



Rapport Inr

# Miljømål Bunnefjorden Rapport fase 1

Brukerinteresser, tilførsler og  
forslag til foreløpige miljømål



Bunnefjorden (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) 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 18 51 00  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

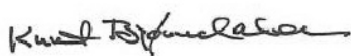
9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøsmål Bunnefjorden – Rapport fase 1 Brukerinteresser, tilførsler og forslag til foreløpige miljøsmål	Løpenr. (for bestilling) 5448	Dato 30. juni 2007
	Prosjektnr.    Undernr. 26067	Sider    Pris 97
Forfatter(e) Birger Bjerkeng Knut Bjørndalen Jan Magnusson	Fagområde MØ	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for indre Oslofjord	Oppdragsreferanse Dagfinn Danielsen Arnstein Flatlandsmo
--	--

Sammendrag Rapporten Miljøsmål Bunnefjorden, fase 1, er begynnelsen på et prosjekt som skal munne ut i politiske vedtatte miljøsmål for fjorden. Rapporten omhandler følgende temaer: Identifisering og vurdering av brukerinteresser og eventuelle interessekonflikter Fastsettelse av tilførsler fra land og fra hovedfjorden Forslag til foreløpige miljøsmål for vannmassene (vannkvalitet) Arbeidet vil bli fulgt opp i fase 2 der en skal utarbeide forslag til foreløpige mål for det biologi og miljøgifter (fase 2) og en tiltaksanalyse basert på det framskaffede kunnskapsgrunnlaget i fase 1 og 2.
--

Fire norske emneord 1. Miljøsmål 2. Brukerinteresser 3. Vannkvalitet 4. Bunnefjorden	Fire engelske emneord 1. Environmental objectives 2. Water user interests 3. Water quality 4. Bunnefjorden
--	--



*Knut Bjørndalen*  
Prosjektleder



*Merete Ulstein*  
Forskningsleder



*Jarle Nygard*  
Fag- og markedsdirektør

ISBN 978-82-577-5183-8

# **Miljømål Bunnefjorden**

## Rapport fase 1

Brukerinteresser, tilførsler og forslag til foreløpige miljømål for vannmassene.

# 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. Denne rapporten som omhandler fase 1 inneholder følgende deloppgaver:

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

Arbeidet vil senere i 2007 følges opp av forslag til foreløpige mål for det biologi og miljøgifter (fase 2) og 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.

Kapittelet om næringsfiske er skrevet på bakgrunn av opplysninger fra Harald Kristoffersen, Indre Oslofjord Fiskerlag mens kapittelet om sportsfiske er skrevet på bakgrunn av opplysninger gitt av Otto Dønnum, Akershus Jeger- og Fiskeforening. Oslofjordens friluftsråd er konsultert og opplysningene her er gitt av Ailin Gundersen. Alle takkes for nyttige innspill.

NIVA, juni 2007

Knut Bjørndalen

# Innhold

<b>1. Innledning</b>	<b>12</b>
<b>2. Identifisering og vurdering av brukerinteresser</b>	<b>13</b>
1.1. Overordnede føringer på nasjonalt nivå og fylkesnivå	13
1.1.1. Nasjonalt nivå	13
1.1.1.1. Plan- og bygningslovens § 17-2 Forbud mot bygging og fradeling i 100-metersbeltet langs sjøen	13
1.1.1.2. Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen	13
1.1.2. Fylkesnivå	13
1.2. Kommun nivå - Kommuneplan	14
1.2.1. Oslo kommune	14
1.2.2. Oppegård kommune	15
1.2.3. Ås kommune	16
1.2.4. Frogn kommune	18
1.2.5. Nesodden kommune	19
1.3. Friluftsområder	21
1.3.1. Sikrede friluftsområder	21
1.3.1.1. Ås kommune	21
1.3.1.2. Nesodden kommune	21
1.3.2. Andre tilrettelagte badeplasser	23
1.3.2.1. Oslo kommune	23
1.3.2.2. Oppegård kommune	23
1.3.2.3. Frogn kommune	23
1.3.2.4. Nesodden	23
1.3.3. Badevannskvaliteten i Bunnefjorden	25
1.4. Naturområder	28
1.4.1. Naturreservater vernet etter naturvernloven	28
1.4.1.1. Ås kommune	28
1.4.1.2. Frogn kommune	28
1.4.1.3. Nesodden kommune	28
1.4.2. Naturområder sikret etter PBL og andre viktige naturområder	30
1.4.2.1. Ås kommune	30
1.4.2.2. Frogn kommune	30
1.4.2.3. Nesodden kommune	30
1.5. Områder av naturvitenskapelig interesse i selve Bunnefjorden	32
1.6. Fritidsbåter	34
1.7. Fiske	35
1.7.1. Næringsfiske	35
1.7.2. Sportsfiske	35
1.8. Brukerinteresser - Sammenfattende konklusjon	36

<b>2.</b>	<b>Tilførsler til Indre Oslofjord</b>	<b>38</b>
2.1.	Hovedtrekk ved dagens tilførsels-situasjon	38
2.2.	Tilførselssituasjonen i de enkelte kommunene	38
2.2.1.	Ås	39
2.2.2.	Frogn	39
2.2.3.	Ski	39
2.2.4.	Nesodden	39
2.2.5.	Oppegård	40
2.2.6.	Oslo	40
2.2.7.	Bærum	40
2.2.8.	Asker	40
2.2.9.	Røyken	41
2.2.10.	Hurum kommune	41
2.3.	Oversikt over utslipp fra renseanlegg og større overløp	41
2.3.1.	VEAS	41
2.3.2.	Bekkelaget renseanlegg	42
2.3.3.	Nordre Follo renseanlegg	43
2.3.4.	Mindre renseanlegg	43
2.4.	Målte tilførsler i vassdragene	44
2.4.1.	Årungen og Årungselta	44
2.4.2.	Gjersjøvassdraget	45
2.4.3.	Vassdragene i Oslo	45
2.4.4.	Sandvikselva og Øverlandselva	46
2.4.5.	Askerelva og Neselva	46
5.1.1	Åroselva	46
2.5.	Beregning av tilførsler med modellen TEOTIL	47
2.6.	Tilførselsbeskrivelse for dagens situasjon brukt i modellkjøringene	50
<b>3.</b>	<b>Foreløpige miljømål – Fase I.</b>	<b>52</b>
3.1.	Innledning.	52
3.2.	Andre systemer for miljøklassifisering av betydning for miljømålene i Bunnfjorden.	52
3.3.	Metoder.	53
3.4.	Foreløpige miljømål basert på observasjoner og vannkvalitetskriterier.	53
3.4.1.	Definisjoner.	53
3.4.2.	Badevannskvalitet ved friluftsbad.	57
3.4.3.	Miljømål for overflatelaget (0-20 m dyp).	58
3.4.3.1.	Næringsalter.	58
3.4.3.2.	Planteplanktonbiomasse.	67
3.4.3.3.	Siktdyp.	68
3.4.3.4.	Bonnebukta.	69
3.4.4.	Mellomlaget (20-50 meters dyp)- oksygenforhold.	70

3.4.5. Dypvannet (50 meters dyp til bunn) - oksygenforhold.	73
3.5. Modellkjøringer som grunnlag for å justere miljømål	76
3.5.1. Betydningen av forholdene i Skagerrak og ytre Oslofjord	77
3.5.2. Modellscenarier	78
3.5.3. Hvordan modellen er kjørt	79
3.5.4. Resultater	80
3.5.4.1. Nitrogen og fosfor i overflaten	81
3.5.4.2. Oksygen i dypvannet i Bunnefjorden	87
<b>4. Sammenfatning - foreløpige miljømål basert på observasjoner og modellkjøringer.</b>	<b>89</b>
4.1. Miljømål for vannmassene i overflatelaget.	90
4.1.1. Badevannskvalitet.	90
4.1.2. Næringssalter.	90
4.1.2.1. Sentrale Bunnefjorden vinterstid.	90
4.1.2.2. Bunnebotten-overflatelaget	91
4.1.2.3. Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a)	91
4.1.2.4. Siktdyp i sentrale Bunnefjorden (sommerstid).	91
4.1.2.5. Siktdyp Bunnebotten.	92
4.2. Vannmassen i mellomlaget (20-50 meters dyp) - oksygenforhold.	92
4.3. Dypvannet (50 meters dyp til bunn) - oksygenforhold.	92
4.4. Sluttkommentarer.	92
<b>5. Litteratur</b>	<b>93</b>
<b>Vedlegg A. Uttalelse fra Oslofjordens friluftsråd</b>	<b>95</b>

# Sammendrag

## 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 er 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.

## 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.*

## Utfordringer for den kommunale planleggingen i Bunnefjordens strandsone 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 Bonnebukta 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 mudring. 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 rekryteringsområder til andre deler av fjorden, Det vil være spesielt gunstig hvis slike områder kan knyttes til vernede områder på land.

### **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.

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.

Det kan også oppstå konflikter mellom yrkesfiske og fysiske inngrep. Gamle tradisjonelle fiskeplasser er derfor viktig å få kartlagt.

### **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 vannutskiftningen med resten av indre Oslofjord. Vannkvaliteten i indre Oslofjord er på tilsvarende måte i stor grad bestemt av forholdene i ytre Oslofjord. Etter de rens tiltakene 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 næringssalter 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.

### **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. Middels ambisjonsnivå tilsvarer omtrent forholdene i fjorden på 1950-tallet og høyt ambisjonsnivå forholdene mellom 1910-20.

Den 19.12.2006 ble Forskrift om rammer for vannforvaltningen Norsk lov (EUs Water Framework Directive (WFD)). Arbeidet med miljømål i denne rapporten var da i stor sett avsluttet. I store trekk er imidlertid dette arbeidet i trå med WFD, men avviker i detaljer.

Forskriftene arbeider også med miljømål definert som meget god økologisk tilstand, god økologisk tilstand og moderat økologisk tilstand samt dårlig og meget dårlig tilstand. I store trekk tilsvarer lavt ambisjonsnivå i denne rapporten moderat/dårlig økologisk tilstand, middels ambisjonsnivå moderat økologisk tilstand og høy ambisjonsnivå god økologisk tilstand. Det bør her påpekes at EU krever referansesystemer for definisjon av tilstand (interkalibreringer) som ennå ikke er klare. Når det skulle foreligge klarere resultater på dette felt kan det være behov for revurdering av tilstandsbeskrivelsene i Bunnefjorden- en prosess som også er en del av Forskriftene.

Forskriftene inneholder også anbefalinger om at observasjoner som skal vise at et område har et definert økologisk tilstand skal spesifiseres med hensyn til utsangskraft. I denne rapporten har det bare unntaksvis blitt anbefalt observasjonsfrekvenser og tidsrom for observasjoner.

### **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:

### **Næringssalter**

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

	Totalfosfor		Totalnitrogen	
	Vinter	Sommer	Vinter	Sommer
Lavt ambisjonsnivå	<42	<16	<480	<250
Middels ambisjonsnivå	<36	<12	<460	<250
Høyt ambisjonsnivå	<33	12	<430	<250

### Bonnebukta-overflatelaget

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

### Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a)

Det er satt følgende miljømål for planteplanktonbiomassen om sommeren (i 85 % av observasjonene).

	Bunnefjorden
Lavt ambisjonsnivå	< 3,5 ug/l
Middels ambisjonsnivå	< 2 ug/l
Høyt ambisjonsnivå	< 2 ug/l

### Siktdyp i sentrale Bunnefjorden (sommerstid) og Bonnebukta.

Det er satt følgende miljømål for siktdypet i Bunnefjorden og Bonnebukta (i 85 % av observasjonene).

	Bunnefjorden (sommer)	Bonnebukta
Lavt ambisjonsnivå	> 3	> 2
Middels ambisjonsnivå	> 4,5	> 3
Høyt ambisjonsnivå	> 6	> 4,5

### Oksygenkonsentrasjon i vannmassene

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

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

# 1. Innledning

Fagrådet for indre Oslofjord har bedt NIVA utarbeide foreløpige miljømål for Bunnefjorden. Arbeidet med å sette miljømål for Bunnefjorden har de siste år blitt aktualisert i forbindelse med implementeringen av EUs vannrammedirektiv i Norge. Iht vannrammedirektivet skal det settes miljømål for alle vannforekomster i Norge i løpet av 2008. Forskrifter om rammer for vannforvaltningen ble Norsk lov den 19.12.2006, dvs. når arbeidet med den rapporten i hovedsak var avsluttet.

Arbeidet med å foreslå foreløpige miljømål for vannmassene i Bunnefjorden er første fase i en prosess med sikte på å få politisk vedtatte miljømål for Bunnefjorden.

Miljømål for indre Oslofjord har tidligere blitt vurdert av NIVA (Baalsrud m.fl. 1986). Her ble det foreslått miljømål for hele indre Oslofjord ut fra tre ambisjonsnivåer – lav (dagens tilstand, dvs. 1986), middels- og høy. De ulike ambisjonsnivåene ble knyttet til tiltak, men i hovedsak begrenset til tilførsel av næringssalter. Miljømålene ble aldri politisk behandlet, men enkelte av målene blir brukt i vurderingen av forholdene i fjorden.

Når en skal foreslå miljømål for Bunnefjorden er det nødvendig at en har en oversikt over de forskjellige brukerinteresser som er knyttet til fjorden. De fleste brukerinteresser i Bunnefjorden antas å forutsette en vannkvalitet som gjør fjorden egnet til bading, fiske, friluftsliv og rekreasjon. Kommunenes forvaltning av strandområdene er imidlertid i stor grad medbestemmende i om en kan oppnå de ønskede miljømål.

Separate miljømål for Bunnefjorden er ikke uavhengig av hva som skjer i andre deler av fjorden. Vannmassene i Bunnefjorden vil i stor grad være påvirket av vannutskiftningen med resten av fjorden. I arbeidet med forslag til nye miljømål for Bunnefjorden, må en også ta hensyn til hva som er mulige miljømål for resten av fjorden,

I fase 1, som denne rapporten omhandler, vil en utarbeide foreløpige miljømål for selve vannmassene. I fase 2 vil en også foreslå miljømål for det biologiske liv knyttet til forskjellige biotoper i de frie vannmasser, strand- og bunnssubstratet. En vil også foreslå foreløpige miljømål for utvalgte miljøgifter.

## **2. Identifisering og vurdering av brukerinteresser**

### **1.1. Overordnede føringer på nasjonalt nivå og fylkesnivå**

#### **1.1.1. Nasjonalt nivå**

##### **1.1.1.1. Plan- og bygningslovens § 17-2 Forbud mot bygging og fradeling i 100-metersbeltet langs sjøen**

Oslofjordregionen er Norges mest benyttede rekreasjonsområde og inneholder store verneverdier.

Kystsonen i Norge har siden midt i 1950-årene hatt et særlig vern mot nedbygging, gjennom lovgivning om strandområdene og senere gjennom bestemmelser om 100-metersbeltet i plan- og bygningslovens § 17-2.

Iht § 17-2 eksisterer det forbud mot bygging og fradeling i 100-metersbeltet langs sjøen. Eksisterende bygninger og konstruksjoner kan heller ikke endres vesentlig. Bestemmelsen gjelder imidlertid ikke i tettbygd strøk eller i områder som omfattes av reguleringsplan eller strandplan.

