Strategier/tiltak er nummerert fortløpende fra 1- 13. De fleste strategier/tiltak er satt opp under hovedmål for rekreasjon og friluftsliv. Under de andre hovedmålene er tilleggsstrategier/tilleggstiltak nevnt. En følge av dette er at anbefalinger i Strategi 2010 «C. Strategi for å møte de økte renskapasitetsbehovet» ligger under hovedmålet for rekreasjon og friluftsliv.

## **8.2.2 Strategier og tiltak for å nå mål knyttet til rekreasjon og friluftsliv**

Det fokuseres på å redusere tilførsler av fekal forurensning, kloakksjøppel, næringssaltene fosfor og nitrogen ved rensing, overvannsdisponering (inkl. overløp og fordøyning) og dypvannsutslipp. Videre nevnes forhold knyttet til strandkvalitet og tilgjengelighet.

### **1) Kapasitetsutvidelse, samkjøring og rensegrad for rensesanleggene**

Renskapasiteten både på Bekkelaget og VEAS forutsettes utvidet, og rensegraden evt. oppgradert helt eller delvis. Mengden fremmedvann inn på anleggene må reduseres for å frigjøre hydraulisk kapasitet, oppnå mer stabil drift og høyere rensegrad. Det bør legges til rette for samkjøring av tunnelsystemene rundt Oslofjorden. Ved sanntidskontroll kan utnyttelsen av ledig lagringskapasitet i transportsystemene optimaliseres og støtbelastninger på rensesanleggene unngås.

Det vises her til Strategi 2010 og tilleggsnotater (Vogelsang og medarb. 2011 og 2013) hva angår rensesanlegg. En mer omfattende diskusjon og vurdering av strategien direkte knyttet til rensesanlegg, f.eks. forslaget om et nytt sentralrensanlegg i sør (SRØ), og etablering av storskala urinseparering er ikke tatt med i denne rapporten.

### **2) Redusere tilførsler av avløpsvann og kloakksjøppel fra transportsystemet gjennom overløp og lekkasjer fra fellessystemer, særlig under og etter regnsværepisoder**

Dette krever en felles strategi for overvann og avløpsnett herunder for fornying og oppgradering av ledningsnett for bærekraftig lokal håndtering av overvann. Stikkord er separering av spillvann og overvann, bortkopling av takvann og vann fra tette flater, god fordøyningskapasitet og hensyntaken til klimaendringene som gir økt nedbør ved planlegging.

Det er nødvendig å oppgradere ledningsnett for å minimere overløp fra fellessystemer ved kraftig nedbør og/eller ved økt separering av avløpsvann og overvann, ved utbedring av feil på avløpssystemene mm. Bærekraftig lokal håndtering av overvann.

I perioden fram til utvidelsene av rensesanleggene er fullført er det viktig at utslippene begrenses mest mulig ved å gjennomføre tiltak i transportsystemene så som reduksjon av fremmedvann, sanering av overløp og rensing av størst mulig mengde regnvann.

### **3) Dypvannsutslipp av hovedoverløp og rensset avløpsvann**

Ved å slippe rensed avløpsvann fra rensanleggene og urensede hovedoverløp ut på dyp som gir effektiv innlagring under sprangsjiktet i fjorden, vil man sikre at resterende forurensinger i dette vannet i begrenset grad gjøres tilgjengelig for algevekst.

#### **4) Tiltak mot landbruksavrenning og småskala rensanlegg fra spredt bebyggelse**

Stikkord for landbruksforurensning er miljøtilpasset jordbearbeiding, bedre balansert fosfortilførsel og bedre gjødslingsrutiner. Små rensanlegg forutsettes å fungere godt; her er drift og vedlikehold viktige tiltak.

