



RAPPORT LNR 5450-2007

## Miljømål Bunnefjorden

Sammendragsrapport



*Friluftsliv på Breivoll mai 2006 (Foto: Knut Bjørndalen)*

**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

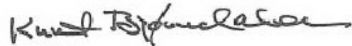
9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøsmål Bunnefjorden – Sammenendragsrapport av fase 1 og 2.	Løpenr. (for bestilling) 5450-2007	Dato 21. juni 2007
	Prosjektnr. Undernr. O-26067	Sider Pris 19s
Forfatter(e) Knut Bjørndalen Jon Arthur Berge Birger Bjerkeng Jan Magnusson Brage Rygg Mats Walday	Fagområde Marin økologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslo-Akershus	Trykket CopyCat

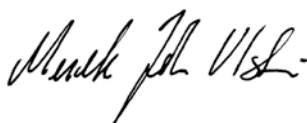
Oppdragsgiver(e) Kommunene i Frogn, Nesodden, Opepgård, Ås og Ski samt Fagrådet for indre Oslofjord	Oppdragsreferanse Dagfinn Danielsen Knut Bjørnskau <small>Knut Bjørnskau</small>
--	---

<p>Sammendrag</p> <p>Prosjektet Miljøsmål Bunnefjorden skal munne ut i politiske vedtatte miljøsmål for fjorden. Denne rapporten gir forslag til ulike miljøsmål (foreløpige miljøsmål). I arbeidet inngår en tilstandsbeskrivelse, det er foretatt vurdering av de ulike brukerinteresser og eventuelle interessekonflikter og en har fastsatt tilførslene fra land og fra hovedfjorden. Det er valgt å foreslå miljøsmål for Bunnefjorden i 3 ambisjonsnivåer: lav-, middel- og høy ambisjonsnivå. Høy ambisjonsnivå vil ligge nær naturtilstanden for Bunnefjorden og vil tilsvare god økologisk tilstand som den er definert i Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Ambisjonsnivåene er konkretisert ved mål for vannkvalitet, biologiske forhold i strandsone og bunn samt forekomsten av miljøgifter.</p>
---

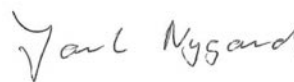
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Miljøsmål</li> <li>Brukerinteresser</li> <li>Vannkvalitet</li> <li>Marin biologi/miljøgifter</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Environmental objective</li> <li>Water user interests</li> <li>Water quality</li> <li>Marine biology/micropollutants</li> </ol>
---	---



**Knut Bjørndalen**  
Prosjektleder



**Merete Ulstein**  
Forskningsleder



**Jarle Nygaard**  
Fag- og markedsdirektør

# **Miljø mål Bunnefjorden**

Sammendragsrapport av fase 1 og 2.

## Forord

NIVA er bedt om å utarbeide en tilstandsrapport for Bunnefjorden som en begynnelse på et prosjekt som skal munne ut i politisk vedtatte miljømål. Oppdragsgiver har vært kommunene i i Frogn, Nesodden, Oppegård, Ås og Ski. Kommunene har vært organisert i en politisk og en administrativ gruppe med lederne for de to gruppene sentrale kontaktpersoner til prosjektet. Prosjektet har bestått av 2 faser som inneholdt følgende oppgaver:

### Fase 1:

- Identifisering og vurdering av brukerinteresser og eventuelle interessekonflikter
- Fastsettelse av tilførsler fra land og fra hovedfjorden
- Forslag til foreløpige miljømål for vannmassene

### Fase 2:

- Gruntvann (Strandsonen og sublitoral hardbunn)
- Bløtbunnsfauna
- Miljøgifter i organismer
- Miljøgifter i sediment

Arbeidet vil senere i 2007 følges opp av en tiltaksanalyse basert på det framskaffede kunnskapsgrunnlaget i fase 1 og 2.

Fase 1 er gjennomført av en prosjektgruppe ved NIVA bestående av Birger Bjerkeng, Jan Magnusson og Knut Bjørndalen. Birger Bjerkeng har hatt hovedansvaret for delprosjektet om tilførsler og modellkjøringer mens Jan Magnusson har hatt hovedansvaret for delprosjektet om miljømål. Knut Bjørndalen, som for øvrig har vært prosjektleder for fase 1, har hatt hovedansvaret for delprosjektet om brukerinteresser.

Fase 2 er gjennomført av en prosjektgruppe ved NIVA bestående av Jon Arthur Berge, Knut Bjørndalen, Jan Magnusson, Brage Rygg og Mats Walday. Mats Walday har hatt hovedansvaret for delprosjektet om gruntvann (strandsonen og sublitoral hardbunn), Jon Arthur Berge har hatt hovedansvaret for hyperbenthos og miljøgifter mens Brage Rygg har hatt hovedansvaret for bløtbunnsfaunaen.

Oslo, juni 2007

*Knut Bjørndalen*  
prosjektleder

---

# Innhold

<b>1. Innledning.</b>	<b>5</b>
<b>2. Brukerinteresser og fysiske kjemiske forhold (fase 1)</b>	<b>6</b>
2.1 Geografisk avgrensning av Bunnefjorden i dette arbeidet.	6
2.2 Brukerinteresser	7
2.3 Kommunal arealplanlegging i strandsonen	7
2.4 utfordringer for den kommunale planleggingen i Bunnefjordens strandsoner relatert til miljømål	7
2.5 Brukerinteresser og eventuelle brukerkonflikter	8
2.6 Tilførslene til Bunnefjorden	8
2.7 Forslag til miljømål for vannmassene i overflatelaget.	9
2.7.1 Badevannskvalitet.	9
2.7.2 Næringssalter i Bunnefjorden og Bunnebotnen.	10
2.7.3 Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a)	10
2.7.4 Siktetyp i sentrale Bunnefjorden (sommerstid) og Bunnebotnen.	10
2.7.5 Oksygenkonsentrasjon i dypvann.	10
<b>3. Miljøgifter og biologiske forhold (fase 2)</b>	<b>11</b>
3.1 Miljømål grunnvann	11
3.2 Miljømål for bløtbunnsfauna og hyperbenthos	13
3.2.1 Bløtbunnsfauna	13
3.2.2 Hyperbenthos/reker	15
3.3 Miljøgifter	16
3.3.1 Miljøgifter i sediment	17
3.3.2 Miljøgifter i organismer	18

# Miljømål Bunnfjorden

## 1. Innledning.

Arbeidet med miljømål for Bunnfjorden startet innen *Forskrift om rammer for vannforvaltningen* ble Norsk lov (19.12.2006). Forskriftene inneholder definisjoner på tilstand i vanntyper: meget god økologisk tilstand, god økologisk tilstand og moderat økologisk tilstand. Forskriftene beskriver også hvordan arbeidet skal gjennomføres fra tilstandsbeskrivelse til gjennomføring av tiltak og overvåking.