Det er mulig å søke om dispensasjon og denne myndigheten er lagt til kommunene.

Tross et byggeforbud i flere 10-år har det likevel foregått en utstrakt nedbygging og dermed en forringelse av verneverdier og muligheter for allmenn rekreasjon.

Miljøverndepartementet har nå til vurdering Planlovutvalgets forslag til endringer i Plan- og bygningsloven. En av endringene som er foreslått innebærer blant annet at kommuner i bestemte områder kan miste dispensasjonsmyndighet i bestemte saker eller områder av landet, og at den kan legges til fylkeskommunen eller staten i stedet for kommunen.

Regjeringen har i Soria Moria-erklæringen varslet at den har til hensikt å stoppe utbyggingen i strandsonen.

##### **1.1.1.2. Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen**

I 1993 ble Rikspolitiske retningslinjer for Oslofjorden vedtatt. Siktemålet med retningslinjene er å presisere de politiske mål som må tas med i avveiningen mellom utbygging og verne- og rekreasjonsverdier etter plan- og bygningsloven. Retningslinjene omhandler planlegging og forvaltning i og langs fjorden. Innefor retningslinjenes geografiske virkeområde skal naturverdier, kulturminneverdier og rekreasjonsverdier forvaltes som en ressurs av nasjonal betydning i dag og i framtiden.

#### **1.1.2. Fylkesnivå**

Akershus fylkeskommunes gjeldende fylkesplan (2004-2009) omhandler ikke Bunnfjorden eller forhold i strandsonen spesielt.

## 1.2. Kommun nivå - Kommuneplan

### 1.2.1. Oslo kommune

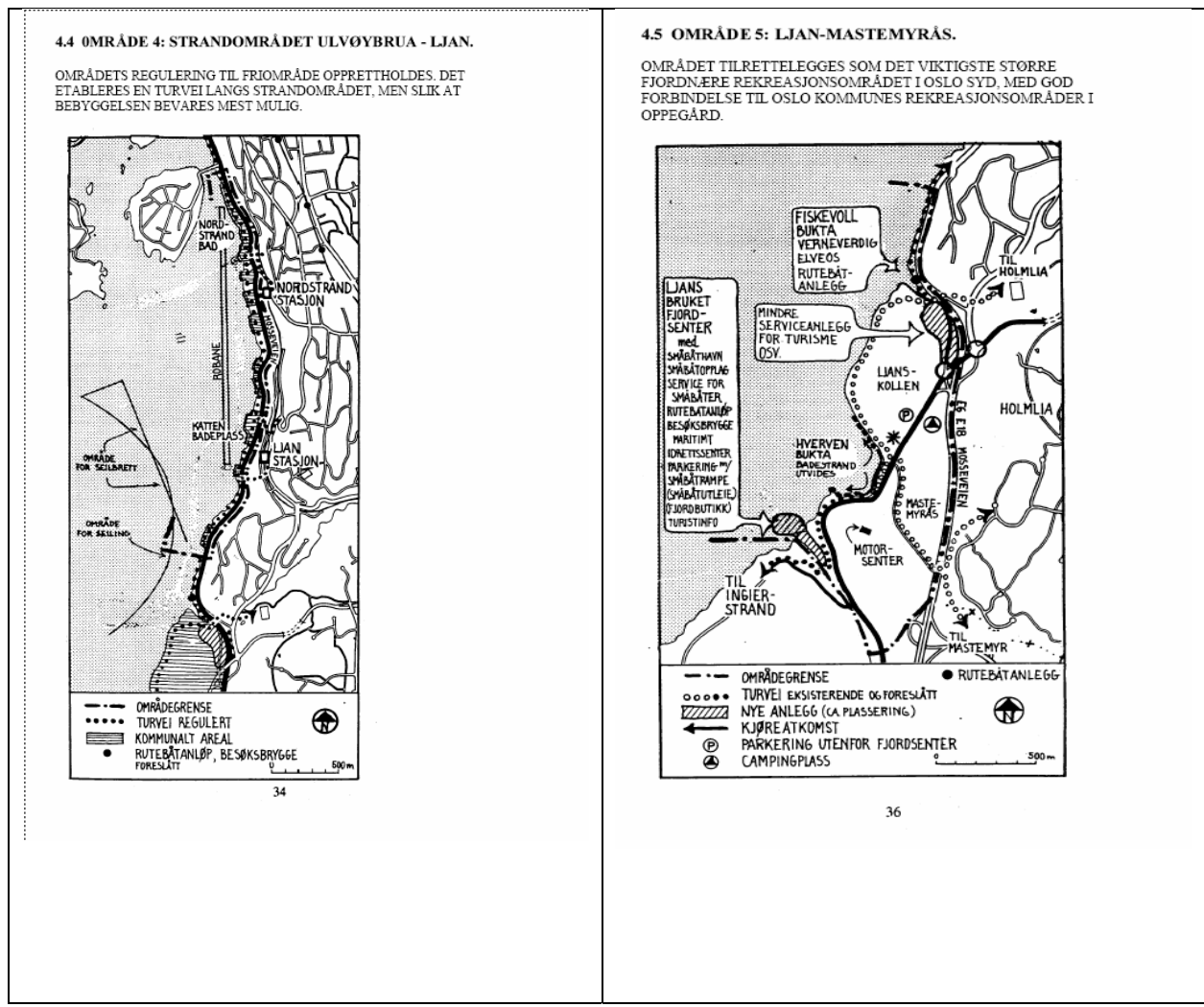
Planområdet som tilhører Oslo kommune strekker seg fra Nordstrand/Katten til Hvervenbukta.. Nordre del av planområdet er tettbebyggelse og E18 går langs med sjøen. Helt ned mot sjøen er det et smalt område bestående av enkelte hus mens resten er ubebygd. Dette området er i sin helhet regulert til friområde eller området er i kommunal eie.



**Figur 1.** Kart over planområdet i Oslo kommune (kilde:Oslo kommune)

Oslos kommunes gjeldende kommuneplan "Kommuneplanen 2004 – Oslo mot 2020" ble vedtatt av Oslo bystyre i 2004. Planen omtaler ikke det aktuelle planområdet.

Det aktuelle planområdet er først og fremst omtalt i Fjordbruksplanen av 1991 (Oslo kommune 1991). Fjordbruksplanen legger til rette for ulike friluftaktiviteter og bedret tilgjengelighet til fjordområdet. Fjordbruksplanen ble vedtatt av bystyret i juni 1991. Miljøverndepartementet godkjente i 1995 planen med unntak av området rundt Ljansbruket.



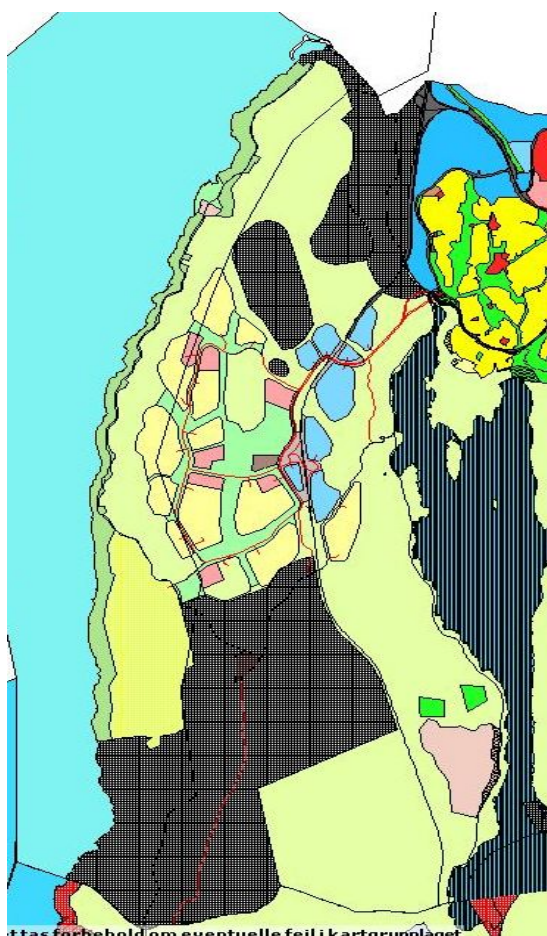
**Figur 2.** Utsnitt fra fjordbruksplanen 1991 som omhandler det aktuelle planområdet

**1.2.2. Oppegård kommune**

Oppegård kommune har 8 km strandlinje til Bunnefjorden og strekker seg fra Bestemorsstranda i nord til litt nord for Nebba i syd.

Kommuneplanen omtaler i liten grad forholdene til Bunnefjorden men viser til RPR for Oslofjorden. I arealdelen er imidlertid strandsonen omtalt på følgende måte: ”Gjøre strandsonen vår mer tilgjengelig og attraktiv.”

Mht bevaring av biologisk mangfold refereres det til den regionale kartlegging av biologisk mangfold i Follo. Området mellom Gjersjøen og Bunnefjorden er i dag lite utbygd. Områdene langs sjøen er kun spredt bebygd, og et mindre område er regulert som friområde. Ellers er resten av strandsonen avsatt som LNF-1 (strandsoner) som har et strengere vern enn ordinære LNF-områdene (LNF-3). De bakenforliggende områdene er ordinære LNF-områder mens området ved Bålerud er et avgrenset LNF-område der spredt boligutbygging er tillatt (LNF2). Strandsonområdet lengst mot syd er båndlagt til mai 2006 som en del av et større verneområde. (Svartskog landskapsvernområde).



Området i strandsonen merket mørk grønn er LNF1 med strengere vern enn ordinære LNF-områder.

Området ved Bålerud (merket gult innenfor LNF1 området) er et avgrenset LNF-område der spredt boligbygging er tillatt.

Området som framstår som svart skal vernes etter PBL (Svartskog landskapsvernområde)

**Figur 3.** Oppegård kommune. Kommuneplanens arealdel (kilde Oppegård kommune)

### 1.2.3. Ås kommune

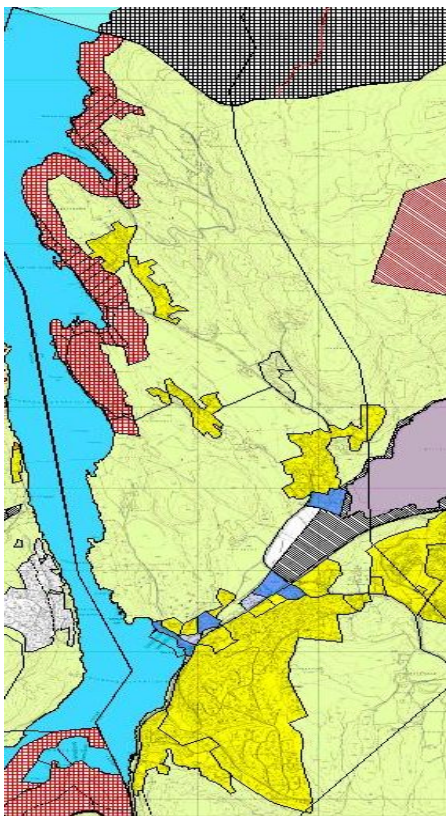
Ås kommune har 4 km strandlinje langs Bunnefjorden. Strandlinjen til Bunnefjorden omfatter Breivoll friområde, blandet hytte- og boligområde og LNF-områder, samt området ved Nettet til «særskilt bruk eller vern». Ved Nettet er det i dag en marina og noe blandet næringsbebyggelse.

Hele 100-metersbeltet langs sjøen er i kommuneplanen definert som et område av nasjonal interesse, med bygge- og deleforbud etter plan- og bygningslovens § 17-2. I tillegg vises til *Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst og sjøområdene i Oslofjordregionen (RPR-O)* RPR-O sonen strekker seg i variabel grad vesentlig lenger inn fra kysten enn 100-meterssonen. Den omfatter med unntak av noe bebyggelse ved Pollevann, all bebyggelse på Nebba-Kjærnes, Nettet og Askehaugåsen.

Ås kommune har utarbeidet en egen kommunedelplan som omfatter hele RPR-O området for kystområdet langs Bunnefjorden. Kommunedelplanen ble vedtatt samtidig med gjeldende kommuneplan. Her er avgrensingen for de fire arealkategoriene inntegnet.

Vernede naturområder i henhold til plan- og bygningsloven er Kjøyabukta ved Nebba. Området ved Nettet er preget av forskjellig typer næringsvirksomhet, med marina og nylig etablert trebåtbyggeri.





Området merket rødt langs strandsonen er områder som skal reguleres

Områder merket lyst grønt er LNF-områder

Området merket blått ved Nettet er næringsområder

Området merket gult er framtidig bolibebyggelse

**Figur 4.** Ås kommune – Kommuneplanens arealdel (kilde Ås kommune)

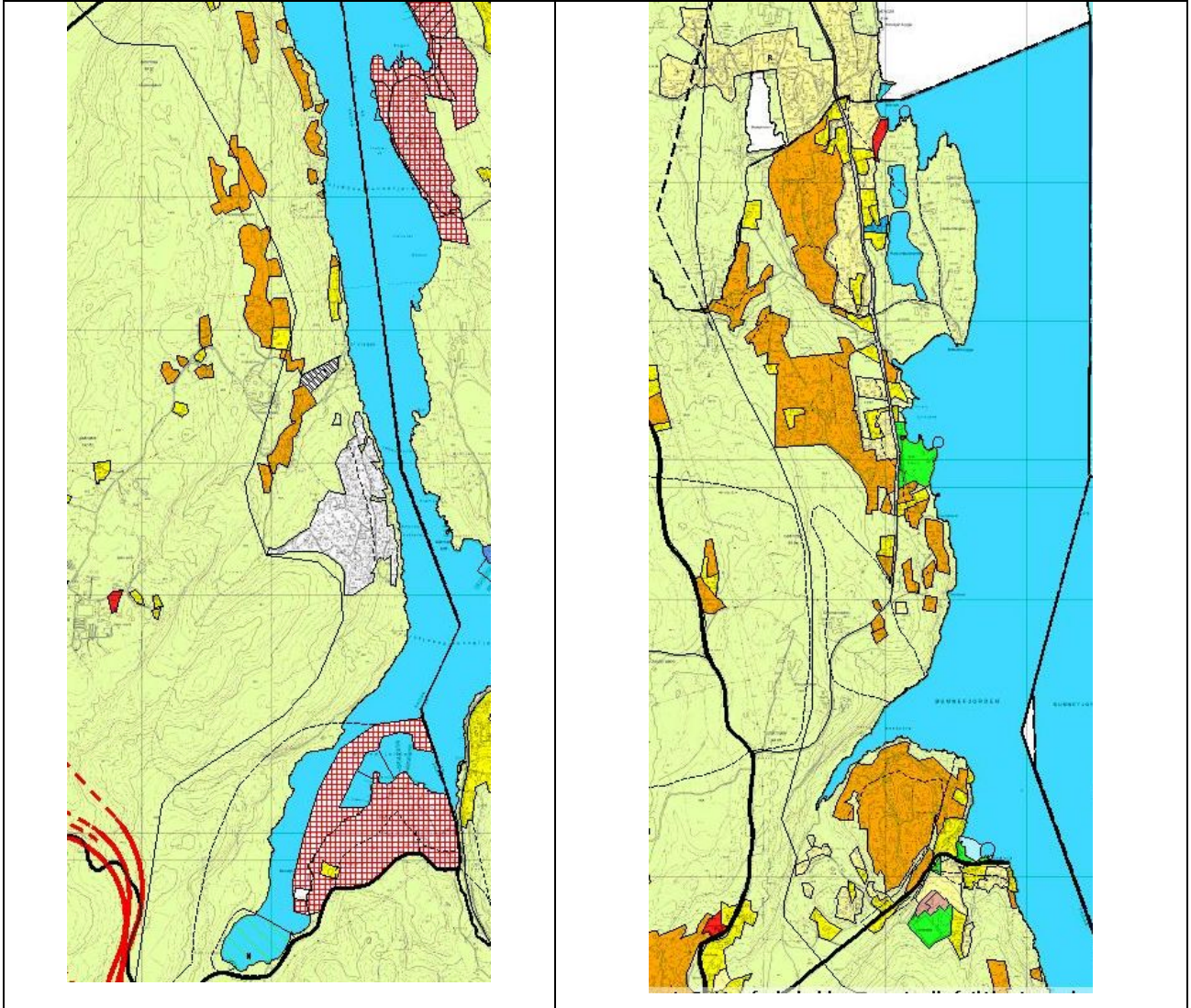
Størsteparten av strandsonerområdene fra utløpet av Årungenelva i syd til Oppedgård grense i nord har godkjent reguleringsplan eller er under regulering. Områdene er i nevnte planer disponert dels til boligformål og dels til fritidsboligformål. I hovedsak er strandsonen på nevnte strekning åpen for allmenn ferdsel gjennom regulerte friluftsområder og friområder, samt offentlig veigrunn. Dog er det mindre enkeltstrekninger som ikke er utmark, og som derfor krever spesiell tillatelse fra grunneier til å kunne benyttes til allmenn ferdsel. I disse tilfellene er det dog alternative muligheter nær strandsonerområdene som kan benyttes for allmennheten.