#### **5) Tiltak rettet spesielt mot hygienisk forurensning og smittefare ved bading**

I tillegg til å redusere tilførsler fra transportsystemet er det viktig å unngå etablering av badeplasser i tilknytning til sjøområder påvirket av kloakkvann. Systematiske måleprogrammer bør suppleres med kontinuerlig måling og varsling på utvalgte badeplasser og sanntidsvarsler om badevannskvalitet over internett. Ved kjent korttidsforurensning etter regnværsepisoder som kan påvirke badeplassen (som nød-overløp fra pumpestasjoner, regnvanns-overløp o.l.) varsles publikum for å hindre at folk bader når risikoen er forhøyet, i tråd med EUs badevannsdirektiv.

Det er viktig å unngå etablering av nye badeplasser der badevannet periodevis er betydelig påvirket av kloakkvann. Det bør vurderes å gjøre EUs badevannsdirektiv gjeldende i Norge.

#### **6) Redusere forsøpling av strender, gjøre badeplasser mer attraktive i tråd med EUs badevannsdirektiv**

Dette forholdet, som delvis er knyttet til VA-sektoren, er sett fra publikums side meget viktige tiltak. Systematiske dugnader for søppelrydding utført i regi av Oslofjordens Friluftsråd avslører gjenstander som ikke skulle vært tilført avløpssystemet er kommet ut i fjorden gjennom overløp; f.eks. store mengder Q-tips. For å redusere smittefaren bør det også vurderes og systematisk fjerne ekskrementer fra fugl o.l. fra badestrender.

Å gjøre strandområder tilgjengelige og attraktive gjennom f.eks. Blått-flagg strender er tiltak VA-sektoren bør stimulere til.

### **8.2.3 Strategier og tiltak for å nå mål for fiske og fangst**

Alle tiltakene 1- 6 ovenfor er gunstige også for fiske og fangst. Tiltak spesifikt knyttet til miljøgifter og oksygenforhold er relevante for fiske og fangst men er mest hensiktsmessig å omtale under strategier og tiltak i forhold til vanddirektivet.

#### **7. Bygge opp en god kunnskapsbase for forsvarlig forvaltning av viktige fiskestammer**

Med bakgrunn i at kunnskapsgrunnlaget om fiskebestander i Indre Oslofjord er dårligere enn for annet plante- og dyreliv, vil det være hensiktsmessig å sikre en god kunnskapsbase for en forvaltning av viktige fiskestammer (torsk, sjøørret og havabbor o.a.)

#### **8. På sikt redusere innholdet av miljøgifter slik at kostholdsråd for konsum av fisk fra Indre Oslofjord kan oppheves**

Da det fortsatt er høyt innhold av PCB i torskelever og av kvikksølv i torskefilet og høye konsentrasjoner av PCB i blåskjell og i torskelever, bør det utvikles kostnadseffektive tiltakspakker for å redusere tilførsler av sentrale miljøgifter.

## **9. Sikre og opprettholde gode varslingsystemer for blåskjell-gifter**

### **8.2.4 Strategier og tiltak for å nå økologimål som tilfredsstillende EUs vanddirektiv og mål om biologisk mangfold**

Tiltak som er rettet mot å tilfredsstillende EUs vanddirektiv favner vidt og fokuserer på økologiske, kjemiske og fysiske parametre. De biologiske parametre omfatter klorofyll, nedre voksegrense for makroalger og ålegras, samt bunnfauna. Oksygen og siktdyp er støtteparametre. Næringssalter og en rekke miljøgifter i vannfase og i overflatesedimenter er viktig for fjordens status i forhold til målet om god kjemisk status – en forutsetning for hovedmålet i vanddirektivet.

I Strategi 2010 er oksygen brukt som en «superparameter». Strategier og tiltak knyttet til oksygen vil foruten oksygen dekke klorofyll, nedre voksegrense for alger og ålegras, samt siktdyp og næringssaltene fosfor og nitrogen.

### **10. Reduksjon av oksygenforbrukende stoffer**

Det gjennomføres tiltak som reduserer de samlede utslipp av oksygenforbrukende stoffer til fjorden minst ned til et nivå som medfører god økologisk status i fjordens dypvannsområder med unntatt av definerte områder.