I arbeidet med denne rapporten har de senere vedtatte forskriftene i store trekk blitt fulgt i tilstandsbeskrivelsen og arbeidet med miljømål. Miljømålene er også definert med tanke på et overvåkingsprogram som skal kontrollere utviklingen i relasjon til de ulike målene.

Imidlertid foreligger avvik fra forskriftene på to områder i dette arbeidet. Vurdering av fiskeforekomster i relasjon til miljømål var ikke mulig å få med innenfor den gitte kostnadsramme. Behovet for beskyttede områder er ikke tilstrekkelig utredet. Videre er det fortsatt uklarerheter i forskriftene slik at alle deler ikke kan oppfylles i praksis, men dette bør ikke være noe større problem i arbeidet med å fastsette miljømålene i Bunnfjorden.

I denne rapporten er det foreslått tre ulike ambisjonsnivåer for miljømål. For å komme frem til disse er det brukt historiske data og observasjoner der hvor slike foreligger. Disse er komplimentert med modellanalyser (NIVA's fjordmodell), hvor historiske tilførsler er anslått og resulterende vannkvaliteter i fjorden er analysert. De tre ambisjonsnivåene er satt til lavt mål, middels mål og høyt mål. Lavt mål er omtrent dagens situasjon med mindre krav til forbedringer. Middels mål er omtrent som fjorden var på 1940/50-tallet og høyt mål det vi mener at fjordens tilstand var omtrent ved sekelskiftet 1800/1900. Oversatt til forskriftene om rammer for vannforvaltning skulle de tre ambisjonsnivåene omtrent tilsvare moderat/dårlig økologisk tilstand for lavt mål, moderat økologisk tilstand for middels mål og god økologisk tilstand for høyt mål.

Den delen av dette arbeidet som det knytter seg størst usikkerhet til er miljøgiftmålene. Dette er tildels en følge av den metoden som er valgt med tre ulike ambisjonsnivåer. Nødvendigheten av tre ambisjonsnivåer kan diskuteres og det er mulig at en her i fremtiden velger en enklere løsning.

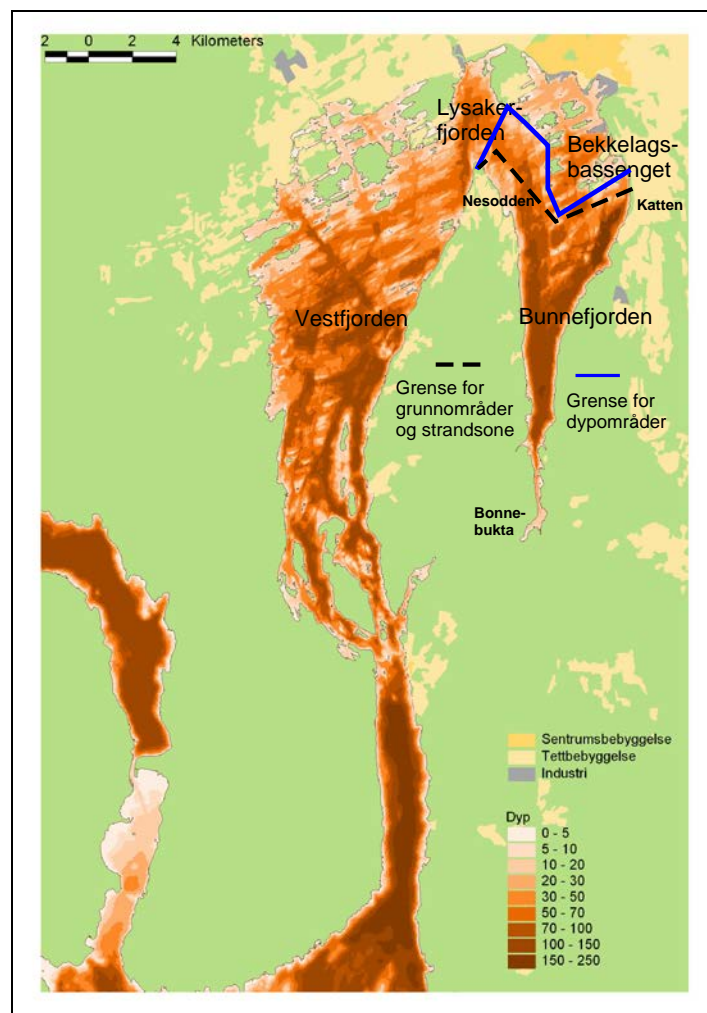
Alle målene er knyttet til en tenkt overvåking for å følge opp valgt ambisjonsnivå. Forskriftene om rammer for vannforvaltning setter her krav til sikkerhet i utsangskraft til en slik overvåking. Ved endelig valg av overvåkingsmetoder og program må denne delen vurderes.

Kapitelinnstillingen i denne rapporten følger omtrent slik arbeidet med oppgaven ble gjennomført. Først ble brukerinteresser og fysiske/kjemiske forhold i fjorden gjennomført. Når ambisjonsnivåene for vannkvalitet var etablerte var dette utgangspunktet for etablering av de biologiske målene i tillegg til historisk informasjon. Hele arbeidet er i detalj presentert i vedleggsrapportene.

## 2. Brukerinteresser og fysiske kjemiske forhold (fase 1)

### 2.1 Geografisk avgrensning av Bunnefjorden i dette arbeidet.

For utarbeidelse av miljømål for Bunnefjorden har fjorden blitt avgrenset ut fra fysiske og biologiske forhold. Derved er grensene for Bunnefjorden blitt litt ulike for vannmassene og for grunnvannsområdene. For vannmassene er Bunnefjorden delt opp etter de naturlige tersklene mellom Bunnefjorden-Lysakerfjorden samt Bekkelagsbassenget/havnebassenget. Den sørlige delen av Bunnefjorden er også skilt ut som et delområde (Bonnebukta). For grunnvannsområdene har det vært naturlig at øyene i Bekkelagsbassenget behandles når miljømål for dette området og Havnebassenget skal utarbeides. De ulike geografiske avgrensningene er vist i **Figur 1**.



**Figur 1.** Indre Oslofjord samt avgrensninger av Bunnefjorden for miljømålene. For de dypere vannmassene defineres Bunnefjorden som området fra Nesodden/Bygdøy i nord til Bonnebukta helt i sør, mens for overflatelaget (0-2 meters dyp) samt grunnvannsområdene (som behandles i fase II) er ikke Osloøyene og tilhørende grunnvannsområder tatt med.

## 2.2 Brukerinteresser

Bunnefjorden er en del av indre Oslofjord og er et betydelig nærfriluftsområde for deler av Oslos befolkning og Follo-kommunene.