Ås kommune har ført fram nye hovedledninger for avløp til områdene ved Nettet-Bekkevold-Kjærnes i løpet av de siste 10 årene. Dette medfører at avløpsforholdene for boligområdene i all hovedsak er ordnet med tilknytning til kommunalt nett og renseanlegg (Nordre Follo Renseanlegg - NFR). Et fåtall boligeiendommer i området (i nord mot Oppedgård grense) er ikke tilknyttet kommunalt avløpsanlegg. Disse har fått pålegg om oppgradering av avløpsanleggene, og gjennomført dette. Områdene for fritidsbebyggelse som drenerer til Bunnefjorden har gjennomført oppgraderingstiltak etter pålegg fra kommunen. Et område med vel 50 fritidsboliger er tilknyttet kommunalt avløps- og renseanlegg (NFR).

Således er det gjennomført omfattende oppryddingsforhold på avløpssektoren i Ås kommune de siste årene for områdene langs Bunnefjorden. Dette har medført betydelig reduksjon av utslipp fra kommunal kloakk (fra ca 200 kgP/år til ca 20 kgP/år) fra Kjærnesområdet.

#### 1.2.4. Frogn kommune

Strandsonen i Frogn er i stor grad LNF-områder uten bestemmelser om boligbygging. En del områder er regulert til fritidsbebyggelse og noen mindre områder er regulert til boligformål. Et område innerst i Bunnefjorden er under regulering. Området som reguleres er p.g.a. kapasitetsproblemer betydelig mindre enn det som er vist på kartet. Bygninger og anlegg vil bli vurdert/godkjent gjennom ordinær byggesaksbehandling etter at planarbeidet er ferdig. I dag er området preget av et broket næringsområde bestående av bl.a. marina, div. båtopplag og sorteringsanlegg for ”tørt” avfall.



**Figur 5.** Frogn kommune – Kommuneplanens arealdel (Kilde: Frogn kommune)

Kyst- og strandsonen er flere steder omtalt i kommuneplanen og der det bl.a heter:

#### *Naturgrunnlag, ressurser og miljø*

##### Organisasjonen Frogn kommune vil arbeide for :

- varetakelse av kyst og strandsonen skal tillegges stor vekt i kommunens planlegging.
- Sikring av strandområder til allmenne rekreasjonsformål

skal prioriteres.

– Vannmiljøene i kommunen skal ha en kvalitet som er tilfredsstillende for å ivareta deres funksjon som rekreasjonsområde og som leveområde for det biologiske mangfoldet, samt vanningskilde og drikkevannskilde der det er aktuelt.

### **Kyst og strandsonen**

Oslofjorden er på grunn av sine friluftsliv-, kultur og naturverdier og nærhet til store befolkningskonsentrasjoner spesielt viktig som natur og friluftsområde. Store deler av de kystnære områdene er bebygget med fritidsboliger. Det er et stadig økende byggepress i disse områdene. Særlig kan dette byggepresset ha uheldige virkninger for friluftsliv og naturmiljø i strandsonen.

### **For å oppnå de mål som er satt, er følgende grep gjort i arealdelen:**

- Lagt inn en ny strandsone avgrensning langs hele kysten fra Gylteholmen til Digerud, rundt øyene, på Bunnefjordsiden og fra Skipshelle til Vestby grense. Avgrensningen er gjort på bakgrunn av faktisk bruk, natur- og landskap, miljø og kulturminner og hensynet til allmennhetens behov for arealer til friluftsliv og ferdsel.
- Bestemmelser og retningslinjer er utformet slik at hensynet til de verdier som finnes i strandsonen må ivaretas.

### **Vedr. forurensningssituasjonen:**

Forurensningstilstanden i Oslofjorden og Bunnefjorden har forbedret seg mye. Bygging av de store renseanleggene som VEAS, Bekkelaget, Nordre Follo og Elle har hjulpet. Bunnefjorden er imidlertid sårbar da utskifting og fortynning av vannmassene er variabel. Bunnlagene er fremdeles uten oksygen.

Det er ikke utarbeidet noen kystsonesplan for Frogn. Arealbruken i de kystnære områdene er ofte sterkt knyttet til øvrig arealbruk. Man har av den grunn valgt å ivareta de viktigste tema knyttet til kystsonen i kommuneplanens arealdel. Nasjonale bestemmelser for bruken av 100-metersbeltet langs vann og vassdrag, rikspolitiske retningslinjer for arealbruken langs Oslofjorden, og plan- og bygningsloven for øvrig, er iht. kommuneplanen langt på vei tilstrekkelig for å styre utviklingen i ønsket retning.

Oslofjorden og Bunnefjorden er iht. kommuneplanen viktige fiske- og rekreasjonsområder både nasjonalt, regionalt og lokalt. Økt forurensning av fjordene er ikke aktuelt. Vannkvaliteten må ikke bli dårligere enn i dag i tiden fremover.

## **1.2.5. Nesodden kommune**

På Nesoddens østside er hoveddelen av områdene ned mot bunnefjorden LNF-områder uten bestemmelser om boligbygging. Det er imidlertid en del områder avsatt til boligformål ned mot strandsonen eller umiddelbart bak denne. Området nord i kommunen mot Tangen er i større grad preget av boligbygging.

Arealdelen har ved de siste revisjoner vært gjenstand for betydelig endringer i forhold kystsonen. Når det gjelder kystsonesplanlegging gjenstår 2 områder i kommunen hvor plangrunnlaget ikke er revidert. Dette er kystsonen på Nesoddens østside fra Fjordvangen til Frogn grense, og for sjøområdene med øyene. Nesodden ser for seg at dette blir et sentralt tema i den forestående revisjon.

Vern- og bruk av sjøområdene vil bli et sentralt tema, herunder arealer til småbåthavner og andre maritime bruksformål.



**Figur 6.** Nesodden kommune – Kommuneplanens arealdel (Kilde: Nesodden kommune)

## 1.3.Friluftsområder

### 1.3.1. Sikrede friluftsområder

At et område er sikret betyr at det offentlige har skaffet seg råderett over arealet for allmennhetens bruk av området. Sikring skjer ved erverv av området eller ved langvarig avtale (servitutavtale på minimum 20 år) om bruksrett.

Rundt Bunnefjorden har vi følgende sikrede friluftsområder:

#### 1.3.1.1. Ås kommune

**Breivoll.** Breivoll er et 370 daa område like nord for Nesset. Området er egnet for bading og strandbaserte aktiviteter og har svært høy brukerfrekvens..



**Figur 7.** Friluftsliv på Breivoll mai 2006 (foto: Knut Bjørndalen)

#### 1.3.1.2. Nesodden kommune

**Linaro (22daa), Sørbystrand (22da) og Hellvik brygge (25daa).** Linaro, Sørbystrand og Hellvik brygge er 3 viktige strandområder ved Bunnefjorden og har høy til svært høy brukerfrekvens.



**Figur 8.** Sikrede friluftsområder rundt Bunnefjorden (Kilde: Naturbase, DN, Bakgrunnskart: NIVA)

## 1.3.2. Andre tilrettelagte badeplasser

### 1.3.2.1. Oslo kommune

I Oslo kommune er det følgende tilrettelagte badeplasser:

- Katten
- Fiksevollbukta
- Hvervenbukta
- Ljanskollen

Alle plassene er svært godt besøkt.

### 1.3.2.2. Oppegård kommune

I Oppegård kommune er *Ingierstrand og Bestemorstranda* de største. Begge to er svært mye brukt. Omfattende tilrettelegging med sanitæranlegg, kiosk, dusjer mv. Badeplassene drives av Oslo kommune.

I tillegg er det følgende tilrettelagte badeplasser i Oppegård kommune:

- Bekkensten
- Svartskog
- Sjødalsstrand
- Strandkollen
- Strandskogen
- Prosted
- Bålerud

### 1.3.2.3. Frogn kommune

I Frogn kommune er det følgende tilrettelagte badeplasser:

- Brevik
- Slora
- Blylaget

### 1.3.2.4. Nesodden

I Nesodden kommune er det følgende tilrettelagte badeplasser. Alle plassene har høy til svært høy brukerfrekvens.

- Presteskjær
- Sørby
- Skjærløkka
- Fjo
- Helviktangen.
- Oksval



**Figur 9.** Tilrettelagte badeplasser rundt Bunnefjorden (Kilde NIVA)



### 1.3.3. Badevannskvaliteten i Bunnefjorden

Til påvisning av hygienisk forurenset vann (fekal forurensning) baseres man seg først og fremst på forekomst av termotolerante koliforme bakterier. Ved prøvetaking av vann fra badeplasser der det kan være mistanke om nedsatt overlevelse av termotolerante koliforme bakterier kan de bakteriologiske undersøkelsene suppleres med analyser for fekale streptokokker som er vist å overleve lenger i naturlig akvatisk miljø enn termotolerante koliforme bakterier.

**Tabell 1.** Vurderingsgrunnlaget for vannkvaliteten ved friluftsbad er gitt i tabell 1 nedenfor (kilde: Folkehelseinstituttet).

Parameter	God	Mindre god	Ikke akseptabel	Anbefalt prøvetakingshyppighet, minimum *
Termotolerante koliforme bakterier/100 ml	< 100	100-1000	> 1000	en gang pr. uke
Fekale streptokokker/100 ml	< 100	100-1000	> 1000	en gang pr. uke

Tabell 1 og 3 viser badevannskvaliteten i Bunnefjorden for 2005 og 2004. Badevannskvaliteten er generell "god", men i på enkelte steder er den "mindre god" i perioder. Prøvegrunnlaget er relativt lite og prøvene er tatt med sjeldnere frekvens enn anbefalt fra helsemyndighetene. Det er derfor ønskelig med en mer omfattende kartlegging av vannkvaliteten i framtiden og en systematisk gjennomgang av alle badevannsprøver for de siste 5-10 år. Resultatene bør sammenlignes med nedbørdata for å spore ev. overløp i bekkene. På denne måten kan en få et mer fullstendig bilde av den lokale badevannskvaliteten.

Tabell 2. Badevannskvaliteten i Bunnefjorden 2005

**Badevannskvalitet i Bunnefjorden 2005**

Sted	Kommune	uke 22		uke 23		uke 24		uke 25		uke 26		uke 27		uke 28		uke 29		uke 30		uke 31		uke 32		uke 33		uke 34		uke 35		uke 36							
		TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.	TBK	In.e.						
Nordstrand bad	Oslo	2	0	1	8							17	5								21	2							190	50							
Katten	Oslo	7	3	9	2							15	4								13	3							70	2							
Fiskevollbukta	Oslo	0	0	1	1	5	5	48	18	7	0	12	5	3	5	2	11	1	1	1	25	9	8	7	2	36	26	19	29	1	1						
Hvenenbukta	Oslo	140	23	6	0	3	8	110	5	10	6	4	1	8	1	20	9	11	0	140	5	130	12	15	19	160	60	22	7	140	10						
Bestemorstranda	Oppgård				5					0									2																		
Bekkensten v/bekk	Oppgård				58					1									3																		
Bekkensten v/ strand	Oppgård				1														7																		
Ingerstrand v/ bekk	Oppgård				3					16									23																		
Ingerstrand v/ strand	Oppgård				4					13									8																		
Ingerstrand v/ stupebreitt	Oppgård				0					1									1																		
Kjæmes syd	Ås																																				
Breivoll hc-strand	Ås																																				
Breivoll hovedstrand	Ås																																				
Brevik	Frogn									0	200																										
Slora/Solbukta	Frogn									0	0																										
Linaro	Nesodden																																				
Heilvikbukta	Nesodden																																				
Heilviktingen badesstrand	Nesodden																																				
Blylaget bygge	Nesodden																																				
Prestesjær badesstrand	Nesodden																																				
Kirkevika badesstrand	Nesodden																																				
Oksval	Nesodden																																				

god  
Mindre god  
Ikke akseptabelt

TBK= Termotolerante koliforme bakterier,  
In. e. = Intestinale enterokokker

5 0  
9 8  
5 3



## 1.4. Naturområder

### 1.4.1. Naturresevater vernet etter naturvernloven

#### 1.4.1.1. Ås kommune

**Pollevann** har spesiell verdi som referanseområde for limnologisk forskning da innsjøen er en såkalt meromiktisk innsjø med saltvann i bunnen og ferskvann i overflaten. Området er en viktig våtmarksbiotop for flere fuglearter bl.a. hettemåker, toppdykkere, toppand, sivhøne, vannrikse, myrsanger og sivsanger. En stor bestand av rørsangere er også observert. Det er registrert et mangfold av vegetasjonstyper.