Vanddirektivet stiller ikke krav til at det skal oppnås oksygenkonsentrasjoner som tilfredsstillende god økologisk status i de dypvannsområder som fra naturens side blir vurdert å ha hatt oksygenfrie forhold eller svært lave oksygenkonsentrasjoner. Dette gjelder enkelte dyplag i Bunnefjorden og mindre dypområder i Bærumsbassenget.

### **11. Begrenset nedpumping i dypvannet i Bunnefjorden**

For å bedre forholdene i dypvannet i Bunnefjorden i retning av «naturlig tilstand» vurderes begrenset nedpumping av renset avløpsvann ferskvann eventuelt kombinert med overflatevann fra fjorden.

### **12. Bedre biologisk mangfold ved utsetting av kunstige rev**

Generell bedring av vannkvaliteten vil bedre biodiversiteten i fjorden. Utover dette kan biodiversiteten bedres ved å utsette såkalte kunstige rev for å etablere marint liv på de tidligere berørte områdene og også skape leveområder for et mer rikt og variert marinbiologisk mangfold.

### **13. Plan for reduksjon av miljøgifter for å oppnå god kjemisk status**

Omfang, fordeling og delvis tiltak for å redusere miljøgifter i fjorden og i sedimenter er nylig presentert i en rapport fra NIVA (Berge og medarb. 2013-2). Nasjonalt prioriterte miljøgifter er vurdert i forhold til måleresultater i overflatesedimenter. Det er stor usikkerhet om hvilke tiltak som er praktisk og økonomisk gjennomførbare m.h.t å redusere innholdet av miljøgifter i vann, sedimenter og organismer. En utredning om kosteffektive/mulige tiltak for å redusere miljøgifter anbefales startet opp.

## 9. Referanser

Alve, E., Helland, A. og Magnusson, J., 2009. Bærumsbassenget et naturlig anoksisk basseng? NIVA rapport L. NR. 5735-2009:36 s.

Asker og Bærum Historielag 2007. Dammer i Asker kommune.  
[http://abhistorielag.no/kulturminner/content/text\\_1350025923835/1350026063672/dammeria\\_sker.pdf](http://abhistorielag.no/kulturminner/content/text_1350025923835/1350026063672/dammeria_sker.pdf)

Baalsrud, K. og Magnusson, J., 2002. Indre Oslofjord – natur og miljø. Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord, 135 s.

Berge, J.A., Alve, Elisabeth og Helland, A. 2009. Miljøgifter i sediment fra en datert kjerne fra Bærumsbassenget. NIVA-rapport l.nr. 5825-2009, 39s.

Benestad, R E, 2013. Association between trends in daily rainfall percentiles and the global mean temperature. *Journal of Geophysical Research: ATMOSPHERES*, Vol. 118, 1–9.

Berge, J.A, Amundsen, R., Bergland, K., Bjerkeng, B., Gitmark, J., Gjørseter, J.(HI), Holt, T.F., Hylland, K., Johnsen, T.M., Knutsen, H. (HI), Kroglund, T., Olsen, E.M. (HI), Paulsen, Ø. (HI), Ledang, A.B., Lømsland, E.R., Magnusson, J., Rohrlack, T., Sørensen, K. 2012. Overvåking av Indre Oslofjord i 2011 – Vedleggsrapport. NIVA, Oslo. Rapport nr. 6372. 154 s.

Berge, J., Amundsen, R., Fredriksen, L., Bjerkeng, B., Gitmark, J., Holt, T.F., Haande, S., Hyllant, K., Johnsen, T., Kroglund, T., Ledang, A., Lenderink, A., Lømsland, E., Norli, M., Magnusson, J., Rohrlack, T., Sørensen, K., Wisbech, Cathrine (2013-1). Overvåking av Indre Oslofjord i 2012 – Vedleggsrapport. NIVA-rapport l.nr. 6534, 142 s.

Berge, J.A., Amundsen, R., Bjerkeng, B., Borgersen, G., Bjerknes, E., Gittmark, J, Gjørseter, J., Grung, M., Gundersen, H., Holt, T.F., Hylland, K., Johnsen, T., Knutsen, H., Ledang, A.B., Lømsland, E.R., Magnusson, J., Nerland, L., Olsen, E.M., Pulsen, Ø., Rohrlack, T., Sørensen, K. og Walday, M., 2011. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2010. NIVA-rapport nr. 6181, 137s.