Ved fastsettelse av miljømål for Bunnefjorden er det viktig å identifisere brukerinteressene og eventuelle interessekonflikter. De fleste brukerinteressene i Bunnefjorden forutsetter en vannkvalitet som gjør Bunnefjorden egnet til bading, fiske, friluftsliv og rekreasjon. Men, det er åpenbart at mange av disse brukerinteressene kan stå i konflikt med for eksempel behov for naturvern etc. Kommunenes forvaltning av strandområdene blir i stor grad bestemmende for om en kan oppnå ønsket miljømål.

Bunnefjorden et område med nærhet til svært store befolkningskonsentrasjoner. Hvervenbukta og Ingierstrand står som noen av de viktigste og mest besøkte friområder/badesteder i indre Oslofjord.

## 2.3 Kommunal arealplanlegging i strandsonen

Strandsonen i Oslo kommune er hovedsakelig regulert som friområde eller så er området i kommunal eie. Det aktuelle planområdet som ligger innenfor Oslo kommunes grenser er beskrevet i fjordbruksplanen (1991) der området er tilrettelagt for friluftaktiviteter og bedret tilgjengelighet. For Follo-kommunene er størstedelen av området ned mot Bunnefjorden i kommuneplanen avsatt som generelle LNF (Landbruk, natur og friluftsområder) områder uten bestemmelser om boligbygging, men også som LNF-områder med større grad av vern ("LNF-strandsone", Oppegård kommune).

En del områder i strandsonen er regulert til boligformål eller fritidsbebyggelse. Dette gjelder særlig nordre del av Nesodden kommune (boligformål) og Nordre Frogn (fritidsformål). Det er også mindre områder som er regulert til natur- og friluftformål. Store deler av strandsonen i Ås kommune er under regulering med det siktemål å bedre tilgjengeligheten for allmennheten og å avgrense bolig- og hytteområdene ned mot sjøen.

Området innerst i Bunnefjorden er i Ås kommune regulert til næringsvirksomhet og boligformål. I Frogn er det innerst i Bunnefjorden næringsaktivitet men denne virksomheten foregår på uregulert område. En del av dette området er imidlertid p.t. under regulering.

Ås kommune har utarbeidet en egen kommunedelplan som omfatter hele området som dekkes av de rikspolitiske retningslinjer. Nesodden kommune vil vurdere igangsettelse av en egen kystsoneplan for strandsonen ved rullering av kommuneplanen. De andre kommunene har ikke egne planer for strandsonen

I kommuneplanene vises det imidlertid generelt til nasjonale føringer som *Plan- og bygningslovens (PBL) § 17-2 Forbud mot bygging og fradeling i 100-metersbeltet langs sjøen og Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen.*

Er det i noe område Rikspolitiske retningslinjer bør følges meget strengt er det i indre Oslofjord, hvor presset på strandområdene er de største i landet.

## 2.4 utfordringer for den kommunale planleggingen i Bunnefjordens strandsonen relatert til miljømål

Vannkvaliteten i Bunnefjordens hovedvannmasser bestemmes i stor grad av de generelle forholdene i hele indre Oslofjord (og ytre Oslofjord/Skagerrak). Lokalt kan imidlertid forurensningstilførsler påvirke vannkvaliteten (for eksempel er Bunnebotten påvirket av tilførsler fra Årungenelva).



Arealbruken i strandsonen vil derfor først og fremst ha betydning for den lokale vannkvaliteten og gruntvannssamfunnene. I utgangspunktet er det positivt at avløp fra både bolig og hytteområdene samles til renseanlegg med utslipp utenfor planområdet eller ved dypvannsutslipp.

Størstedelen av områdene ned mot Bunnefjorden er LNF-områder. I disse områdene skjer styringen av utviklingen gjennom kommunenes enkeltsaksbehandling. En utvikling av disse områdene er prisgitt hver enkelt kommunes dispensasjonspraksis fra PBL. Det samme gjelder kommunenes behandling av spredt utslipp.

I flere av hytteområdene blir hyttene brukt som boliger. Dette fører til økt belastning på avløpssystemet og vil kunne medføre lokal forurensning som får betydning for de lokale brukerinteresser.

En regulering av strandområdene vil kunne sikre en mer forutsigbar utvikling i og med at det kan foretas en helhetlig vurdering av avløpsforholdene i stedet for at utviklingen styres av kommunal enkeltsaksbehandling. Gjennom en regulering vil en også kunne rydde opp i hytteområder der hyttene blir brukt som helårsboliger og forutsette tilfredsstillende avløpsløsninger ved en eventuell bruksendring. En utvidelse eller nybygging av marina-anlegg bør avklares gjennom en kommunal planprosess og det bør foretas en vurdering av en eventuell lokal forurensningsfare fra disse anleggene. Det bør også klarlegges hvorvidt det er eller vil bli behov for muddring. All næringsvirksomhet må vurderes i relasjon til behov for utslipp til vann. Dette gjelder spesielt i området innerst i Bunnefjorden der det foregår en del næringsvirksomhet. Videre bør en også vurdere effekten av de fysiske inngrep (f.eks. marinaer) i relasjon til områdets biologiske betydning for Bunnefjorden.

Enkelte grunnere områder i Bunnefjorden har stor betydning for fjordens dyreliv. Disse bør behandles med ekstra forsiktighet. Videre bør det vurderes å avsette noen områder som fredes for utbygging eller inngrep og som kan fungere som relativt upåvirkede rekruteringsområder til andre deler av fjorden. Det vil være spesielt gunstig hvis slike områder kan knyttes til vernede områder på land.

## **2.5 Brukerinteresser og eventuelle brukerkonflikter**

De fleste brukerinteressene til Bunnefjorden er avhengig av tilfredsstillende vannkvalitet mht bading, fiske og rekreasjon. Det er relativt lavt konfliktnivå mht vannkvaliteten i hovedvannmassene. Lokalt vil det imidlertid være konflikter knyttet til lokale utslipp og lokale badeinteresser. Det kan imidlertid være konflikter knyttet til vannkvaliteten i relasjon til verneinteresser som biologisk mangfold i strandsonen (slitasje).

I Bunnefjorden foreligger det også vitenskapelige observasjoner som strekker seg over lang tid. Eventuelle inngrep i disse områdene bør ikke foretas uten en nøye vurdering av hvilke konsekvenser dette får for å vedlikeholde kontinuiteten. I utgangspunkt bør slike steder beskyttes eller oppføres som vernede områder. Kjennskapen til disse steder bør foreligge i den enkelte kommune.