#### 1.4.1.2. Frogn kommune

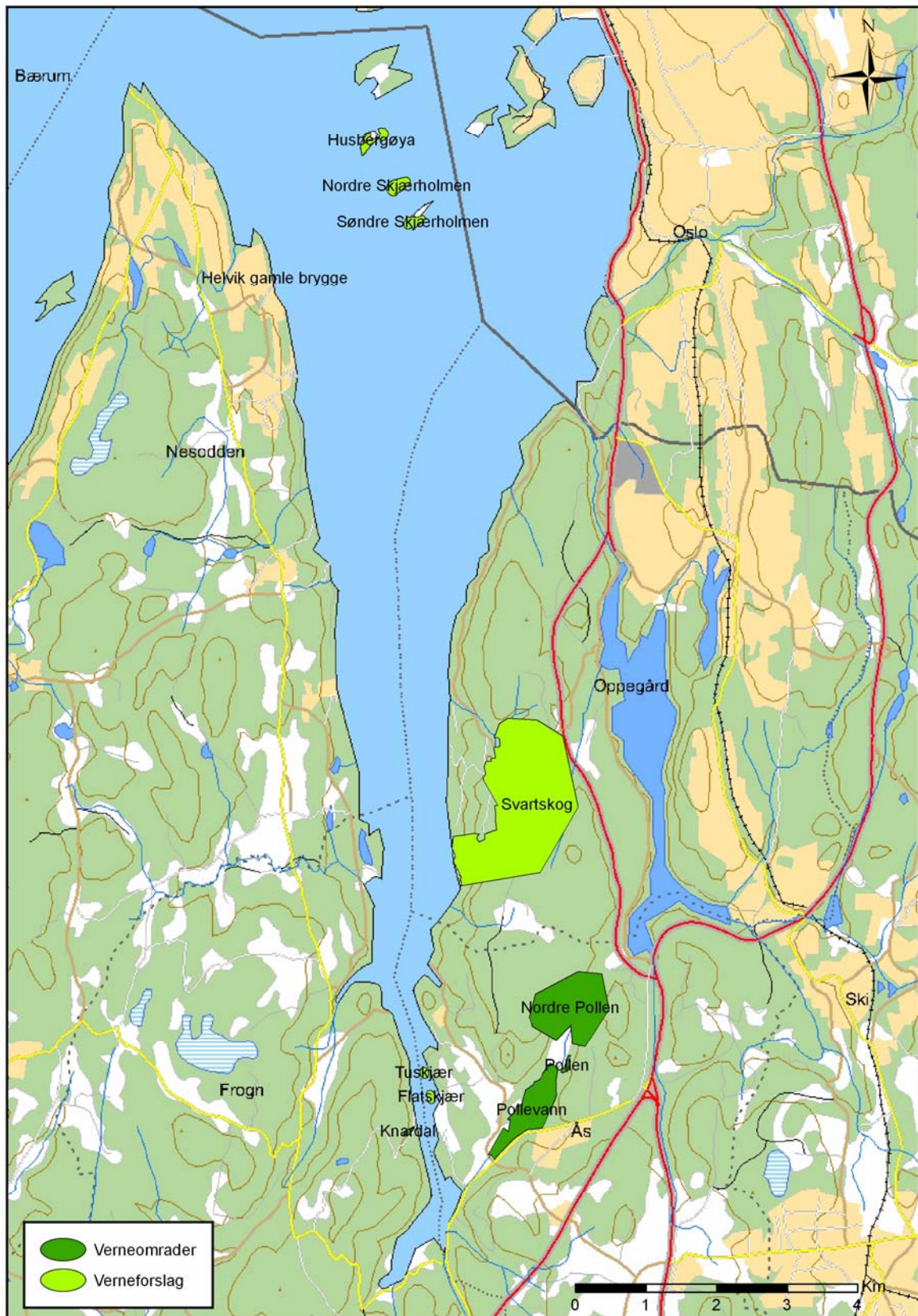
**Knardal edelskogreservat.** Edelløvskogen ligger i østhellingen på vestsiden av Bunnefjorden. Øverste del av bestanden er en alm-lindeskog med hegg. Det nedre parti er en gråor-askeskog med et lite innslag av snelle-askeskog nederst. Tresjiktet består i nedre del av ask og gråor. Øverst dominerer ask med alm og eik innimellom. Ellers finnes litt lønn, bjørk og lind.

#### 1.4.1.3. Nesodden kommune

**Søndre Skjærholmen** (foreslått verneområde). Formålet med fredningen er å bevare et spesielt naturområde med sitt geologiske og biologiske mangfold. Området er egenartet i form av fint utviklet tørrengvegetasjon, bergknappsamfunn og en svært artsrik sjøfuglfauna. Området har vitenskapelig betydning som typeområde for den geologiske Skjærholmenformasjonen.

**Nordre Skjærholmen** (Foreslått verneområde). Lav øy nord i Bunnefjorden med tørreng, krattvegetasjon og noen små trær. Nordre Skjærholmen har rikt fugleliv og fin tørrengvegetasjon, samt bergknappsamfunn med høy lokal og regional verneverdi. Det finnes typisk kalkrik flora på øya, med flere sjeldne kalkarter.

**Husbergøya.** Formålet med fredningen er å bevare et spesielt naturområde med sitt geologiske og biologiske mangfold i form av naturtyper, arter og naturlige økologiske prosesser. En del av området har særskilt vitenskapelig betydning ved at det er typelokalitet for den geologiske Husbergøyaformasjonen, og er egenartet på grunn av unike plantesamfunn. Andre områder har en artsrik sjøfuglfauna.



**Figur 10.** Verneområder og foreslåtte verneområder etter naturvernloven (Kilde: Naturbase, DN. Bakgrunnskart: NIVA)

## 1.4.2. Naturområder sikret etter PBL og andre viktige naturområder

### 1.4.2.1. Ås kommune

**Vestnebb** er en markert kolle mellom Kjøyabukta og Bunnefjorden. I den bratte vestvendte skråningen ned mot Bunnefjorden finnes skrinna, og åpen furuskog på tynt jordsmonn. Lokaliteten er viktig for fuglelivet.

**Tusskjær** er en svært viktig hekkelokalitet for hettemåke, og til dels også fiskemåke.

**Flatskjær** er et svært viktig hekkeområde for makrellterne og hettemåke. Blant de aller største makrellternekoloniene i Indre Oslofjord.

**Breivoll** er et meget viktig og variert naturområde på østsiden av Bunnefjorden fra Nesset og nord til Skorva-Strandenga. En lang rekke interessante vegetasjonstyper og artsforekomster er registrert i området, som er slått sammen til en heterogen type både av praktiske grunner og fordi denne variasjonen øker mangfoldet og naturverdien i området.

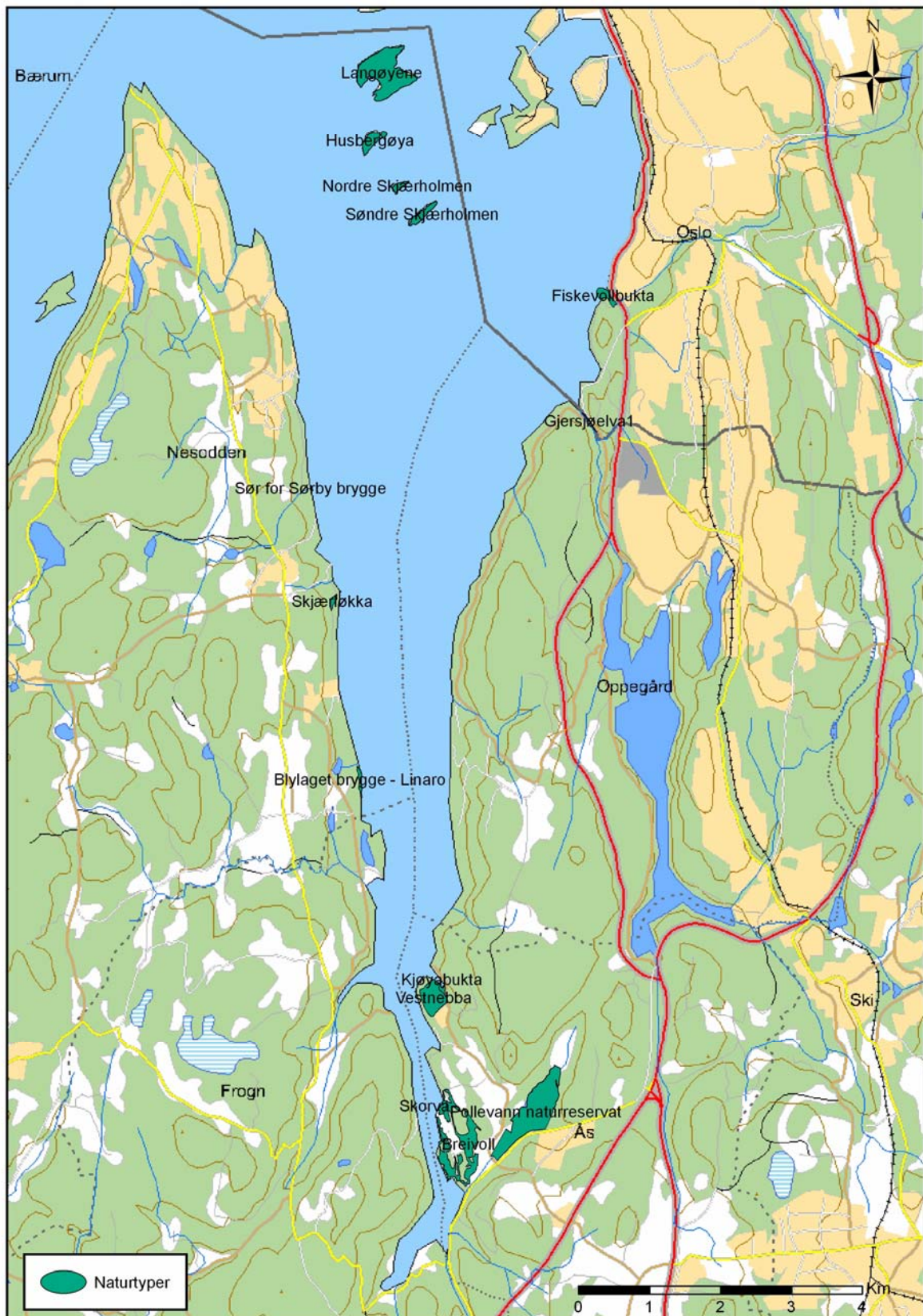
### 1.4.2.2. Frogn kommune

**Bukta innerst i Bunnefjorden.** Innerst i Bunnefjorden er det en viktig biotop som har stor betydning for fuglelivet. I tillegg til vannarealet inkluderes kantsonen innerst i bukta da denne vegetasjonen har stor betydning for fuglelivet.

### 1.4.2.3. Nesodden kommune

**Langøyene** består av to kalkøyer forbundet med en grasdekt fylling. Øya er en populær badeplass og den er mye besøkt i forbindelse med ulike friluftaktiviteter. Denne aktiviteten er konsentrert omkring gressarealene på midtpartiet og den nordre delen som benyttes til campingliv. Vegetasjonen på øya er typisk for de kalkrike øyene i indre Oslofjord med rike strandberg, tørrenger, tørrbakker og kantkratt. Det finnes også edelløvskog og kalkfurusog og små partier med strandengvegetasjon. Floraen er rik med flere karakterarter for den rike floraen på kalken i Oslofeltet.

**Blylaget brygge. Linarlo.** Langs fjorden fra Blylaget brygge og nordover ca 400 m finnes rike kantkratt i mosaikk med ulike strandtyper. Floraen er artsrik med bl.a. den sjeldne basekrevende og varmekjære arten knollmjørdurt.



**Figur 11.** Naturområder sikret etter PBL og andre viktige naturområder (Kilde: Naturbase, DN. Bakgrunnskart: NIVA)

## 1.5.Områder av naturvitenskapelig interesse i selve Bunnefjorden

I indre Oslofjord foreligger vitenskapelige observasjoner på enkelte steder som strekker seg over lang tid. Noen av disse tilhører de lengste observasjonsseriene i verden av sitt slag. Inngrep i de områder bør ikke foretas uten en nøye vurdering hvilke konsekvenser dette får for å vedlikeholde kontinuiteten. Det kan argumenteres for at disse områdene skal vernes.

I indre Oslofjord er det to typer observasjoner som er av spesielt verdi. Gruntvannsobservasjoner av flora og fauna er nøye knyttet til steder hvor slike observasjoner er blitt gjennomført tidligere. De representerer ikke bare en geografisk lokal, men også valgt ut fra substratforhold og eksponeringsgrad (for eksempel vind og bølger). I noen tilfeller vil for eksempel utbygging eller annen fysisk forstyrrelse kunne kompenseres ved valg av et annet område, men dette krever ofte flere års parallelle observasjoner på gammelt og nytt observasjonssted. Videre er det observasjoner på mjukbunn i dypområdene, hvor fysisk forstyrrelse (mudring el. dumping av muddermasser) vil ødelegge observasjonsserien.

### 1. Observasjoner av fastsittende alger og dyr.

I overvåkingsprogrammet for indre Oslofjord har det blitt gjort spesialstudier (ruteanalyse) av flora og fauna på sammenlagt 8 stasjoner første gang i 1974 og 1975, samt i 2001 og 2002.

Det er to stasjoner i Bunnefjorden:

- R7 Katten: N 59°51.280 E 10°46.940 (WGS 84)
- R6 Haslumtangen: N 59.46.540 E 10°42.810 (WGS 84)

### 2. Observasjoner av fangstdata for fisk og virveløse dyr med strandnot.

Siden 1936 har Havforskningsinstituttet gjennomført årlige undersøkelser på faste stasjoner av fisk og virvelløse dyr langs Skagerrakkysten og indre Oslofjord. Frem til begynnelsen av 1964 var det 7 stasjoner i Bunnefjorden, da disse ble avsluttet som følge av dårlige forhold i området (forurensning).

I 1997 ble 5 av de gamle stasjonen igjen tatt opp i Bunnefjorden, da Fagrådet for indre Oslofjord tilbød finansiering av dette gjennom overvåkingsprogrammet for fjorden. Stasjonen er siden dess tatt regelmessig hvert år.

Posisjonene for disse stasjonene er:

Stasjons nr.	Sted	Latitude	Longitude
368	Helviktangen	59°51,125´	10°41,263´
364	Blylaget ytre	59°46,663´	10°42,566´
363	Blylaget indre	59°46,572´	10°42,671´
367	Søndre Haslum	59°45,965´	10°42,753´
366	Breivik	59°45,118´	10°42,863´

Stasjonen ligger i områder med bar bunn med småstein eller sandbunn. Ved Søndre Haslum forekommer det østers.