Berge, J.A., Nilsson, Hans C., 2010. Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilder (SPI) i Indre Oslofjord knyttet til mudring i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009. NIVA-rapport 1. nr. 5920. 59 s.

Berge, J.A., Ranneklev, S., Selvik, J., Steen, A., (2013-2). Indre Oslofjord – Sammenstilling av data om miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment. NIVA. Rapport 1. nr. OR-6565. 122 s.

Bjerkeng, B. (2011). Strategi 2010. Effekter på Indre Oslofjord av endrede tilførsler og tiltak analysert ved hjelp v NIVAs fjordmodell. Fagrådsrapport 110. NIVA rapport 6216, 87 s.

Gitmark, J., Gundersen, H., Walday, M., 2010. Biologisk mangfold i Bunnefjorden - arealdekkende naturtypekart. NIVA. Rapport 1. nr. OR-6059. 20 s.



Bjerkeng B., Berge J.A., Magnusson J., Molvær J., Pedersen A. og Schaaning M. (2009). Miljøsmål Bunnefjorden. Rapport fase 3. PURA-prosjektet. NIVA-rapport 5766-2009.

Bjerkeng B og Magnusson J, 1999. Marinøkologisk vurdering av utslippssted og innlagringsdyp for utslippet til Bekkelaget renseanlegg. Fase 2. Modellkjøringer og vurderinger. NIVA-rapport l.nr. 3996. 51 s.

Bjørndalen K, Berge J A, Bjerkeng B, Magnusson J, Rygg B og Walday M, 2007. Miljøsmål Bunnefjorden – Sammendragsrapport av fase 1 og 2. NIVA-rapport l.nr. 5450, 19 s.

Borgersen, G., Berge, J.A., Brckljacic, M. og Rygg, B., 2013. Benthic quality status of the Inner Oslofjord – 1993 vs. 2009; Temporal and spatial differences in soft bottom communities. Poster til konferansen: Nordic Marine Science Conference – 28.-30. oktober 2013, Holmen Fjordhotel, Asker.

Brandrud, T. E., Hanssen, O., Sverdrup-Thygeson, A., Ødegaard, F. 2011. Kalklindeskog – et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II – NINA Rapport 711. 50 s. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2011/711.pdf>

Bækken, T., Aagaard, K. (NINA), Jonsson, B. (NINA), 2002. Felles instituttprogram. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Sluttrapport 1997-2001. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr. OR-4539. 80 s.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 1:2009. 180 s.

Daviknes, H. K. (2012). Vannkvalitet ved friluftsbad i Oslo - Årsrapport 2012. Oslo kommune, Miljøetaten. 22 s.

Dolven, J.K. og Alve, E., 2010. Naturtilstanden i Indre Oslofjord. Fagrådsrapport 106. Institutt for geofag, Universitetet i Oslo, 86 s.

DHI, 2013. Utslipp fra Midgardsormen. Numerisk modellering av Oslofjord og bakteriologisk belastning. Rapport til Oslo kommune, mai 2013. 43 s.

Direktoratet for naturforvaltning, 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN Håndbok 19-2001 Revidert 2007. 51 s.

Direktoratsgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. 263 s.

Dolven, J.K. og Alve, E. (2010). Naturtilstanden i Indre Oslofjord. Rapport Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord nr. 106, 86 s.

Dolven, J.K., Alve, E., Rygg, B and Magnusson J. (2013). Defining past ecological status and in situ reference conditions using benthic foraminifera: A case study from the Oslofjord, Norway. Ecological Indicators 29: 219-233.

Enoksen, J.H. (2010). Environmental status: From «natural» to polluted conditions in the Bunnefjord, inner Oslofjord. A micropaleontological and geochemical study of a sediment core. Master Thesis in Geosciences, University of Oslo. 75 s.  
<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/12526/MScxJonasxHxEnoksenx2010.pdf?sequence=1>

Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, 2013. Årsberetning 2012. 27 s.