Det kan også oppstå konflikter mellom yrkesfiske og fysiske inngrep. Gamle tradisjonelle fiskeplasser er derfor viktig å få kartlagt. Denne kartleggingen bør gjennomføres samtidig som kartlegging av steder med viktige vitenskapelige observasjoner og vurdering av behovet for beskyttede områder.

## **2.6 Tilførslene til Bunnefjorden**

Tilførslene til Bunnefjordens overflate fra land er beregnet til 5 tonn P/år og 184 tonn N/år. I tillegg kommer dykket utslipp fra renseanleggene på til sammen 1,4 tonn P/år og 42 tonn N/år.

Tilførslene til Bunnefjorden vil bare utgjøre en mindre del av de totale tilførslene som skyldes vannskiftningen med resten av indre Oslofjord. Vannkvaliteten i indre Oslofjord er på tilsvarende måte i stor grad bestemt av forholdene i ytre Oslofjord. Etter de rensetiltakene som alt er gjennomført i indre Oslofjord er forholdene der i ganske stor grad bestemt av vannkvaliteten i ytre Oslofjord. Fjerning av Bunnefjordens gjenværende overflateutslipp totalt som eneste tiltak vil i følge modellkjøringene redusere sommerkonsentrasjoner av næringsalter i overflatelaget i Bunnefjorden med 10-15 % for biologisk aktivt nitrogen og 4-5 % for fosfor. En forbedring av forholdene i ytre Oslofjord gjennom en sterk reduksjon av totale menneskeskapt tilførsler til ytre Oslofjord/Skagerrak vil i følge modellen gi reduksjoner i Bunnefjorden som er ca. 3 ganger større enn dette, dvs. ca. 30 % for nitrogen og 15 % for fosfor.

## 2.7 Forslag til miljømål for vannmassene i overflatelaget.

I dette kapitlet er miljømålene utarbeidet etter foreliggende observasjoner eller referansesystemer. Det er også brukt en fjordmodell for å vurdere effekten av varierende grad av forurensingstilførsler til fjorden på vannkvaliteten (NIVA's fjordmodell). Det er foretatt justeringer fra de foreløpige miljømål som er bestemt ut fra observasjoner der hvor modellresultatene sterkt indikerer behov for dette. I tvilstilfeller har miljømålene fra analyse av observasjoner blitt prioritert.

Det er operert med tre ambisjonsnivåer på miljømål. Lavt ambisjonsnivå tilsvarer som regel dagens forhold i Bunnefjorden, men kan avvike noe for enkelte parametere. De øvrige ambisjonsnivåene er valgt dels ut fra hva som kan tenkes å være realistiske mål, dels ut fra økologiske gevinster som en ønsker oppnå.

### 2.7.1 Badevannskvalitet.

Som miljømål for friluftsbad i Bunnefjorden er det valgt ett nivå som innebærer godt badevann i hele fjorden, definert ut fra Folkehelseinstituttets krav.

Følgelig blir de formelle foreløpige miljømålene for friluftsbad:

Parameter	God badevannskvalitet	Anbefalt prøvtakingshyppighet, minimum
Termotolerante koliforme bakterier/100 ml	<100	En gang pr. uke
Fekale streptokokker/100 ml	<100	En gang pr. uke
Fysisk/kjemisk		
Siktdyp (meter)	>2	To ganger pr. måned
Turbiditet (FTU)	<2	

### 2.7.2 Næringsalter i Bunnefjorden og Bunnebotten.

Det er satt følgende miljømål for næringsalter i overflatevann (0-8 m dyp, i 85 % av observasjonene):

	Totalfosfor ( $\mu\text{g/l}$ )		Totalnitrogen ( $\mu\text{g/l}$ )	
	Vinter	Sommer	Vinter	Sommer
Lavt ambisjonsnivå	<42	<16	<480	<250
Middels ambisjonsnivå	<36	<12	<460	<250
Høyt ambisjonsnivå	<33	<12	<430	<250

Det finnes svært lite data fra Bunnebotten og forslag til miljømål er derfor basert på modellkjøringer. Foreløpige modellresultatene tilsier at miljømålene for næringsalter i overflatelaget sommer og vinter skal være omtrent som i sentrale Bunnefjorden.

### 2.7.3 Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a)

Det er satt følgende miljømål for planteplanktonbiomassen

	Bunnefjorden
Lavt ambisjonsnivå	< 3,5 $\mu\text{g/l}$
Middels ambisjonsnivå	< 2 $\mu\text{g/l}$
Høyt ambisjonsnivå	< 2 $\mu\text{g/l}$

### 2.7.4 Siktdyp i sentrale Bunnefjorden (sommerstid) og Bunnebotten.

Det er satt følgende miljømål for siktdypet i Bunnefjorden og Bunnebotten sommerstid.

	Bunnefjorden	Bunnebotn
Lavt ambisjonsnivå	> 3 m	> 2 m
Middels ambisjonsnivå	> 4,5 m	> 3 m
Høyt ambisjonsnivå	> 6 m	> 4,5 m

### 2.7.5 Oksygenkonsentrasjon i dypvann.

Det er satt følgende miljømål for oksygeninnhold (i ml/l) i vannmassene (85 % av observasjonene skal overstige denne grense over et tidsrom på 12 år)

	20-50 m dyp	> 50 m dyp
Lavt ambisjonsnivå	> 1 ml/l	> 0 ml/l
Middels ambisjonsnivå	> 1,5 ml/l	> 0,5 ml/l
Høyt ambisjonsnivå	> 2 ml/l	> 1 ml/l

## 3. Miljøgifter og biologiske forhold (fase 2)

### 3.1 Miljømål gruntvann

Det er foreslått tre ambisjonsnivåer for miljømål på gruntvann i Bunnefjorden hvor nivå I er en opprettholdelse av dagens situasjon, mens nivå III er høyeste ambisjon, tilsvarende den naturlige tilstand en antas å ha hatt i fjorden på slutten av 1800-tallet, før innføringen av vannklosettet. Nivå II ligger mellom dagens tilstand og 'naturlig tilstanden', tilsvarende tilstanden rundt 1950.

#### Strandsonen

Strandsonen er en smal og utsatt sone som danner overgangen mellom det akvatiske miljø og landjorden, og er menneskets naturlige møtested med det akvatiske. Det vil derfor være naturlig at det defineres miljømål for strandsonen i Bunnefjorden. Det bør være et mål å bevare strandsonen i sin naturlige tilstand i størst mulig grad. Dette vil skape tilgjengelighet til naturlige leveområder for den marine flora og fauna, og til menneskelig rekreasjon. Hvis man bygger ned strandsonen vil det være meget vanskelig å gjenskape den senere. Det er gjort en del marinbiologiske undersøkelser av strandsonen i Bunnefjorden de siste hundre årene, som er viktige som sammenlikningsgrunnlag for dagens situasjon.