### 3. Observasjoner av hyperbenthos (reker og andre dyr som lever i eller på bunn).

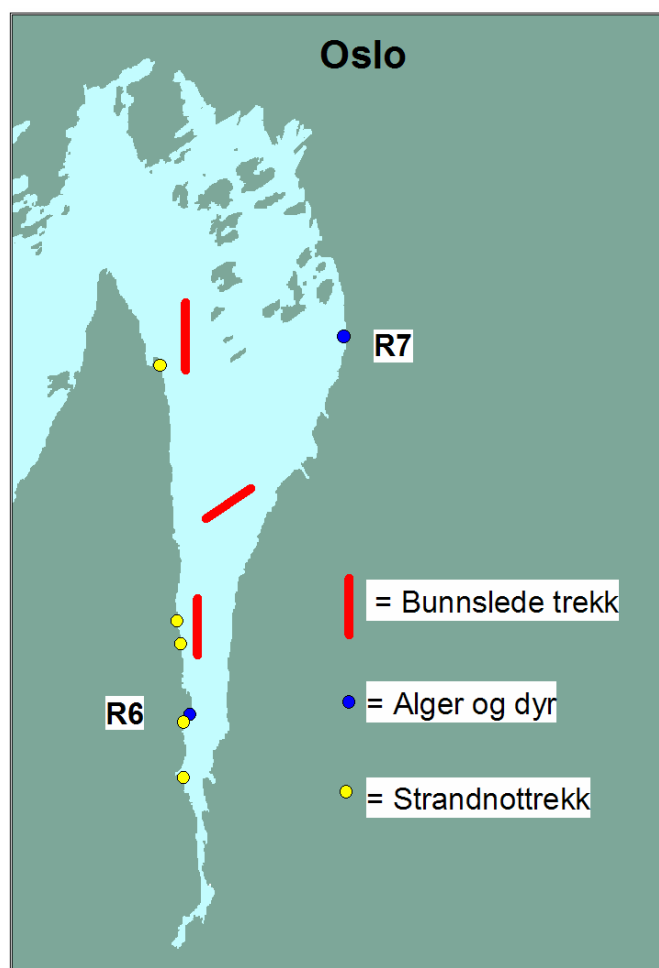


I 1952 ble den første undersøkelsen av hyperbenthos gjennomført med spesialutviklet prøvetakere (Beyersleden). På faste trekk på leirbunn og gamle tråleområder har det deretter blitt gjennomført regelmessige observasjoner. Det foreligger i dag et stort materiale fra 1952 men spesielt fra 1962 og frem til i dag. Prøvetakingen inngår nå i overvåkingsprogrammet for indre Oslofjord i modifisert form.

I Bunnefjorden er det tatt sledetrek i tre områder. Disse er:

Område	Dyp (m)	Latitude (start-stopp)	Longitudo (start stopp)
Helviktangen	Ca. 80	59°51.9' - 59°50.9'	10°42.15'
Kirkevikbanken	Ca. 150	59°49.1' - 59° 48.65'	10°44.2' - 10°42.7'
Svartskog	Ca. 150	59°47.8' - 59°47.0'	10°43.2'

Observasjonen gjennomføres ved å trekke bunnsleden på leirbunn i en bestemt retning og lengde. Hver stasjon har således en horisontal ubereidelse, men representerer et større område. Dette betyr at for å bevare observasjonsserien for fremtiden vil det være nødvendig at ikke gjøre inngrep (mudring eller dumping av mudder) i hele området på det dyp som det gjennomføres et sledetrek. Hvis deler av området blir forstyrret vil ikke lengre resultatene kunne sies å være representative for området.



**Figur 12.** Vitenskapelige verdifulle tidsserier som bør vernes.

## 1.6.Fritidsbåter

Bunnefjorden er et populært område for båtliv og mange benytter området som utgangspunkt for sine båtturer.

Med bakgrunn i data fra småbåtregisteret, antall marinaer og kontakt med båtinteresserte kan det anslås at det finnes 1100-1500 fritidsbåter i Bunnefjorden. Som resten av indre Oslofjord er det mangel på båtplasser i området og det er flere søknader om kapasitetsøkninger på marinaene.

**Tabell 4.** Marinaer i Bunnefjorden (kilde: flyfoto på [www.folloportalen](http://www.folloportalen) og opplysninger fra kommunene)

Marina	Kommune	Antall plasser
Oppegård småbåthavn,	Oppegård	300
Neset båtsenter	Ås	140
Marina AS	Frogn	100
Marine service	Frogn	100
Indre Bunnefjordens Motorskøteklubb	Frogn	20
Fløelsjeld Båtlag	Frogn	
Oksval båthavn AL, 110 plasser	Nesodden	110
<b>Båter tilh. marinaer</b>		<b>770</b>
<b>Antatt båter v. private brygger/bøyer</b>		<b>300-600</b>
<b>Totalt</b>		<b>1100-1500</b>



**Figur 13.** Marinaen ved Neset (foto: Knut Bjørndalen)

## 1.7.Fiske

### 1.7.1. Næringsfiske

Iht indre Oslofjord Fiskerlag (Harald Kristoffersen pers.med.) forekommer det et aktivt næringsfiske i Bunnefjorden hele året. Totalt sett antas det at 14 personer er sysselsatt med næringsfiske i Bunnefjorden.

Brislingsfiske er sannsynligvis det viktigste kommersielle fisket i Bunnefjorden. Brislingfisket er svært variabelt men dette skyldes andre forhold enn fiskebestanden. Det forekommer også fiske etter følgende arter: Makrell, ål og torsk (faste gyteplasser feb-april), ruser og bunngarn). I tillegg forekommer det noe fiske etter storsild og hvitting.

Det kommersielle rekefisket ble borte i 1953-54 da rekene plutselig forsvant (sannsynligvis som følge av dårlig vannkvalitet, dvs mangel på oksygen i vannmassene). Rekene begynte å komme tilbake for 4-5 år siden i grunnere deler av nordre del av Bunnefjorden, men det er ennå ikke grunnlag for kommersielt rekefiske.

På enkelte steder har fiskerne i lang tid hatt faste plasser for ruser og annet fiske. Inngrep som berører slike plasser (for eksempel utbygging av marinaer) kan ikke foretaes uten kontakt med indre Oslofjords Fiskerlag. Disse bør derfor kartlegges sammen med Fiskerlaget.

**Tabell 5.** Næringsfiske – sysselsetting (Kilde: Harald Kristoffersen, Indre Oslofjord Fiskerlag)

<i>Type fiske</i>	<i>Årsverk</i>
<i>Brislingfiske</i>	6
<i>Makrellfiske</i>	2
<i>Ålefiske</i>	2
<i>Variert fiske</i>	4
<i>Totalt</i>	14

### 1.7.2. Sportsfiske

Iht Akershus Jeger- og fiskeforening (Otto Dønnum pers. med) foregår det et utstrakt sportsfiske i Bunnefjorden. På årsbasis er stangfiske fra land den viktigste fiskeformen. De mest populære fiskestedene er stort sett bestemt av tilgjengeligheten til strandsonen. Derfor blir de viktigste fiskeplassene liggende ved og i nærheten av opparbeidede friområder og badeplasser.

På årsbasis er stangfiske fra land den viktigste sportsfiskeinteressen. Det fiskes etter sjørrett, torsk, hvitting, makrell og sei. I sommerhalvåret er det også en del fiske fra båt spes. dorging etter makrell.

På vinteren ved gode isforhold er isfiske veldig populært. Isen legger seg relativt tidlig inne i Bunnefjorden og på enkelte dager kan det kanskje være 200 personer som bedriver isfiske i Bunnefjorden.

Det finnes ingen undersøkelser eller vurderinger av hvor mye Bunnefjorden blir benyttet til sportsfiske.

## 1.8. Brukerinteresser - Sammenfattende konklusjon

### Innledning

Bunnefjorden er en viktig del av Indre Oslofjord. Bunnefjorden 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 imidlertid en vannkvalitet som gjør Bunnefjorden egnet til bading, fiske, friluftsliv og rekreasjon. Kommunenes forvaltning av strandområdene er 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. Bunnefjorden er for øvrig et svært viktig område for bading, friluftsliv og rekreasjon.

### Kommunal arealplanlegging i strandsonen

Strandsonen i Oslo 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 områder, 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 kystsonesplan 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 § 17-2 Forbud mot bygging og fradeling i 100-metersbeltet langs sjøen og Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen.*

## **Utfordringer for den kommunale planleggingen i Bunnefjordens strandsoner relatert til miljømål**

I utgangspunktet er det vannutskiftningen mellom Bunnefjorden og Vestfjorden som er bestemmende for vannkvaliteten i hovedvannmassene. Arealbruken i strandsonen vil derfor først og fremst ha betydning for den lokale vannkvaliteten. 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 mudring.

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.

### **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.

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.

En kartlegging av faste fiskeplasser for yrkesfisket bør også gjennomføres.

## 2. Tilførsler til Indre Oslofjord

Kapittel 2.1 gir en innledende beskrivelse av hovedtrekk ved avløps- og avrenningsforholdene i indre Oslofjord.

Kapittel 2.2 gir en oversikt over dagens situasjon i hver kommune. Denne oversikten knytter seg til tilgjengelige opplysninger om folketall eller personekvivalenter (p.e.) i tillegg til arealmessige betraktninger og tilgjengelige anslag for avrenning. Utslipp fra næringsvirksomhet er ikke behandlet spesielt her ut over det som måtte inngå i opplysninger om personekvivalenter. Beskrivelsene er mest detaljert for tilførslene til Bunnefjorden, men det er også lagt vekt på å få en oppdatert oversikt over de totale tilførslene til indre Oslofjord.

Kapittel 2.3 oppsummerer tilgjengelige data for vassdrag og renseanlegg rundt indre Oslofjord.

Kapittel 2.5 presenterer tilførselsberegninger for året 2004 fra programmet TEOTIL (Svelvik et al. 2005), bygd delvis på arealkoeffisienter og delvis på direkte tall for enkeltkilder og drøfter dette i sammenheng med opplysninger fra kommuner og tilgjengelige data som er beskrevet foran.

Kapittel 2.6 sammenfatter de forskjellige tilgjengelige opplysninger og estimerer i en tilførselsbeskrivelse for dagens situasjon som brukes i de modellkjøringer som er beskrevet i kapittel 3.5.

### 2.1. Hovedtrekk ved dagens tilførsels-situasjon

Det meste av forurensningstilførslene fra befolkning og næringsvirksomhet går i dag ut via tre store renseanlegg med utslipp til indre Oslofjord: VEAS renseanlegg (440 000 p.e.) med utslipp til Vestfjorden, Bekkelaget renseanlegg (250 000 p.e.) med utslipp til Bekkelagsbassenget og Nordre Follo renseanlegg (40 400 p.e.) med utslipp til Bunnefjorden. Utslippene fra disse anleggene går ut i fjorden på 35 til 55 m dyp etter kjemisk/biologisk rensing. I tillegg er det noen mindre renseanlegg med til sammen 11 600 p.e, hvorav ca. 6 300 p.e går til Bunnefjorden, som også har dykket utslipp og innlagring under overflatelaget.

Utslipet fra disse anleggene til indre Oslofjord utgjør totalt ca. 35 tonn P og 1100-1200 tonn N pr. år. I tillegg er det flateavrenning og lekkasjer og overløp som føres ut i fjorden via elver og bekker, slik at totale tilførsler estimeres til ca. 67 tonn P og 1870 tonn N per år.

Ut fra en gjennomgang av tilgjengelige data og opplysninger estimeres at overflatetilførslene til Bunnefjorden fra Follokommunene og Nordstrandområdet i Oslo kommune er ca. 5.2 tonn P og 425 tonn N pr. år.

### 2.2. Tilførselssituasjonen i de enkelte kommunene

Gjennomgangen er basert på informasjon fra [www.ssb.no](http://www.ssb.no) (Kommunefakta) mht. folketall, samt på direkte informasjon fra kommunene gitt muntlig eller gjennom kommuneplaner og rapporter. Folketallet er oppgitt pr. 1.1. 2006, mens opplysninger om antall p.e. tilknyttet renseanlegg kan være noe eldre. Netto virkning av arbeidsplasser innenfor kommunen og arbeidspendling ut av kommunen vil gi noe avvik mellom folketall og antall p.e. i avløpene. I gjennomgangen nedenfor er dette bare nevnt for Asker kommune, som har anslått det i sin kommuneplan. I Asker ligger virkningen av dette innenfor 2 % av folketallet. Virkningen av dette, og annet utslipp fra næringsvirksomhet, vil være med i data fra renseanleggene, og vil bli tatt hensyn til gjennom det.

### 2.2.1. Ås

Kommunen har ca. 14 500 innbyggere. Avløp fra ca. 2700 p.e. går til Nordre Follo renseanlegg (vannmengde 250 000 m<sup>3</sup> pr. år), mens ca. 10 000 p.e. går til Søndre Follo renseanlegg som har utslipp til Emmerstadbukta i Drøbaksundet, dvs. sør for Drøbaksterskelen. Spredt bebyggelse med separate løsninger utgjør ca. 1 700 p.e. Av kommunens areal har 48 % avrenning nordover mot Bunnefjorden. 69 % av det ligger i Årungen nedbørfelt (TEOTIL 005.0-2), slik at avrenning herfra til Bunnefjorden vil være inkludert i estimat for avrenning fra Årungen, mens 31 %, eller 15 % av kommunens areal har direkte avrenning til Bunnebotens østside (TEOTIL-område 005.0-3).

(Kontaktperson i kommunen: Gunnar Larsen).

### 2.2.2. Frogn

Kommunen har ca. 13 600 innbyggere. Ca. 11 000 personer er knyttet til Skiphelle renseanlegg. Utslipet fra dette renseanlegget går ut på 50 m dyp 3 km sør for Drøbaksterskelen, og skal ikke regnes med i tilførslene til indre fjord. De resterende 2 600 personer bor i spredt bebyggelse med avrenning fordelt til Bunnefjorden, søndre del av Vestfjorden innenfor Drøbak og til Drøbaksundet sør for Drøbaksterskelen. Avløpet herfra behandles i separate anlegg eller mindre fellesløsninger. Anleggene varierer i kvalitet fra direkte utslipp til høyverdige renseløsninger. Mini-renseanlegg og forskjellige typer infiltrering og filterløsninger er vanlig. I de store hytteområdene og i enkelte boligområder er det merkbart at avløpssituasjonen ikke er tilstrekkelig løst. Indikasjoner på dette er stadig flere rapporter om bakterier i brønner og direkte kloakkutslipp.

En grov beregning av arealer viser at anslagsvis 40 % av kommunens areal har avrenning vestover til Vestfjorden innenfor Drøbak og 45 % til Bunnefjorden, fordelt på TEOTIL-områder 005.0-1 og 005.0-2, mens 15 % har avrenning til Drøbaksundet sør for Drøbaksterskelen. Av det arealet som ligger i Bunnefjordens nedbørfelt finnes bare en mindre del (anslagsvis 20 %) i Årungen nedbørfelt; det meste har avrenning til Årungselta nedenfor utløpet fra Årungen eller til mindre bekker lenger nord langs Bunnebotens vestsida. Det anslås at ca. 30 % av kommunens areal har avrenning til Bunnebotten direkte eller via Årungselta.

Tilførselsbakkene til Bunnefjorden i Frogn kommune har stort sett fosforkonsentrasjoner på omkring 30 µg P L<sup>-1</sup>.