Farmen E., Mikkelsen H. N., Evensen Ø., Einset J., Heier L. S., Rosseland B. O., Salbu B., Tollefsen K. E., Oughton D. H. (2012). Acute and sub-lethal effects in juvenile Atlantic salmon exposed to low µg/L concentrations of Ag nanoparticles. *Aquatic Toxicology* 108: 78-84.

Gitmark, J.K., Gundersen, H. og Walday, M. 2010. Biologiske mangfold i Bunnefjorden – arealdekkende naturtypekart. NIVA-rapport 6059-2010. 20 s.

Green, N., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å., Tveiten, L., 2012. Hazardous substances in fjords and coastal waters - 2011. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. NIVA-rapport l. nr. OR-6432. 264 s.

Grung M, Langford K, Thomas K V, (2012). Legemidler som forurensning. *Tidsskrift for Den norske Legeforening*, 10:1249 – 51.

Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes, T. & Ødegaard, F. 2009. Naturtyper i Norge – Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. *Naturtyper i Norge versjon 1.0 Artikkel 1: 1-210.*

Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): *Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing*, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo

Hjellnes COWI AS. Dypvannsfornyelse i Bunnefjorden. Forprosjekt. Flytende pumpestasjon ved Svartskog. Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. Rapport nr. 80.

Husa V, Agnalt A-L, Svensen R, Rokkan-Iversen K, Steen H, Jelmert A, Farestvedt E, Petersen H. 2013. Kartlegging av fremmede marine arter i indre og ytre Oslofjord. Utredning for DN 4-2013.

Lepland, A., T. J. Andersen, A. Lepland, H. P. H. Arp, E. Alve, G. D. Breedveld, A. Rindby, 2010. Sedimentation and chronology of heavy metal pollution in Oslo harbor, Norway. *Marine Pollution Bulletin*, 60 (9), s. 1512–1522  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10001815>

Lindholm. O. (2008). Klimaendringer – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg. Statens forurensningstilsyn. TA-nummer 2317 / 2007. Oslo.

Lindholm, O., Endresen, S. Thorolfsson, S., Sægrov, S. og Jakobsen, G. og Aaby, L. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. NORSK VANN-rapport 162 – 2008. Hamar.

Lovdata, 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen.  
<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20061215-1446.html>

Magnusson, J., Bokn, T., Moy, F., Pedersen, A. & Larsen G. 1992. Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord i 1991. NIVA, Oslo. Rapport nr. 2722. 116 s.

Magnusson J, Andersen T, Amundsen R, Berge J A, Bjerkeng B, Gjosæter J, Hylland K, Johnsen T, Lømsland E R, Paulsen Ø, Ruus A, Schøyen M, Walday M (2006). Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2005. NIVA-rapport l.nr. 5242, 102 s.

Moy, F.E. og Walday, M. 1997. Marine gruntvannsbiotoper rundt Fornebulandet i Indre Oslofjord. En veileder i marin biotopkartlegging og bruk av nøkkelbiotoper i kystzoneplanlegging. NIVA-rapport 3703-1997. 60 s.

Miljøverndepartementet, 2013. Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. NOU 2013: 10.  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/nou-er/2013/nou-2013-10.html?id=734440>

Nilsen, V., et al. (2009) Impact of climate change on urban flooding and combined sewer overflows - case from Oslo. Conference on Road Map Towards a Flood Resilient Urban Environment, Paris 26th and 27th of November 2009.

Nilsen J E Ø, Larsen K, Martens V, Rauken T, Harvold K (2013). Kulturminner og havnivåstigning. CIENS-rapport 1-2013.

NIVA (2013). <http://www.niva.no/mikroplast-kan-true-trygg-sjoemat>

Norling, P., Jelmert, A., HI, 2010. Fremmede arter i Oslofjorden. NIVA Rapport 1. nr. OR-5919. 42 s.