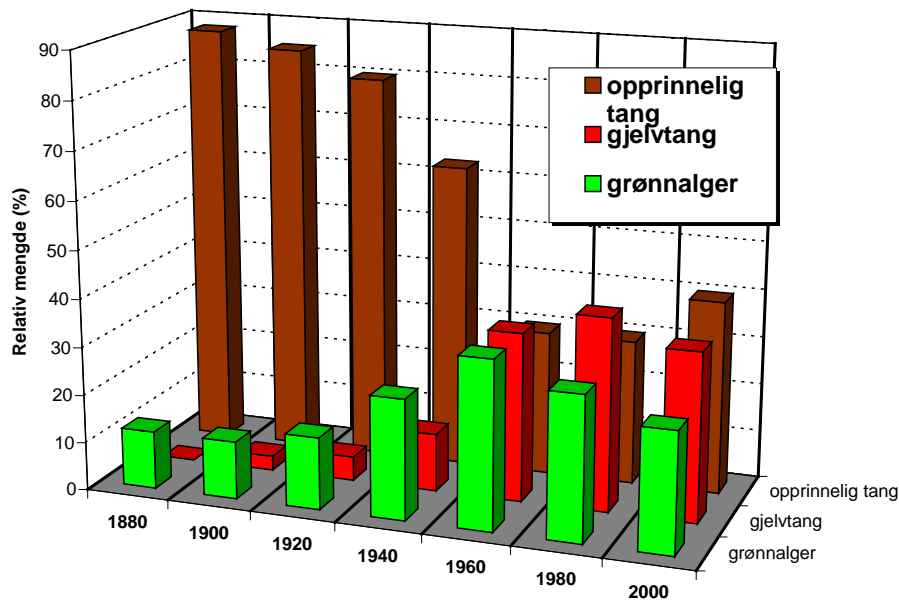
Strandsonen i Bunnefjorden består til stor grad av fjell. Normalt er denne type strandsone dominert av tangsamfunn. På grunn av forurensning fra kloakk har det vært store endringer i forekomstene av tang i indre Oslofjord gjennom 1900-tallet.

<b>Miljømål:</b>	Økt horisontalutbredelse av makroalger i strandsonen i Bunnefjorden
<b>Målparametre</b>	antall stasjoner med tangsamfunn i strandsonen
<b>Metode:</b>	semikvantitative registreringer i strandsonen
<b>Virkemiddel:</b>	bedret vannkvalitet, vern av substrat

**Lavt ambisjonsnivå:** Opprettholde dagens bestander i Bunnefjorden av spiraltang, blæretang, grisetang og sagtang på bekostning av gjelvtang. Forekomst av grisetang på minst en av de 28 stasjonene

**Middels ambisjonsnivå:** Oppnå en tilstand tilsvarende rundt 1950. Grenager (1957) sine undersøkelser i indre fjord ble gjort i 1945-46 og er de mest relevante i den sammenheng. Mål: Nyetablering av levedyktige bestander av grisetang i Bunnefjorden og øke forekomsten av de øvrige tangartene. Redusere forekomsten av gjelvtang. Forekomst av grisetang på minst 5 av de 28 stasjonene i Bunnefjorden

**Høyt ambisjonsnivå:** Oppnå en tilstand tilsvarende slutten av 1800-tallet. Mål: Få tilbake antatt opprinnelig tangvegetasjon i Bunnefjorden. Alle fire opprinnelige tangarter skal forekomme i hele området. Gjelvtang bør ha en beskjeden plass i strandsonen. Forekomst av grisetang på minst 10 av de 28 stasjonene i Bunnefjorden



**Figur 2.** Antatt utvikling fra 1880 til 2000 av de fire opprinnelige tangartene (spiral-, blåre-, grise- og sagtang) basert på litteratur siden 1880-årene, samt ”nyinnvandrerene” gjelvtang og hurtigvoksende grønnalger (grønske). Etter Magnusson et al. (2001).

### Grunne bløtbunnsområder

Innerst i Bunnefjorden, i Bonnebukta, er det grunn sand/bløtbunn som er egnet substrat for sjøgraset ålegras. I dag forekommer ålegras i dette område, men antageligvis i mindre forekomster og i dårligere forfatning enn de naturlige forutsetninger i området tilsier. Ålegrasenger er truede biotoper mange steder i Europa, og ålegras er beskyttet i henhold til Bernkonvensjonen, og omfattet av EUs Habitatsdirektiv. Utbredelsen av ålegras er blant de kvalitetselementer som inngår i vannrammedirektivet

<b>Miljømål:</b>	levedyktige ålegrassamfunn i Bonnebukta
<b>Målparametre:</b>	utbredelse av ålegrassamfunn – tetthet av planter
<b>Metode:</b>	Nedsenkbar kamera, evt. vannkikkert, flyfoto?
<b>Virkemiddel:</b>	bedret vannkvalitet, vern av leveområder

**Lavt ambisjonsnivå:** opprettholdelse av dagens spredte forekomst av ålegras

**Middels ambisjonsnivå:** opprettholdelse av dagens forekomst av ålegras, men med økt tetthet av planter

**Høyt ambisjonsnivå:** økte forekomster av ålegras, både i horisontal utbredelse og i form av økt nedre voksegrense

### Sublitoral hardbunn

Algenes forekomster nedover i dypet avtar naturlig med sollyset siden de er avhengige av lys for å leve. I områder hvor vannet har redusert siktdyp vil nedre voksegrense for algene være grunnere enn naturlig, og dermed får en redusert produksjon og biologisk mangfold. Måling av siktdyp gir et øyeblikksbilde, mens nedre voksegrense for fastsittende alger gir et akkumulert alternativt mål på vannets gjennomsiktighet. Algeutbredelsen i sjøsonen er blant de kvalitetselementer som inngår i vannrammedirektivet. Med bakgrunn i eksisterende informasjon om nedre voksegrense i

Bunnefjorden, og de miljømål som er foreslått for siktdyp i Bunnefjorden, foreslåes det å gi miljømål for nedre voksegrense for opprette alger i Bunnefjorden.

<b>Miljømål:</b>	økt vertikal-utbredelse av makroalger i Bunnefjorden
<b>Målparametere:</b>	nedre grense for spredt vekst (min. ca 5% dekningsgrad) av opprette makroalger:
<b>Metode:</b>	nedre voksegrense måles med nedsenkbart kamera
<b>Virkemiddel:</b>	bedret vannkvalitet, økt siktdyp, redusert beiting

**Lavt ambisjonsnivå:** Spredt eller større forekomst av alger dypere enn 8 meter

**Middels ambisjonsnivå:** Spredt eller større forekomst av alger dypere enn 12 meter

**Høyt ambisjonsnivå:** Spredt eller større forekomst av alger dypere enn 15 meter

### 3.2 Miljømål for bløtbunnsfauna og hyperbenthos

Forekomst av bløtbunnsfaunaen (dyr som lever nede i sedimentet) og hyperbenthos (dyr som lever på og rett over bunnen – eksempelvis reker) er derfor viktig for forekomst av fisk. Under normale forhold representerer også bløtbunnsfauna og hyperbenthos en viktig andel av sekundærproduksjonen i et sjøområde område og bidrar da også vesentlig til områdets totale biodiversitet.