(Kontaktperson i kommunen: Ole Kirkeby)

### 2.2.3. Ski

Kommunen har ca. 27 000 innbyggere. Av disse er 90 %, dvs. 24 300 p.e., knyttet til Nordre Follo renseanlegg, mens ca. 930 p.e. er knyttet til Skotbu og Kråkstad renseanlegg som har utløp sørover via Kråkstadelta til Vannsjø og ytre Oslofjord. Ca. 1 800 innbyggere bor i spredt bebyggelse. Omtrent halvparten av kommunens areal ligger i Gjersjøens nedbørfelt, og dette arealet utgjør også omtrent halvparten av hele nedbørfeltet til Gjersjøen (TEOTIL-område 005.0-3). Resten av kommunens areal har avrenning østover og sørover og berører ikke Bunnefjorden. (Kontaktperson i kommunen: Arild Johannesen)

### 2.2.4. Nesodden

Kommunen har ca. 16 500 innbyggere. Det kommunale avløpet fordeler seg på flere renseanlegg:

Renseanlegg:	p.e. tilknyttet
Buhrestua ved Nesoddtangen:	6 300
Kirkevika mot Bunnefjorden	425
Fagerstrand mot Vestfjorden	1 400
Overføring til VEAS	4 250
SUM	12 375

Kommunen har også en del spredt bebyggelse; ifølge opplysningene over ca. 4 100 p.e. hvis en regner ut fra antall innbyggere. Det opplyses at 850 eiendommer har separate minirensesanlegg. Kommunens areal ligger i TEOTIL-sone 005.01, med avrenning fordelt omtrent likt mot Bunnefjorden og mot Vestfjorden. Tilførsler fra spredt bebyggelse og arealavrenning kan fordeles med omtrent 50 % til Bunnefjorden og 50 % til Vestfjorden.

*(Kontaktperson i kommunen: Reidun Isachsen)*

### **2.2.5. Oppegård**

Kommunen har ca. 23 900 innbyggere, og en tilknytningsgrad til offentlig avløpsnett på 98 %. Tettbebyggelsen i Oppegård kommune er i all vesentlighet konsentrert øst og nord for Gjersjøen. I sør går kloakken til Nordre Follo RA (7 800 p.e.) mens områdene i nord og nordøst fører sitt avløp til Bekkelaget rensesanlegg (ca. 15 500 p.e.). Spredt bebyggelse med separate løsninger kan utgjøre opp mot 600 p.e., stort sett på vestsiden av Gjersjøen (Svartskog). Denne bebyggelsen har løsninger med tette tanker, slik at utslippene derfra skal være små. Feilkoblinger, overløp og overflateavrenning vil i all hovedsak via bekkeløp til slutt munne ut i Gjersjøen, en del også via Kolbotnvannet. Ca. 15-20 % av kommunens areal kan anslås å ha avrenning direkte til Bunnefjordens nedbørfelt.

*(Kontaktperson i kommunen: Einar Jystad)*

### **2.2.6. Oslo**

Totalt folketall i Oslo er ca. 530 000. Litt over halvparten, ca. 280 000, er knyttet til VEAS rensesanlegg; resten, ca. 255 000, går til Bekkelaget rensesanlegg. All overflateavrenningen går til indre fjord, dvs. Lysakerfjorden, Oslo havn og den nordlige del av Bunnefjorden. Denne avrenningen omfatter flateavrenning og lekkasjer og overløp, i hovedsak fordelt på 8 elver hvor det er et ukentlig måleprogram. Avløpssituasjonen er beskrevet i årlige fagrapporter fra Oslo kommune, Vann og avløpsetaten. Tilførselsestimer for vassdragene på grunnlag av måleprogrammet presenteres nedenfor i kapittel 2.4.3.

*(Kontaktperson i kommunen: Terje Wold og Torill Roberg)*

### **2.2.7. Bærum**

Kommunen har ca. 106 000 innbyggere, og 99 % er knyttet til VEAS. Tilførsler gjennom vassdrag og diffus avrenning til sjøområdene fra Bærum kommune er anslått til 5-9 tonn P og 200-400 tonn N pr. år (*Hovedplan avløp side 9*). Ca 2/3 av P-tilførslene kommer via vassdragene; de viktigste er Sandvikselva (ca. 3.5 m<sup>3</sup>/s), Øverlandselva (0.5 m<sup>3</sup>/s) og Lysakerelva (ca. 3 m<sup>3</sup>/s, bare en del av dette fra Bærum kommune). Totalestimatet fra Bærum kommune inkluderer også ca. 0.5 tonn P som tilførsler direkte til overflaten<sup>1</sup>. Bidraget fra Bærum via Lysakerelva (anslagsvis 0.5 til 1.0 tonn P pr. år) vil være inkludert i den totale fosfortransporten på ca. 2 tonn P pr. år i Lysakerelva slik den beregnes av Oslo kommune (Fagrapport 2004 og 2005).

### **2.2.8. Asker**

Asker kommune har ca 51 500 innbyggere, og de aller fleste er knyttet til VEAS rensesanlegg (49 500 p.e. i følge VEAS' årsrapport). Askers hovedplan for vann og avløp er det beregnet en netto virkning av arbeidspendling på -900 p.e. og at 1500 innbyggere ikke er knyttet til kommunalt avløpsnett, det skulle tilsi ca. 49 100 p.e. til rensesanlegg. Tilførsler til vassdrag fra kommunens areal er anslått til 4140 kg P pr. år, av dette regnes 1470 kg som umiddelbart biotilgjengelig (*Hovedplan vann og avløp 2003-2016*). Tallet for Årosvassdraget inkluderer også noe arealavrenning fra Lier kommune. Åroselva renner ut i fjorden i Røyken kommune og har tilførsler også derfra. Nitrogentilførsler er ikke beregnet i hovedplanen fra Asker kommune. Hvor stor del av dette som når fjorden er ikke direkte anslått.

---

<sup>1</sup> Fordeling på ulike bidrag her er gjort ut fra en figur i Hovedplan for avløp



Vassdrag	Tilførsler til vassdraget kg P år. år	
	Totalt	Naturlig avrenning
Askerelva	1200	220
Neselva	440	50
Årosvassdraget (fra Asker)	820	160
Mindre bekker	1680	100
Totalt	4140	530

(Kontaktperson i kommunen: Bjørn Cristophersen)

### 2.2.9. Røyken

Røyken har ca. 17 600 innbyggere, av disse anslås at 90-95 % er tilknyttet renseanlegg. Ca. 60 % knyttet til VEAS renseanlegg (10 500 p.e. i følge VEAS' årsrapport) mens ca. 800 p.e. er tilknyttet et mindre renseanlegg i Åros som ellers tar imot avløp fra Hurum kommune, og anslagsvis 5000 p.e. til Lahell renseanlegg ved Drammensfjorden. Antall i spredt bebyggelse kan være 1 000 - 1 500 p.e.

Omtrent 85 % av kommunens areal har avrenning til Vestfjorden, i hovedsak i TEOTIL-område 009.0-2 og 009.Z-0, og 15 % til Drammensfjorden. Viktigste vassdrag til indre Oslofjord er Åroselva, som også har store deler av sitt nedbørfelt i Asker kommune.

(Kontaktperson i kommunen: Ingar Solum)

### 2.2.10. Hurum kommune

Kommunen har ca. 8 900 innbyggere, og 76 % er knyttet til renseanlegg. I Sætre rensedistrikt med ca. 2700 innbyggere føres alt avløp til Åros renseanlegg i Røyken kommune. Resten av kommunen har avrenning til områdene sør for Drøbak, eller til Drammensfjorden. Tilførsler av fosfor fra arealavrenning er ca. 4.7 tonn P/år. Ut fra arealfordelingen i kommunen anslås at opp mot 20 % av dette, dvs. 1 tonn P/år, tilføres Vestfjorden innenfor Drøbak.

## 2.3. Oversikt over utslipp fra renseanlegg og større overløp

Mesteparten av kommunal kloakk er samlet på tre store renseanlegg: VEAS ved Vestfjorden, Bekkelaget RA ved Bekkelagsbassenget og Nordre Follo ved Bunnefjorden. I tillegg er det flere mindre renseanlegg rundt Bunnefjorden og ved Åros i Røyken. Nedenfor gis en oversikt over tilførsler og utslipp for renseanleggene, basert på driftsrapporter og opplysninger fra kommunene.

Mengden av fosfor og nitrogen som tilføres renseanleggene pr. døgn og personekvivalent tilknyttet anleggene varierer fra 1.3 til 2.8 g P og fra 9 til 16 g N. Det varierer fra anlegg til anlegg hvilke stoffer det er oppgitt tall for.

### 2.3.1. VEAS

VEAS renseanlegg ved Bjørkås i Asker tar i mot avløpsvann fra 5 kommuner, som vist i **Tabell 6**. Det er et kjemisk/biologisk renseanlegg med nitrogenfjerning.

**Tabell 6.** Tilført antall personekvivalenter til VEAS renseanlegg fordelt på kommunene rundt indre Oslofjord

Kommune	p.e.	Vannmengde mill m <sup>3</sup> /år
Oslo	277 300	71.1
Bærum	103 000	27.0
Asker	49 500	9.8
Røyken	10 500	1.2
Nesodden	4 250	0.2
SUM	444 550	109.3

Tall for tilførsler til renseanlegg, overløp og utslipp av rensset avløpsvann (**Tabell 7**) er basert på VEAS' årsrapport for 2004 og opplysninger fra Nesodden kommune.

**Tabell 7.** Tilførsler, utslipp og overløp fra VEAS renseanlegg 2004.

	Tilførsler				Utslipp fra renseanlegg	
	VEAS tonn/år	overløp tonn/år	tonn/år	totalt g/pe/døgn	tonn/år	Rensegrad %
P	377	5.2	382	2.4	25.2	93.3 %
N	2564	43.3	2607	16.1	720	71.9 %
C	8421	141.0	8562	52.8	1246	85.2 %

### Diffusor-utslipp

Renset avløpsvann (106 mill m<sup>3</sup>/år) slippes ut gjennom 102 hull fordelt på 4 diffusorer. Utslippsdyp varierer fra 50 til 32 m mellom og langs diffusorene, og hulldiameter som varierer mellom 17 og 27 cm. Utslippshastighet og strålediameter vil også variere. I modellen er dette forenklet, og det er brukt et midlere utslippsdyp på 42 m for alle hull, og strålediameteren etter kontraksjon er satt til 15 cm, det gir en midlere strålehastighet på 1.85 m/s ut av hullene.

### Overløp

Av totalt overløp 3.2 mill m<sup>3</sup> i løpet av 2004 gikk 3.1 mill m<sup>3</sup> ut ved Lysaker, 0.08 m<sup>3</sup> ved Festningen (Bislettbekken) og bare 0.02 m<sup>3</sup> ut i lokalt overløp ved VEAS (Klo-overløpet). De to siste overløpene representerer svært små utslippsmengder, og er ikke tatt med i modellen som egne tilførsler. Lysakeroverløpet går ut gjennom en tunnel med 3.5 m diameter som munner ut på 25-28 m dyp i Lysakerfjorden. Statistikk for 2004 (ref. Arne Haarr, VEAS) viser at overløpet var i funksjon i 12 uker i løpet av dette året. Største utslippsmengde i løpet av en uke var 2.7 m<sup>3</sup>/s, ellers lå gjennomsnittlig vannføring over en uke innenfor 0.5 m<sup>3</sup>/s. Korttidsvannføringen kan være større; overløpet ble lagt om fra å bruke den tidligere diffusoren fra Lysaker renseanlegg fordi opprinnelig dimensjonering til 3 m<sup>3</sup>/s var utilstrekkelig, og det er nå dimensjonert for 16 m<sup>3</sup>/s (*Boka om VEAS*).

*I modellkjøringene er det lagt inn en korttidsfluktusjon i tid rundt gjennomsnittsverdier, for å ta hensyn til at tilførslene varierer med flommer. Variasjonene er sterkest for overløpene. De er basert på en numerisk generator for tilfeldige tall (dvs. tallrekker med et tilfeldig preg) og har et uregelmessig preg, men i de kjøringene som er gjort her er det sørget for at de følger samme mønster i tid for alle scenariene, slik at forskjellen mellom resultatene fra ulike scenarier reflekterer ulike gjennomsnitt og ikke forskjeller i variasjonsmønstre.*

### **2.3.2. Bekkelaget renseanlegg**

Nye Bekkelaget renseanlegg sto ferdig i 2001. Det er et biologisk renseanlegg med nitrogenfjerning. Anlegget mottar avløp fra 250 000 p.e. i Oslo, og 15 500 i Oppedgård kommune. Anlegget er dimensjonert til å kunne behandle 3 m<sup>3</sup>/s; tilførsler over dette ledes via overløp på Bekkelaget. Tilførsler over 6 m<sup>3</sup>/s sendes ut i fjorden via Alnaelva fra overløpet på Kværner. Gjennomsnittlig vannføring inn på anlegget i dag er 1.2 m<sup>3</sup>/s. Utslipp i overløp og av rensset avløpsvann gjennom diffusoren er vist i tabell som gjennomsnitt for årene 2004 og 2005 (*Kilde: fagrapporter*)

		Hoved- overløp	Kværner- overløpet	utslipp fra renseanlegg
Vannmengde	mill m3	1.0	0.36	38.5
P		1.5	0.11	6.9
N	tonn/år	14.6	0.90	344.5
BOF				136.5

I Sørensen et al. (1995), side A-15 anslås forhold mellom KOF og TOC til ca. 4 for kloakkvann. KOF vil være mye større enn BOF, så forholdstallet BOF:TOC vil være lavere. I planen for Bekkelaget (Contractual Objectives) var TOC og BOF satt omtrent likt (Njerkeng og Magnusson 1999). Inntil videre antas en faktor 1:1 mellom BOF og TOC både for overløp og utslipp.

Utslppsarrangementet fra renseanlegget beskrives i modellkjøringene på samme måte som i de beregningene som er beskrevet i Bjerkeng og Magnusson (1999) som grunnlag for å gi råd om utformingen av utslippet (side 23 i rapporten), dvs. med 50 m utslippsdyp og en diffusor med 20 hull og effektiv strålediameter 23 cm. Overløpet fra ristene antas å slippes ut gjennom det gamle utslppsarrangementet, gjennom en tunnel med 2.5 m diameter på 25 m dyp, mens Kvarneroverløpet adderes til estimert tilførsel i Ljanselva.

### 2.3.3. Nordre Follo renseanlegg

Dette renseanlegget tar imot avløpsvann fra Ski, Oppegård og Ås kommuner. Tabellen nedenfor viser fordeling av vannmengder på de tre kommunene, beregnet antall p.e. fordelt ut fra vannmengde for et totaltall på 40 400 p.e. som oppgitt pr. desember 2004 i renseanleggets årsrapport, og antall p.e. ut fra gjennomgangen av kommunene i oversikten ovenfor. Tallene stemmer godt for Ski og Ås kommuner, mens det er et avvik for Oppegård. Det som oppgis av kommunene summerer seg til ca. 34 800 p.e., som er vel 10 % lavere enn det som oppgis i renseanleggets årsrapport.

Kommune	Vannmengde mill m <sup>3</sup>	% av total	P.e. fordelt etter vannmengde	P.e. oppgitt fra kommunene
Ski	2.20	59 %	23 800	24300
Oppegård	1.25	34 %	13 700	7800
Ås	0.25	7 %	2 800	2700
Sum	3.70		40 400	34 800

**Tabell 8.** Gjennomsnittlige tilførsler og utslipp for periode 2004-2005 fra Nordre Follo renseanlegg

		Tilførsler		Utslipp tonn/år	Rensegrad %
		tonn/år	g/pe/døgn		
Gjnsnitt 2004- 2005	P	19	1.3	1.2	93.9 %
	N	132	8.9	35.3	73.2 %
	BOF5	445	30.2	44.8	89.9 %

Utslippsmengder som gjennomsnitt for 2004 og 2005 ut fra renseanleggets årsrapport er vist i tabell **Tabell 8**. Døgnvannmengde varierer fra ca 2 000 til 27 000 m<sup>3</sup> over årene 2004-2005; gjennomsnittet ligger på ca. 10 000 m<sup>3</sup>. Gjennomsnittlig årlig vannmengde gjennom anlegget er ca. 3.75 mill m<sup>3</sup>, med 72 000 m<sup>3</sup> (ca. 1.9 %) i overløp. Mengden overløp vil variere mye fra år til år.