Norling, P., Rinde, E., 2010. Kartlegging av stillehavsøsters i Oslo og Akershus fylke. Fylkesmannen i Oslo og Akershus Rapport nr. SR-10/005. 9 s.

Nybø, S. (red.) (2010). Naturindeks for Norge 2010. DN-utredning 3-2010.  
[http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/1622/DN-utredning-3-2010\\_netty\\_ny.pdf](http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/1622/DN-utredning-3-2010_netty_ny.pdf)

Næss, C., Sverdrup-Thygeson, A (red.) 2010: Hotspot – Truete arter. ARKO. Arealer for rødlistearter – kartlegging og overvåking. NINA.

<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/NINA-Infomateriell/2010/N%c3%a6ss%20Hotspot%20Arko-faktaark%202010.pdf>

Oslo bystyre og Akershus fylkesting. Strategi for areal og transport i Oslo og Akershus: Mars 2013.

Pedersen, A. og Green, N. in press. Vanddirektivet – kystvann. Hvordan evaluere vannkvalitet. VANN, XX

Pedersen, A. in press. Indekser til vurdering av økologisk status i marine vannforekomster. Biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselement. VANN, XX

Planstrategi og planprogram for areal og transport i Oslo og Akershus (godkjent av MD august 2013).

<http://www.kommuneplan.oslo.kommune.no/getfile.php/byr%C3%A5dsavdeling%20for%20finans%20%28FIN%29/Internett%20%28FIN%29/Dokumenter/Planstrategi%20og%20planprogram%20for%20areal%20og%20transport%20i%20Oslo%20og%20Akershus-v-030511.pdf>

Ranneklev, S., Allan, I., Tjomsland, T., 2011. Kartlegging av miljøgifter som tilføres Bærumsbassenget og Indre Oslofjord fra overvann og Sandviksvassdraget. NIVA. Rapport 1. nr. OR-6165. 69 s.

Regional plan for vannforvaltning for Glomma vannregion (2010-2015)

Regjeringen, 1993. Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen gitt ved Kgl. res. av 9/7-1993. Verneplan for Oslofjorden, delplan Oslo og Akershus, 2008.

[http://www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Kongelige\\_resolusjoner/Kongelig\\_resolusjon\\_Verneplan\\_Oslofjorden\\_Oslo\\_Akershus.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Kongelige_resolusjoner/Kongelig_resolusjon_Verneplan_Oslofjorden_Oslo_Akershus.pdf)

Regjeringen, 1993. Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen - Utfyllende kommentarer til Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen. Rundskriv Nr.: T-4/93, 23.07.1993.

<http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/regjeringen-brundtland-iii/md/rundskriv/1993/t-493-oslofjordregionen.html?id=107847>

Regjeringen (2006). Verneplan for Hovedøya i Oslo kommune – Oslo Fylke.

[http://www.regjeringen.no/upload/kilde/md/prm/2006/0102/ddd/pdfv/280865-kongelig\\_resolusjon\\_verneplan\\_for\\_hovedoya\\_i\\_oslo\\_kommune.pdf#search=verneplan%20for%20oslofjorden](http://www.regjeringen.no/upload/kilde/md/prm/2006/0102/ddd/pdfv/280865-kongelig_resolusjon_verneplan_for_hovedoya_i_oslo_kommune.pdf#search=verneplan%20for%20oslofjorden)

Regjeringen, 2009: Verneplan for Oslofjorden - delplan sjøfugl.

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/presesenter/pressemeldinger/2009/verneplan-for-oslofjorden---delplan-sjof.html?id=567742>

Regjeringen, 2011. Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen. Fastsatt ved kgl.res. av 25. mars 2011, jfr. plan- og bygningsloven av 27. juni 2008 § 6-2.

[http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover\\_regler/retningslinjer/2011/differensiert-forvaltning-strandsonen.html?id=636763](http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover_regler/retningslinjer/2011/differensiert-forvaltning-strandsonen.html?id=636763)

Rinde, E., Bøe, R. (NGU), Fleddum, A. (City University of Hong Kong), Lepland, A. (NGU), Walday, M., Staalstrøm, A., 2009. Kartlegging av marine habitater i Indre Oslofjord. Utvikling av detaljerte habitatkart basert på dyp, substrattypen og energinivå. NIVA. Rapport 1. nr. OR-5772. 37 s.