Alle høyere bløtbunnsorganismer krever et visst oksygeninnhold i vannmassene for å overleve. Oksygenforholdene har derfor vært styrende for de miljømålene som er foreslått.

#### 3.2.1 Bløtbunnsfauna

Miljømålene for bløtbunnsfauna i Bunnefjorden tar utgangspunkt i miljømålene som er foreslått for oksygen i mellomlaget (20-50 m dyp) og dypvannet (dypere enn 50 m) i Fase 1. Dypvannet er mer isolert fra resten av fjorden og har lengre oppholdstid enn de grunnere vannmassene. Det tar derfor lenger tid før nytt oksygen blir tilført dypvannet og kan erstatte det som er brukt opp.

I en undersøkelse av faunaen i oksygenfattige fjorder på Sørlandet er det funnet tydelige sammenhenger mellom artsmangfold hos bunnfauna og laveste oksygenivå i dypvannet. Denne sammenhengen er brukt til å anslå bløtbunnsfaunaens tilstand i Bunnefjorden ved de tilstandsmål for oksygen som ble foreslått i Fase 1. Disse anslagene av faunatilstand er så satt som miljømål for bløtbunnsfaunaen i Bunnefjorden. (Tabell 1 og Tabell 2).

*Miljømål for bløtbunnsfauna i mellomdyp (20-50 m) i Bunnefjorden*

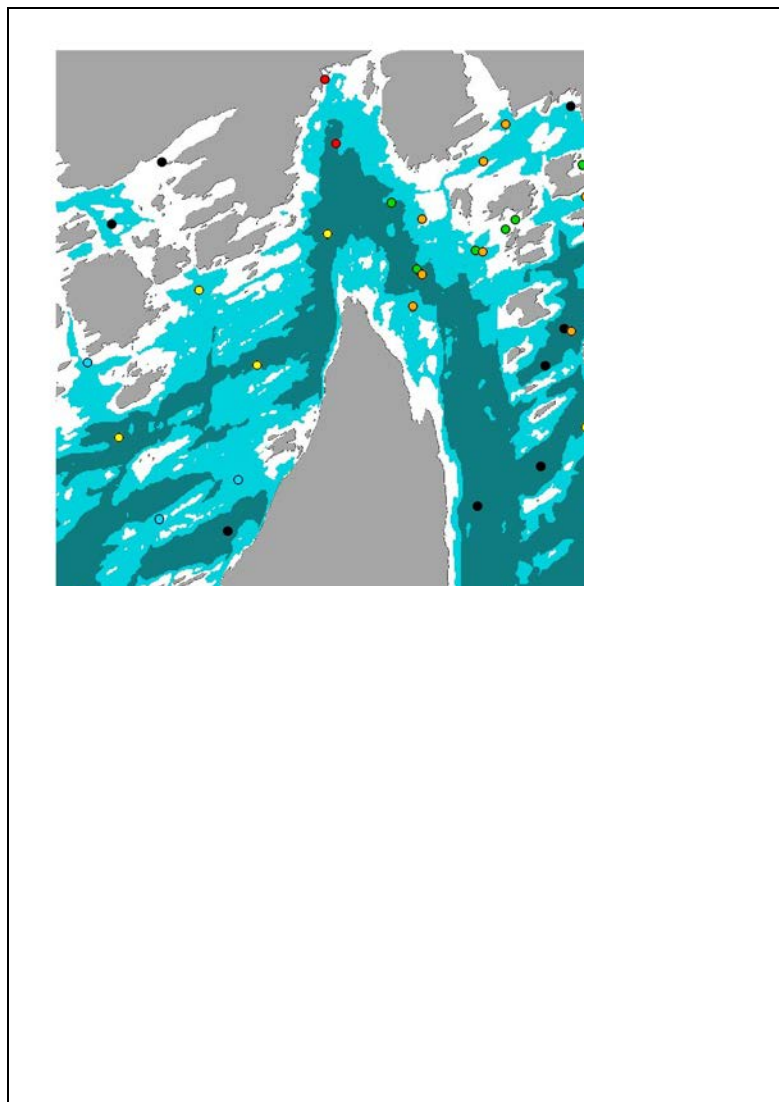
Vannmassen i mellomlaget (20 til 50 meters dyp)				
O <sub>2</sub> min (ml/l)	H	ES100	S	Tilstandsklasse (SFT, 1997)
Lavt ambisjonsnivå = 1.0	2.5	17	35	Mindre god (III)
Middels ambisjonsnivå = 1.5	3.0	20	47	God (II)
Høyt ambisjonsnivå = 2.0	3.4	22	60	God (II)

*Miljømål for bløtbunnsfauna i dypområdene (dypere enn 50 m) i Bunnefjorden*

Dypvannet (50 meters dyp til bunn)				
O2min (ml/l)	H	ES100	S	Tilstandsklasse (SFT, 1997)
Lavt ambisjonsnivå = 0.0	1.7	12	10	Dårlig (IV)
Middels ambisjonsnivå = 0.5	2.1	14	22	Mindre god (III)
Høyt ambisjonsnivå = 1.0	2.5	17	35	Mindre god (III)

Undersøkelser i de siste tiår har vist at mye av dypområdene i Bunnefjorden er uten liv, men også at noen lokaliteter oppfyller kravene til lavt og til dels middels ambisjonsnivå.

Forbedringer i tilstanden hos bløtbunnsfaunaen i de dypeste områdene i Bunnefjorden kan ta tid (mange år), fordi sedimentene er hydrogen-sulfidholdige og må tilføres oksygen før bløtbunnsfaunaartene kan etablere seg.