Utslippet fra Nordre Follo renseanlegg går ut på 50 meters dyp gjennom en diffusor som er oppgitt å være 50 m lang med senteravstand 2 m mellom hullene, dvs. med ca. 25 hull. Hulldiameter er oppgitt å være 10 cm; effektiv strålediameter settes til 8 cm pga. antatt strålekontraksjon. Med en midlere vannmengde 0.12 m<sup>3</sup>/s gir det en midlere strålehastighet på 1 m/s.

### 2.3.4. Mindre renseanlegg

I tillegg til de tre store renseanleggene finnes 4 mindre renseanlegg med tilknytning mellom 400 og 6000 p.e. **Tabell 9** viser tilførsler og utslipp som gjennomsnitt for årene 2004 og 2005, ut fra opplysninger i årsrapporter fra anleggene. For Åros renseanlegg er verdiene angitt som ca. tall som gjennomsnitt for årene 2002-2005 basert på årsrapport for 2005.

**Tabell 9.** Tilførsler og utslipp for mindre renseanlegg til indre Oslofjord; gjennomsnitt for 2004-2005 for Buhrestua, Kirkevika, Fagerstrand, for 2002-2005 for Åros.

Renseanlegg	Tilknyttet (p.e.)	Param.	Tilførsler		Utslipp tonn/år	Rensegrad %	Vannføring		
			tonn/år	g/pe/døgn			m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /p.e./år	% overløp
Buhrestua	6 315	P	3.53	1.53	0.148	95.8	0.022	108	1.4
		BOF <sub>5</sub>	88.85	38.55	14.5	83.7			
Kirkevika	425	P	0.204	1.32	0.040	80.6	0.0013	95	18.6
Fagerstrand	1 400	P	1.45	2.84	0.091	93.8	0.0096	216	0.0
Åros	3 600	P			0.125 <sup>2</sup>		0.013		
		LOC			8.0				

Buhrestua og Kirkevika har utslipp til Bunnefjorden, mens Fagerstrand og Åros ligger ved Vestfjorden.

Buhrestua, Kirkevika og Fagerstrand renseanlegg har utslipp på 20-25 m dyp, gjennom enkle ledninger med diameter 250 mm for Buhrestua, 160 mm for Kirkevika.

Som nevnt i kommuneoversikten finnes det også mindre separatanlegg; de er ikke omtalt nærmere, men må regnes inn i spredte tilførsler.

## 2.4. Målte tilførsler i vassdragene

Det gjøres målinger av vannføring og forurensningstilførsler i de fleste vassdragene rundt indre Oslofjord, men omfang og hyppighet av måleprogrammene varierer. Elvene i Oslo er best kartlagt, med løpende målinger på ukebasis. Gjersjøen og Gjersjøelva har også et løpende måleprogram, med månedlige analyser av vannkvalitet, og det gjøres også målinger i elvene i Asker og Bærum og i Åroselva. ANØ-rapport nr. 28/02 "Vannkvalitetsutvikling i vassdragene i Oslo og Akershus 1980-2000" gir en oversikt over de viktigste vassdragene.

I det følgende oppsummeres estimater for tilførsler ut fra tilgjengelige opplysninger.

### 2.4.1. Årungen og Årungselsva

Årungselsva på grensen mellom Frogn og Ås kommuner renner fra Årungen ut lengst i sør i Bunnebotten. Ca. 2/3 av nedbørfeltet ligger i Ås kommune, og 1/3 i Frogn kommune, men det er også noe avrenning fra Ski kommune. (Fra Heier og Løvstad (2004) om Årungenvassdraget).

Det finnes ikke reelle vannføringsmålinger for Årungenelva ennå; det blir iverksatt i løpet av våren 2006, men Ås kommune angir gjennomstrømningen til ca. 25 mill m<sup>3</sup> pr. år. For 2005 er total fosforkonsentrasjon i snitt målt til 46 µgP/l ved Årungen utløp til Årungselsva, og i gjennomsnitt for perioden 2001-2005 er TP 43 µgP/l, det vil si ca. 1.1 tonn P pr år (epost fra Gunnar Larsen, Ås kommune)

I tiltaksanalyse og tiltaksplan fra Ås kommune 2003 er det anslått at årlig transport gjennom Årungen er 0.85 tonn P (konsentrasjon 35µg P/l og gjennomstrømning 24.4 mill m<sup>3</sup>/år) etter retensjon i innsjøen. Totale tilførsler til innsjøen er satt til det dobbelte, dvs. 1.7 tonn P, som antas å være den biotilgjengelige delen av et kildebasert estimat på 4.1 tonn.

<sup>2</sup> Gjennomsnitt over 4 år, inkluderer et avvikende høyt årsgjennomsnitt i 2004

FOA (2002) oppgir vannmengde på 46 mill m<sup>3</sup> pr år (vannføring 1.46 m<sup>3</sup>/s) og viser figurer med gjennomsnittlig konsentrasjon ca. 25 µg P/l og 3000 µg N/l i Årungen for de siste årene (lest ut av figurer); det gir transporter på ca. 1.15 tonn P og 138 tonn N pr. år.

Her er det litt avvikende opplysninger i ulike kilder. Ut fra en sammenligning med målt avrenning fra Gjersjøen med et større nedbørfelt ser det ut som vannmengde i FOA 2003 må være angitt for høyt.

### 2.4.2. Gjersjøvassdraget

I Weideborg (2004) anslås tilførselene til Gjersjøen via tilløpsbekkene pr. kommune. Tabell viser anslått tilførsel av fosfor, både totalt og med biotilgjengelig del (løst ortofosfat). For Oppegård er det i hovedsak avrenning fra tettstedsarealer og lekkasjer og overløp ("transportsystem"), mens jordbruk er vesentlig for Ski og dominerende for Ås kommune.

**Tabell 10.** Tilførsler til Gjersjøen via tilløpsbeker, fra Weideborg (2004).

	Fosformengde kg P/år	
	totalt	Biotilgj.
Beregnet tilførsel i avrenningsfeltene til Gjersjøen		
Oppegård	283	100
Ski	1043	708
Ås	407	250
Sum	1733	1058
Angitt total i Weideborg (2004)	1650	970
Beregnet tilførsel til Gjersjøen ut fra målinger i tilløpselvene	910	444
Anslått retensjon	47 %	58 %

Oredalen et al. (2004) summerer tilførselene til Gjersjøen via tilløpsbekkene til ca. 700-1000 kg P/år. Det meste av dette ser ut til å sedimentere i innsjøen: Gjersjøelva har konsentrasjoner mellom 10 og 15 µg P L<sup>-1</sup>, og med midlere vannføring omkring 0.6 m<sup>3</sup>/s blir tilførselene til Bunnefjorden for 2004 og 2005 beregnet til ca. ca. 150-200 kg P/år. Retensjonen av fosfor i Gjersjøen kan da anslås til 50 til 70 %. Omtrent 30 % av fosformengden til fjorden er ortofosfat. Nitrogentilførselene er 20-30 tonn pr. år, hvorav ca. 70 % er som nitrat og bare 0.5-1 % som ammonium.

### 2.4.3. Vassdragene i Oslo

I følge OVA (Fagrapport 8/2005) var målt transport fra vassdrag til fjorden i 2004 16 tonn fosfor, 220 tonn nitrogen og 1700 tonn TOC. **Tabell 11** viser beregnet gjennomsnittlig vannføring, og tilførsler av total fosfor, nitrogen og organisk karbon basert på ukentlige målinger i vassdragene, som et gjennomsnitt for årene 2002-2005. Transporten av ortofosfat utgjør fra 13 til 23 % av total fosfortransport på årsbasis; forholdstallet varierer mellom de ulike elvene, og er generelt noe høyere om vinteren enn om sommeren. For nitrogen kan det anslås at ca. 70 % av nitrogenet er som nitrat, her er årstidsvariasjonen mindre.

Av de målte tilførselene i vassdragene anslås at ca. 10 % er naturlig avrenning, og at resten fordeler seg omtrent likt mellom overflateavrenning og lekkasjer, overløp og driftsfeil.

**Tabell 11.** Vannføring og tilførsler av fosfor (P), nitrogen (N) og totalt organisk karbon (TOC) til indre Oslofjord fra vassdrag i Oslo, beregnet som gjennomsnitt for 2002-2005 ut fra målinger gjort av OVA, Oslo kommune.

		<b>Tall for dagens situasjon til bruk i modellen:</b>			
	Vassdrag	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	P tonn/år	N tonn/år	TOC tonn/år
<b>Lysakerfjorden</b>	<b>Sum</b>	<b>3.5</b>	<b>2.9</b>	<b>68</b>	<b>609</b>
	Lysakerelva <sup>3</sup>	3.1	2.1	56	572
	Mærradalsbekken	0.1	0.3	5	12
	Hoffselva	0.3	0.5	7	25
<b>Oslo havn</b>	<b>Sum</b>	<b>4.0</b>	<b>11.4</b>	<b>143</b>	<b>811</b>
	Frognerelva	0.4	0.9	15	46
	Akerselva	2.7	2.0	44	353
	Hovinbekken	0.18	1.5	15	116
	Alna(Loelva)	1.2	7.0	69	296
<b>Bunnefjorden</b>	<b>Ljanselva</b>	<b>0.4</b>	<b>1.0</b>	<b>14</b>	<b>91</b>
<b>Totalt</b>		<b>8.3</b>	<b>15.3</b>	<b>225</b>	<b>1511</b>

Den samlede målte transporten fra Osloelvene er altså ca. 15 tonn P og 225 tonn N pr. år, og det kan være noen overløp og noe avrenning i tillegg til dette, direkte til fjorden og nedstrøms målestasjonene. Utslipp fra Oslo via de store renseanleggene og deres overløp kommer i tillegg til dette.

#### **2.4.4. Sandvikselva og Øverlandselva**

Total avrenning fra Bærum kommune til sjøområdene er anslått til 5-9 tonn P og 200-400 tonn N, hvorav 0.5-1 tonn inngår i det som måles i Lysakerelva av Oslo kommune. Sandvikselva anslås å bli tilført 2-4 tonn P og 120-250 tonn N pr. år, og Øverlandselva 0.5 – 1.5 tonn P og 15 - 25 tonn N pr. år. Totaltallene som oppgis for tilførsler til fjorden er noe større enn summen av disse elvetilførslene, for fosfor utgjør forskjellen ca. 2 tonn P.

#### **2.4.5. Askerelva og Neselva**

Basert på månedlige målinger av vannføring og konsentrasjon for 2004 og 2005 kan transporten til fjorden via de to vassdragene anslås til samlet ca. 0.5 tonn P pr. år, av dette er ca. 40 % ortofosfat. Samlet nitrogentilførsel kan være omkring 30 tonn pr. år. Estimatenes må regnes som usikre innenfor ±50 %.

#### **5.1.1 Åroselva**

Asker kommune har estimert en tilførsel på 0.9 tonn P til Åroselva basert på tilførselskoeffisienter, fra et areal som utgjør anslagsvis 40 % av Åroselvas nedbørfelt. Forskjellige beregningsmetoder ga transportestimer fra 3 til 7 tonn P og 90-115 tonn N pr. år for årene 1986-88 i Bjerkeng (1994) på basis av måledata fra elva.

<sup>3</sup> Inkludert bidrag fra Bærum

## 2.5. Beregning av tilførsler med modellen TEOTIL

**Tabell 12** viser oppdeling av avrenningsområdene rundt indre Oslofjord innenfor Drøbaksterskelen, dvs. TEOTIL-områder 005 – 009. Områdene 005 er i hovedsak den del av Follo-kommunene som har avrenning til Bunnefjorden, område 006 omfatter avrenning fra Oslo, mens områdene 007-009 omfatter kommunene i Akershus og Buskerud. Beregningene er rapportert i Selvik et al. (2005).

**Tabell 12.** Oversikt over TEOTIL-områder med avrenning til indre Oslofjord<sup>4</sup> med areal og vannføring

Avrenning til fjordområde	Teotilnavn	Supplerende beskrivelse	ID	Areal		Vannføring	
				km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	mill. m <sup>3</sup> /år	
Bunnebotten	Ås	Ås og Frogn ( <b>Årungselva</b> )	005.0-2	60.93	0.93	29.33	
	<i>Nesodden</i>	<i>Frogn og Nesodden mot øst</i>	<i>005.0-1 20 %</i>	<i>13.89</i>	<i>0.19</i>	<i>6.06</i>	
Bunnefjorden hovedbasseng			<i>005.0-1 30 %</i>	<i>20.83</i>	<i>0.29</i>	<i>9.09</i>	
	Ski	Ski og Oppegård ( <b>Gjersjøelva</b> )	005.0-3	86.23	1.29	40.52	
Bekkelagsbassenget og Oslo havn	Malmøya	Nordstrand ( <b>Ljanselva</b> )	006.0-1	42.20	0.68	21.41	
	<b>Akerselva/</b>	<b>og Hovinbekken</b>	006.Z-1	227.48	6.25	197.16	
	Frysja	(Antas å inkludere Bekkelaget RA)					
	Bryn	Bekkelaget ( <b>Alna</b> )	006.0-2	74.61	1.43	44.94	
	Hovedøya	Oslo sentrum	006.0-3	0.00	0.00	0.00	
	Bygdøy øst		006.0-4	2.25	0.03	0.79	
Lysakerfjorden	<b>Frognerbekken</b>		006.3Z-0	23.17	0.41	12.99	
	Bygdøy vest	<b>Mærradalsbekken-Hoffselva</b>	007.0-1	14.62	0.24	7.69	
	Fornebu		007.0-2	0.00	0.00	0.00	
	<b>Lysakerelva</b>		007.Z-0	127.38	2.83	89.18	
Bærumsbassenget og Vestfjorden	Ostøya	Sørøstre deler av Bærum	008.0-1	2.82	0.04	1.17	
	Sandvika	<b>Sandvikselva/Øverlandselva</b>	008.Z-1	222.57	4.20	132.45	
	Nesøya	Bærum - Asker ( <b>Neselva</b> )	008.0-2	21.74	0.34	10.56	
	Blakstad	sentrale Asker ( <b>Askerelva</b> )	009.0-1	37.58	0.63	19.90	
	Nærnes	Asker sør ( <b>VEAS</b> ) - Røyken	009.0-2	6.09	0.05	1.45	
	Sætre	del av Hurum kommune	009.0-3	23.70	0.33	10.47	
	Røyken	Røyken ( <b>Åroselva</b> )	009.Z-0	112.72	1.98	62.57	
<i>Nesodden</i>	<i>Frogn og Nesodden mot vest</i>	<i>005.0-1 50 %</i>	<i>34.72</i>	<i>0.48</i>	<i>15.15</i>		
<b>Sum indre Oslofjord innenfor Drøbak (005-009)</b>				<b>1156</b>	<b>22.6</b>	<b>683</b>	
<b>Sum Bunnebotten</b>				<b>74.8</b>	<b>1.1</b>	<b>29.3</b>	
<b>% av total til indre Oslofjord</b>				<i>6.5</i>	<i>5.0</i>	<i>4.3</i>	
<b>Sum Bunnefjorden og Bunnebotten inkl. Nordstrand, ekskl. Lysakerfjorden</b>				<b>224.1</b>	<b>3.4</b>	<b>91.3</b>	
<b>Utgjør i % av total til indre Oslofjord</b>				<i>19.4</i>	<i>14.9</i>	<i>13.4</i>	
<b>Sum Bunnefjorden fra Akershuskommunene</b>				<b>181.9</b>	<b>2.7</b>	<b>69.9</b>	
<b>Utgjør i % av total til indre Oslofjord</b>				<i>15.7</i>	<i>11.9</i>	<i>10.2</i>	

Beregnete årlige tilførsler av P og N for 2004 er vist i **Tabell 13** og **Tabell 14**. Totalt TEOTIL-estimat for 2004 er 50.5 tonn P og 1712 tonn N. Dette er hhv. 21 tonn P og 255 tonn N lavere enn fra TEOTIL i 2001, vesentlig pga. av lavere koeffisienter for naturlig avrenning (Selvik et al. 2005).