Rinde, E., Norling, K., Gitmark, J., Fagerli, C., 2008. Marinbiologiske undersøkelser ved Hovedøya april-2008. Vurdering av marine naturverdier i forhold til opprydding av forurensede sedimenter. NIVA. Rapport l. nr. OR-5638. 32 s.

Schartau, A.K. (NINA) , Hobæk, A., Faafeng, B., Halvorsen, G. (NINA) , Løvik, J., Nøst, T. (NINA) , Lyche, A. , Walseng, B. (NINA), 1997. Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. (Felles instituttprogram. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold. Kunnskapsstatus - Dyreplankton og litorale krepsdyr). Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr. OR-3768. 58 s.

Schlabach M, Dye C, Kaj L, Klausen S, Langford K, Leknes H, Moe M K, Remberger M, Schøyen M, Thomas K, Vogelsang C (2008). Environmental Screening of Selected Organic Compounds. Human and hospital - use pharmaceuticals, aquaculture medicines and personal care products. Klif Rapport 1046/2009

SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA 1467/1997. 36s.

Skarpaas, O., Brandrud, T.E. & Sverdrup-Thygeson, A. 2012. Rødlister: fra fundament til forvaltning - NINA Rapport 609. 64 s.

<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2012/609.pdf>

Stabbetorp & Endrestøl 2011: Stabbetorp, O.E. & Endrestøl, A. 2011. Faglig grunnlag for handlingsplanen for dragehode *Dracocephalum ruyschiana* og dragehodeglansbille *Meligethes norvegicus* – NINA Rapport 766. 61 s.

<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2011/766.pdf>

United Nations (1992). Convention on Biological Diversity.

<http://www.fn.no/Bibliotek/Avtaler/Miljoe-og-klima/Konvensjonen-om-biologisk-mangfold>

Vogelsang , C. (2011). Strategi 2010. Samlet vurdering av resultatene fra modellsimuleringer med NIVAs fjordmodell og fra studiet av tilførsler av omsettelig organisk stoff fra rensanlegg og elver. Fagrådsrapport 112. NIVA-rapport 6230, 19s.

Vogelsang, C., Lindholm, O., Berge, J.A., Førland, E., Magnusson, J. Bjerkeng, B., Juvkvam, D., Muthanna, T.M., Tryland, I., Liao, Z., Liltved, H. (2010). Strategi 2010 – Strategiplan. Fagrådsrapport 107, 63 s.

Vogelsang, C., Bjerkeng, B., Berge, Magnusson, J.(2013) Konsekvenser for indre Oslofjord av at utvidelsen v Bekkelaget rensanlegg blir utsatt. NIVA-NOTAT N-02/13. 6.s.

Walday, M., Fleddum, A. og Lepland, A. 2005. Kartlegging av marint biologisk mangfold i indre Oslofjord – Forprosjekt. NIVA-rapport 5097-2005. 25 s.

Wennberg, A., Vogelsang, C., Liltved, H., 2011. Bestemmelse av totalt organisk oksygenforbruk fra organisk stoff som tilføres Indre Oslofjord via rensanlegg og elver. Fagrådsrapport 111.. NIVA. Rapport l. nr. OR-6229. 39 s.

Wollan, A.K., Bakkestuen, V., Bjureke, K., Bratli, H., Endrestøl, A., Stabbetorp, O.E., Sverdrup-Thygeson, A., & Halvorsen, R. 2011. Åpen grunnlendt kalkmark i Oslofjordområdet – et hotspot-

habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. – NINA Rapport 713. 89s.  
<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2011/713.pdf>