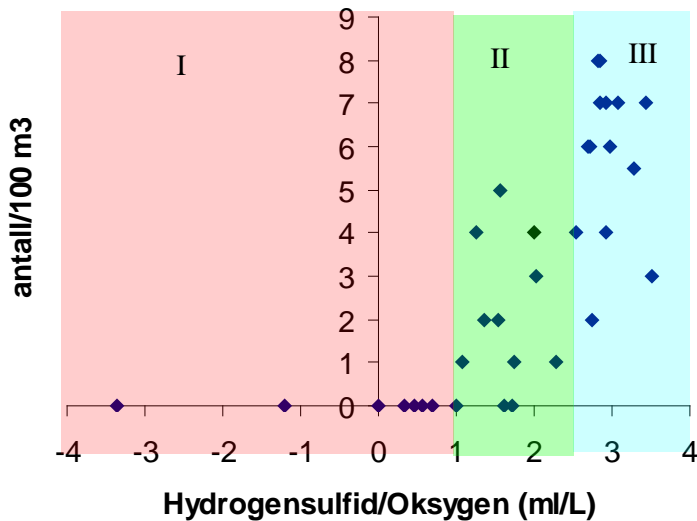


**Figur 3.** Undersøkte bløtbunnsfaunastasjoner i indre Oslofjord, med tilstandsklassifisering basert på artsmangfoldindeksen H (SFT, 1997).

### 3.2.2 Hyperbenthos/reker

Det var tidlig på 1900-tallet et rikt fiske etter reker i indre Oslofjord blant annet i de dypeste partier i Bunnefjorden. En dokumentert krise for faunaen i indre Oslofjord fant imidlertid sted i 1950 og det ble da observert hydrogensulfid fra 75 m og dypere i Bunnefjorden. Dette forhindret forekomst av reker og annen fauna dypere enn 75 m. Siden ca 1950 har det derfor kun sporadisk blitt oppsøvert reker i de dypere deler av Bunnefjorden.

Det er en sammenheng mellom forekomst av reker og oksygenverdiene i bunnvannet når vi ser indre Oslofjord under ett (se figuren under).



Antall rekearter i Oslofjorden ved ulike hydrogensulfid/oksygen konsentrasjoner i bunnvannet. I figuren er foreslåtte miljømål vist.

III (Høyt ambisjonsnivå): Muligheter for rekefiske som tidlig på 1900-tallet (blått)

II (Middels ambisjonsnivå): Reker skal forekomme i dypområdene i Bunnefjorden (grønt)

I (Lavt ambisjonsnivå): Som i dag (rødt)

#### Høyt ambisjonsnivå

Det mest radikale miljømålet for Bunnefjorden er at forekomst av hyperbenthos/reker skal være slik den var rundt 1900. Oksygen konsentrasjonen i bunnvannet bør da være over ca 2,5 ml/l

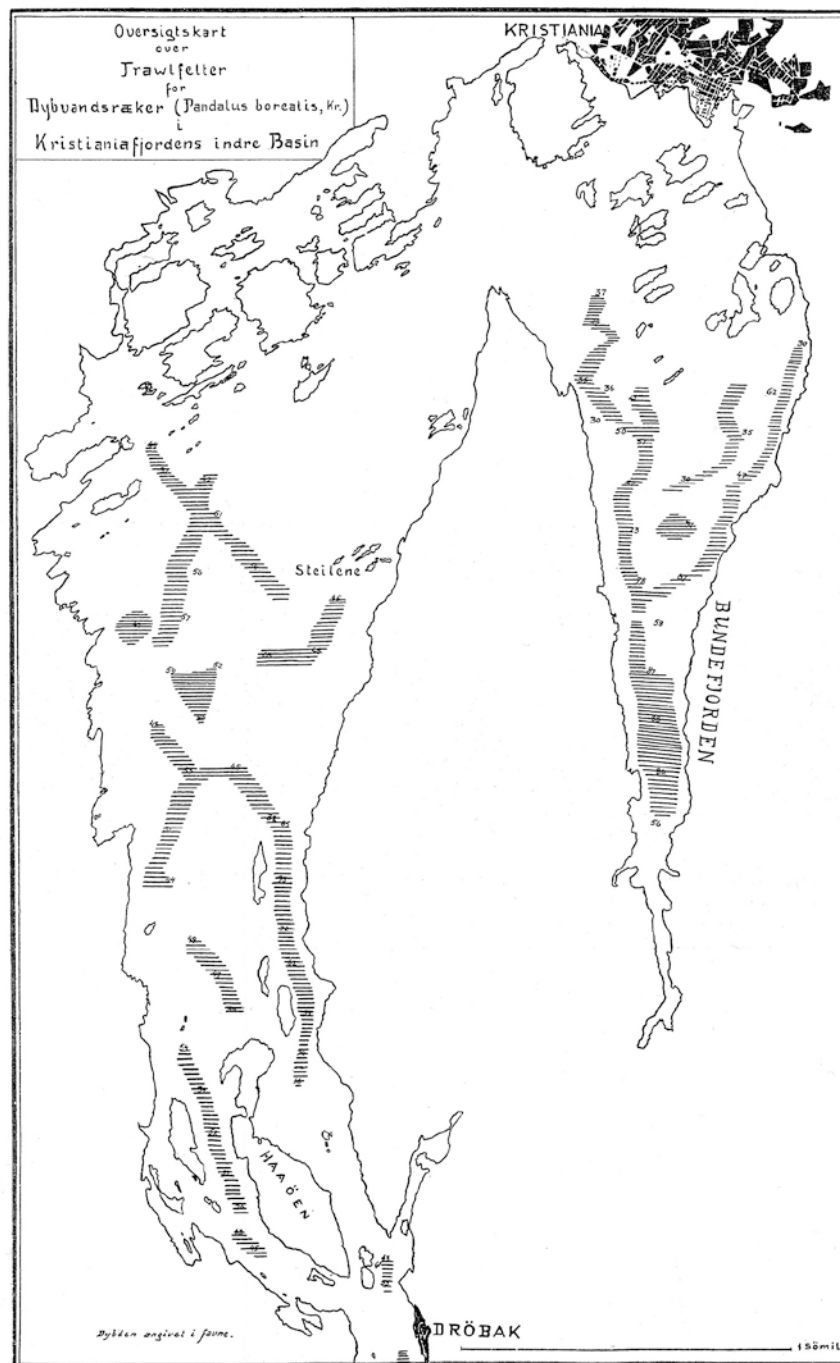
#### Midlere ambisjonsnivå

Reker skal forekomme i dypområdene i Bunnefjorden. Dette krever at oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet holder seg i området 1-2,5 ml/l. Forekomsten av reker vil variere meget og vil neppe gi grunnlag for noe kommersielt fiske av betydning.

#### Lavt ambisjonsnivå

Som i dag - Reker forekommer i hovedsak ikke i de dypere deler av Bunnefjorden, men sporadisk i nordre deler slik som ved Hellvikstangen. Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet <1 ml/L og forekomst av hydrogensulfid i bunnvannet er hyppig forekommende.





Figur 4. Oversikt over trålfelter i indre Oslofjord rundt 1906 (kilde: Wollebæk, 1906).

### 3.3 Miljøgifter

Miljøgifter i sediment og organismer kan være et alvorlig lokalt miljøproblem og kan være en trussel mot human helse og forekomst av planter og dyr i sjøområder.