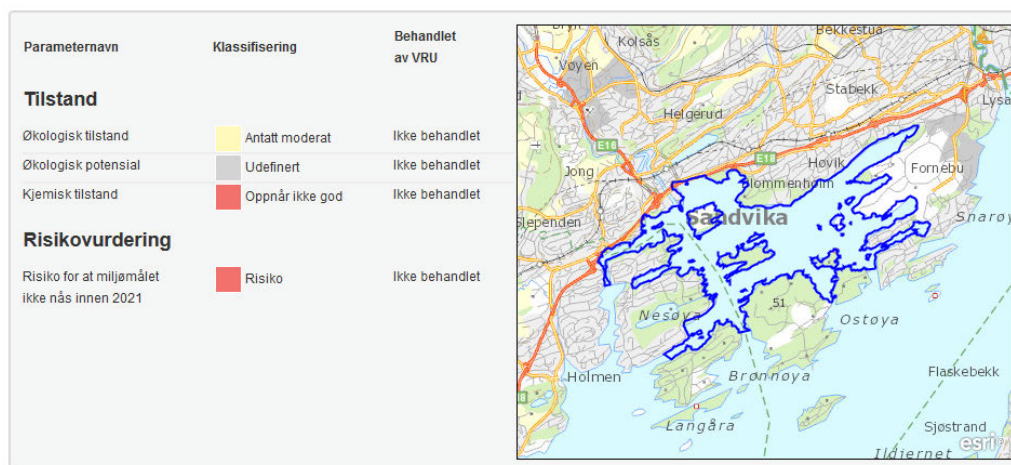
Ødemark, K, Førland, E., Mamen, J., Elo, C.E., Dyrrdal, A.V. og Myrabø, S. (2012). Ekstrem korttidsnedbør på Østlandet fra pluviometer og radar data. Naturfareprosjektet Dp 5 Flom og vann på avveie. Met.no rapport 14/2012

Økland, T E (2005). Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Bergfald & Co. Utgitt av Mattilsynet, Vitenskapskomiteen for mattrygghet og SFT. 268 s.

## Vedlegg A. Kilder til informasjon

**Vann-Nett** (<http://vann-nett.no>) er et nettbasert kartverktøy som brukes i arbeidet med vannforskriften og er inngangsportalen til informasjon om vann i Norge. Vann-Nett eies av miljøforvaltningen og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE). Miljødata som er tilgjengelig i Vann-Nett skal danne grunnlag for planlegging og gjennomføring av tiltak som skal sikre god miljøtilstand.

Vannforvaltningen vurderer miljøtilstanden etter økologiske kriterier som blant annet forekomst av fisk, vannplanter, plankton, nærings salt og miljøgifter. I Vann-Nett vil etterhvert informasjon om miljøtilstanden for hvert av disse temaene være tilgjengelig under fanene «Faktaark vannforekomster» og «Faktaark Områder». Idet denne rapporten skrives finnes en foreløpig klassifisering av vannforekomstene i Indre Oslofjord, og en del annen relevant informasjon er også tilgjengelig.



*Eksempel på klassifisering av vannforekomst Sandvika i Vann-nett. Som de andre vannforekomstene i Indre Oslofjord er Sandvika foreløpig klassifisert som «Antatt moderat» økologisk tilstand og «Oppnår ikke god» kjemisk tilstand ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no))*

**Vannmiljø** (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>) er miljøforvaltningens fagsystem for å registrere miljødata i ferskvann og kystvann. Systemet samler og systematiserer data, og tilgjengeliggjør disse. All kartlegging og overvåking av biologiske og kjemiske parametre i vannforekomstene fra basisovervåking og tiltaks overvåking under vannforskriften registreres i Vannmiljøsystemet.

En rekke datasett er i dag importert og tilgjengelig i systemet for bruk i prosessen med å fastsette miljøtilstanden (Vann-nett). En liste over hvilke datasett som er tilgjengelige i systemet finnes under lenken "Om Vannmiljø" øverst til høyre i inngangsvinduet til systemet.

### NIVA/AquaMonitor

NIVA legger fortløpende ut måleresultater for temperatur og siktdyp fra 7 stasjoner i Indre Oslofjord på: <http://www.aquamonitor.no/oslofjord/>

Data tilbake til 2010 er nå tilgjengelig.



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 tilnæringsmåte 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)