Forekomst av miljøgifter i organismer fra Oslofjorden har ført til at det er innført kostholdsrad for hele området også Bunnefjorden. Dagens kostholdsrad er knyttet til forekomst av antropogene miljøgifter (i hovedsak PCB) i sjømat og innebærer at konsum av ål fanget innenfor Drøbak frarådes og at konsum

av lever fra fisk fanget i Oslofjorden innenfor Horten og Jeløya også frarådes. I tillegg har en omsetningsrestriksjoner som sier at fisk fanget i Oslofjorden innefor Drøbak skal omsettes sløyet og uten lever. Bakgrunnen for dette er de høye PCB konsentrasjoner som opptrer i fiskelever.

Fastsettelse av miljømål er nødvendig ved planlegging og gjennomføring av tiltak. Målene kan være på forskjellige nivåer, men to typer er sentrale, nemlig:

- Langsiktige forvaltningsmål
- Lokale tiltaksmål

Miljømålene bør forankres hos aktuelle interessenter. Disse kan være kommunen, regionale/sentrale miljøvernmyndigheter, industrien, interesseorganisasjoner og befolkningen generelt. Slik sett krever fastsettelse av miljømål både en administrativ og politisk prosess.

I utgangspunktet var det ønske om å utarbeide også lokaltilpassede miljømål. Pga mangel på lokal informasjon om forholdene i slike områder i Bunnefjorden har dette vært umulig. De formulerte miljømålene er derfor på et mer overordnet nivå og formulert som et langsiktig forvaltningsmål.

### **3.3.1 Miljøgifter i sediment**

#### **Høyt ambisjonsnivå**

- Konsentrasjonen av miljøgifter i bunnsedimenter skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske (dvs ingen kostholdsråd), havnedrift og havneutvikling, båtliv og yrkesfiske uten omsetningsrestriksjoner.
- Forurensede sedimenter og oppvirvling av disse skal ikke føre til langsiktige, negative effekter på økosystemet (inkludert forekomst av imposex hos nettsnegl).

#### **Middels ambisjonsnivå**

- Konsentrasjonen av miljøgifter i bunnsedimenter skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske, havnedrift og havneutvikling og båtliv og yrkesfiske med omsetningsrestriksjoner knyttet til salg av rund fisk.

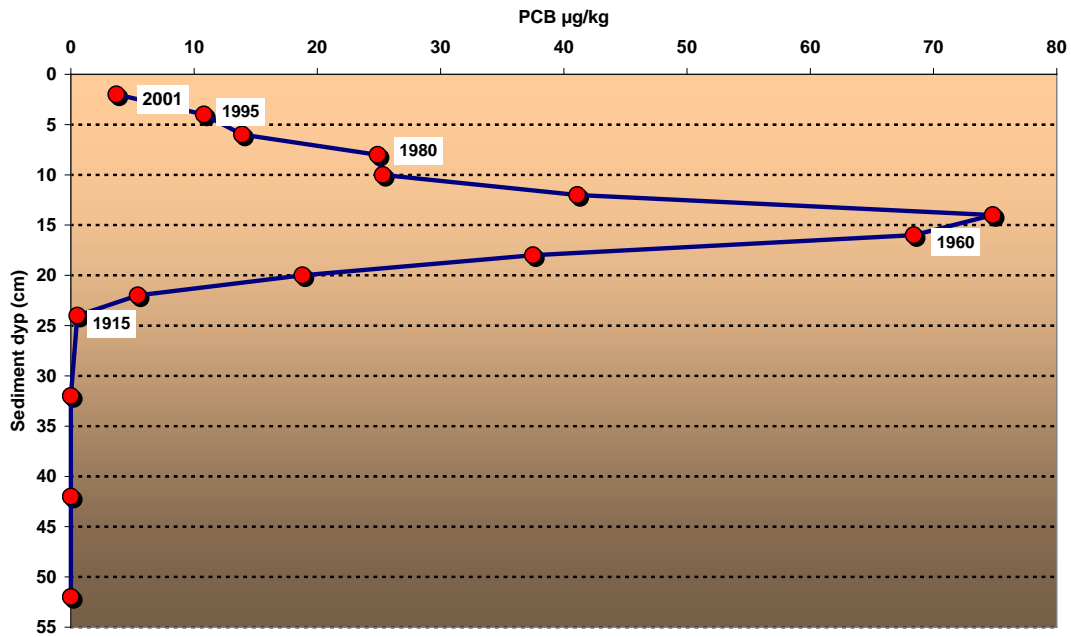
#### **Lavt ambisjonsnivå**

##### Dypområdene

- Konsentrasjonen av miljøgifter i sediment i dypområdene (> 10m) skal ikke øke i forhold til situasjonen i dag, men reduseres i takt med naturlig sedimentering og antatte reduksjoner i tilførsler som har og vil finne sted.

##### Grunnområdene (tentativt <10 m) inkludert alle småbåthavner

- Miljøgiftinnholdet i bunnsedimenter skal ikke være til hinder for normal havnedrift og utvikling av småbåthavner. Dvs miljøgiftnivåene skal ligge innefor det som av SFT defineres som tilstandsklasse II (dvs. moderat forurenset).



**Figur 5.** PCB-konsentrasjonen i Bunnefjorden i en sedimentkjerne fra 2001. Alder ble bestemt vha Pb 210-metoden. Tilførsler av PCB til Bunnefjorden var størst omkring 1960 og deretter har de avtatt. I analysen av PCB inngår summen av de syv viktigste PCB-forbindelsene. (Kilde: Helland/Magnusson).

### 3.3.2 Miljøgifter i organismer

#### Høyt ambisjonsnivå

- Konsentrasjonen av miljøgifter i organismer fra Bunnefjorden skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske og yrkesfiske uten omsetningsrestriksjoner.
- Miljøgifter i organismer (fisk, skalldyr, snegl) skal ikke føre til langsiktige, negative effekter på individ eller bestandsnivå.

#### Middels ambisjonsnivå

- Det vedvarende høye PCB nivået i lever fra fisk (torsk) fra indre Oslofjord (sannsynligvis også Bunnefjorden) skal reduseres (snu trenden).
- Konsentrasjonsnivået av TBT i snegl (nettsnegl og vanlig strandsnegl) skal reduseres slik at hormonforstyrrende effekter på snegl ikke opptrer i Bunnefjorden.

#### Lavt ambisjonsnivå

- Det vedvarende høye PCB nivået i lever fra fisk (torsk) fra indre Oslofjord skal reduseres.



**Figur 6.** Oversikt over områder med kostholdsråd i indre del av Oslofjorden. Områder for undersøkelser av miljøgifter i fisk og skjell er antydnet (Kilde: Økland 2005)