Utslipp som tilsvarende de tre store renseanleggene for året 2004 gjenfinnes nokså nøyaktig i kolonnen for befolkning i TEOTIL-område 009.0-2 (VEAS med 25 tonn P og 720 tonn N), 006.Z-1 (Bekkelaget med 5.63 tonn P og 342 tonn N i 2004) og 005.0-1 (Nordre Follo med 1.36 tonn P og 33.2 tonn N i

<sup>4</sup> Teotil inkluderer også noen områder med indirekte tilførsler til indre Oslofjord via avrenning til de kystområdene som er vist i tabellene, det er regnet med i tilførselstallene i tabellene

2004), for de to siste i tilfelle ikke helt riktig geografisk plassert. De små rensanleggene i Nesodden med utslipp til Bunnefjorden kan også inngå i 005.0-1 ut fra tallene.

Når det gjelder utslippene ellers, vil en sammenligning med det som er referert tidligere for enkeltkilder ut fra målinger tyde på at TEOTIL-beregningene totalt sett gir for små tilførsler, mens det for enkeltbidrag kan være avvik begge veier.

**Tabell 13.** TEOTIL-beregning av fosfortilførsler til indre Oslofjord

Avrenning til fjordområde	Teotilnavn			Jordbruk	Befolkn. Industri	Bakgr.	Sum
		Supplerende beskrivelse	ID				
Bunnebotten	Ås	Ås og Frogn (Årungselsva)	005.0-2	3.38	0	0.39	3.76
	<i>Nesodden</i>	<i>Frogn og Nesodden mot øst</i>	<i>005.0-1 20 %</i>	<i>0.22</i>	<i>0.30</i>	<i>0.07</i>	<i>0.59</i>
Bunnefjorden hovedbasseng			<i>005.0-1 30 %</i>	<i>0.32</i>	<i>0.46</i>	<i>0.11</i>	<i>0.89</i>
	Ski	Ski og Oppegård (Gjersjøelva)	005.0-3	1.79	0.52	0.29	2.60
Bekkelagsbassenget og Oslo havn	Malmøya	Nordstrand (Ljanselva)	006.0-1	0.07	0	0.15	0.22
	Akerselva	og Hovinbekken	006.Z-1	0.28	<b>0.42</b>	0.83	1.53
	Frysja	Antas å være Bekkelaget RA			5.83		5.83
	Bryn	Bekkelaget (Alna)	006.0-2	0.04	0	0.15	0.20
	Hovedøya	Oslo sentrum	006.0-3	0.00	0	0.00	0.00
	Bygdøy øst Frognerbekken		006.0-4 006.3Z-0	0.13 0.06	0 0	0.01 0.04	0.14 0.11
Lysakerfjorden	Bygdøy vest	Mærradalsbekken-Hoffselva	007.0-1	0.01	0	0.02	0.03
	Fornebu		007.0-2	0.00	0	0.00	0.00
	Lysakerelva		007.Z-0	0.44	0	0.31	0.75
Bærumsbassenget og Vestfjorden	Ostøya	Sørøstre deler av Bærum	008.0-1	0.06	0	0.01	0.07
	Sandvika	Sandvikselva/Øverlandselva	008.Z-1	1.39	0.32	0.52	2.23
	Nesøya	Bærum - Asker (Neselva)	008.0-2	0.54	0	0.08	0.62
	Blakstad	sentrale Asker (Askerelva)	009.0-1	0.56	0.21	0.11	0.88
	Nærnes	Asker sør (VEAS) - Røyken	009.0-2	0.09	25.00	0.02	25.11
	Sætre	del av Hurum kommune	009.0-3	0.04	0	0.05	0.08
	Røyken	Røyken (Åroselva)	009.Z-0	2.01	0.99	0.41	3.42
	<i>Nesodden</i>	<i>Frogn og Nesodden mot vest</i>	<i>005.0-1 50 %</i>	<i>0.54</i>	<i>0.76</i>	<i>0.18</i>	<i>1.48</i>
Sum indre Oslofjord innenfor Drøbak (005-009)				12.0	34.8	3.8	50.5
Sum Bunnebotten				3.6	0.3	0.5	4.4
% av total til indre Oslofjord				30.0	0.9	12.2	8.6
Sum Bunnefjorden og Bunnebotten inkl. Nordstrand, eksl. Lysakerfjorden				5.8	1.3	1.0	8.1
Utgjør i % av total til indre Oslofjord				48.3	3.7	26.8	16.0
Sum Bunnefjorden fra Akershuskommunene				5.7	1.3	0.9	7.8
Utgjør i % av total til indre Oslofjord				47.7	3.7	22.8	15.5

Område 005.0-2 omfatter det meste av Årungen nedbørfelt, men inkluderer også området med avrenning direkte til Årungselsva, dvs. nedstrøms Årungen. TEOTIL gir omtrent samme vannmengde som oppgitt for Årungen (29 mill m<sup>3</sup>/år) men en fosfortransport på ca. 3.75 tonn, som er ca. 4 ganger høyere enn det som er estimert for avrenning fra Årungen på bakgrunn av målinger av konsentrasjoner i innsjøen. Nitrogenertransporten beregnes i TEOTIL til 119 tonn pr. år, og det stemmer rimelig bra med det som er anslått ut fra konsentrasjoner i Årungen. Estimert P-transport virker imidlertid svært høy, selv når en tar i betraktninger at TEOTILområdet og nedbørfeltet til Årungen bare overlapper delvis.

For område 005.0-3, som omfatter Gjersjøen og Gjersjøelva, er det i TEOTIL beregnet totalt 2.6 tonn P og 76 tonn N pr. år, med jordbruk som dominerende kilde. Teotil-feltet samsvarer omtrent med nedbørfeltet til Gjersjøen, med tillegg av et område med direkte avrenning til fjorden, som utgjør



anslagsvis 5-10 % av totalt areal, og mengdene burde derfor være omtrent sammenlignbare med det som er målt i Gjersjøelva. Imidlertid er TEOTIL-estimatene ca. 10 ganger større enn dette for P og 3 ganger større for N. TEOTIL-verdiene ser ut til å være riktigere som et mål på tap fra kildene enn på avrenningen til fjorden etter retensjon for dette feltet.

**Tabell 14.** TEOTIL nitrogentilførsler til indre Oslofjord

Avrenning til fjordområde	Teotilnavn	Supplerende beskrivelse	ID	Jord- bruk	Befolkn. <i>Industri</i>	Bakgr.	Sum
				tonn N pr. år			
Bunnebotten	Ås	Ås og Frogn ( <i>Årungselva</i> )	005.0-2	97.42	0	21.60	119.0
	<i>Nesodden</i>	<i>Frogn og Nesodden mot øst</i>	<i>005.0-1 20 %</i>	<i>6.17</i>	<i>7.4</i>	<i>3.23</i>	<i>16.8</i>
Bunnefjorden hovedbasseng	Ski	Ski og Oppegård (Gjersjøelva)	005.0-3	51.95	6.9	17.46	76.3
	Malmøya	Nordstrand ( <i>Ljanselva</i> )	006.0-1	2.09	0.0	5.04	7.1
Bekkelagsbassenget og Oslo havn	<i>Akerselva/</i> Frysja	og <i>Hovinbekken</i> Antas å være Bekkelaget RA	006.Z-1	8.18	345.7	34.59	42.8
	Bryn	Bekkelaget ( <i>Alna</i> )	006.0-2	1.26	0.0	7.40	8.7
	Hovedøya	Oslo sentrum	006.0-3	0.00	0.0	0.00	0.0
	Bygdøy øst <i>Frognerbekken</i>		006.0-4 006.3Z-0	3.56 1.80	0.0 0.0	0.78 2.43	4.3 4.2
Lysakerfjorden	Bygdøy vest	<i>Mærradalsbekken-Hoffselva</i>	007.0-1	0.22	0.0	1.20	1.4
	Fornebu		007.0-2	0.00	0.0	0.00	0.0
	<i>Lysakerelva</i>		007.Z-0	12.46	0.0	22.74	35.2
Bærumsbassenget og Vestfjorden	Ostøya	Sørøstre deler av Bærum	008.0-1	1.39	0.0	0.57	2.0
	Sandvika	<i>Sandvikselva/Øverlandselva</i>	008.Z-1	39.65	5.2	33.51	78.3
	Nesøya	Bærum - Asker ( <i>Neselva</i> )	008.0-2	15.09	0.0	4.64	19.7
	Blakstad	sentrale Asker ( <i>Askerelva</i> )	009.0-1	15.48	5.3	7.10	27.9
	Nærnes	Asker sør ( <i>VEAS</i> ) - Røyken	009.0-2	2.53	720.0	1.19	723.7
	Sætre	del av Hurum kommune	009.0-3	1.18	<i>5.3</i>	4.07	10.5
	Røyken <i>Nesodden</i>	Røyken ( <i>Åroselva</i> ) <i>Frogn og Nesodden mot vest</i>	009.Z-0 <i>005.0-1 50 %</i>	66.55 <i>15.43</i>	30.4 <i>18.5</i>	24.36 <i>8.07</i>	121.3 <i>42.0</i>
<b>Sum indre Oslofjord innenfor Drøbak (005-009)</b>				<b>352</b>	<b>1156</b>	<b>205</b>	<b>1712</b>
<b>Sum Bunnebotten</b>				<b>104</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>136</b>
<b>% av total til indre Oslofjord</b>				<b>29.5</b>	<b>0.6</b>	<b>12.1</b>	<b>7.9</b>
<b>Sum Bunnefjorden og Bunnebotten inkl. Nordstrand, ekskl. Lysakerfjorden</b>				<b>167</b>	<b>25</b>	<b>52</b>	<b>244</b>
<b>Utgjør i % av total til indre Oslofjord</b>				<b>47.5</b>	<b>2.2</b>	<b>25.5</b>	<b>14.3</b>
<b>Sum Bunnefjorden fra Akershuskommunene</b>				<b>164.8</b>	<b>25.4</b>	<b>47.1</b>	<b>237.3</b>
<b>Utgjør i % av total til indre Oslofjord</b>				<b>46.9</b>	<b>2.2</b>	<b>23.0</b>	<b>13.9</b>

For områdene 006 og 007, som stort sett omfatter avrenningen fra Oslo og fra Bærum til Lysakerelva går forskjellene den andre veien. Summert bidrag fra TEOTIL er 3 tonn P og 103 tonn N pr. år, når det som antas å være rensed utslipp fra Bekkelaget renseanlegg er holdt utenfor. Sammenlignbart estimat ut fra målinger fra disse TEOTIL-feltene er ca. 23 tonn P og 280 tonn N; det er summen av estimatene for transport i elvene basert på ukentlige målinger for 2004 på 16 tonn P og 220 tonn N, samt Lysakeroverløpet og overløpene fra Bekkelaget r.a. med i alt 6.9 tonn P og 63 tonn N.

Ved å summere tilførselen fra TEOTIL-områdene 008 og 009.0-1 og halvparten av 009.0-2 eksklusiv utslipp fra VEAS, fås 4 tonn P og 137 tonn N. Dette bør tilsvare omtrent avrenning fra arealer og vassdrag fra Bærum (unntatt Lysakerelva) og Asker kommuner. Ut fra estimatene i kommuneplanene som er beskrevet ovenfor, også iallfall delvis basert på avrenningskoeffisienter og spesifikke tall, skulle tilførslene bare fra Bærum være 1 til 2 ganger større enn beregnet av TEOTIL for begge de to kommunene. Det kan se ut som TEOTIL-estimatet her er lavere enn det som er angitt i kommuneplanene. Hva som er riktigst skal ikke vurderes her, men en kan velge å legge TEOTIL-

estimatene til grunn for avrenningen for disse områdene til fjorden, siden det er basert på nyere koeffisienter.

Generelt ser det altså ut til at TEOTIL-beregningene for 2004 gir høyere utslipp til Bunnefjorden enn det data for renseanlegg og vassdrag tyder på, mens det motsatte er tilfelle for Oslo og kanskje også Asker og Bærum. Totalt ser det ut til at tilførslene beregnet med TEOTIL for 2004 og vist i tabellene ovenfor er for lave, og at et mer rimelig estimat er ca. 65-70 tonn P og 1850 tonn N pr. år.

## 2.6. Tilførselsbeskrivelse for dagens situasjon brukt i modellkjøringene

På basis av beskrivelsen foran er det satt opp en beskrivelse av tilførslene for dagens situasjon til bruk i modellkjøringene. Deretter er endringer fra dagens situasjon tilbake til årene 1950 og 1910 beskrevet summarisk. I modellen justeres tilførslene ved koeffisienter som beskrevet nærmere i kapittel 3.5.2.

Tilførslene til fjordmodellen delt opp i 15 ulike utslipp:

	Utslippsområde	Kilder	Utslippsdyp
1.	Bunnebotten	Avrenning fra Frogn og Ås (Årungen)	overflate
2.	Bunnefjordens hovedbasseng	Avrenning fra Oppegård og Nesodden øst med Gjersjøelva	overflate
3.	Bunnefjordens hovedbasseng	Avrenning fra Nordstrand (Ljanselva)	overflate
4.	Bekkelagsbassenget	Avrenning fra Oslo øst	overflate
5.	Oslo havn	Avrenning fra Oslo sentrum (Akerselva)	overflate
6.	Lysakerfjorden	Avrenning fra Oslo vest og Bærum øst (Lysakerelva)	overflate
7.	Vestfjorden	Avrenning fra Asker, Bærum, Røyken og Hurum.	overflate
8.	Bekkelagsbassenget	Bekkelaget r.a. diffusorutslipp	50 m
9.	Bekkelagsbassenget	Bekkelaget r.a. overløp	25 m
10.	Vestfjorden	VEAS r.a. diffusorutslipp	42 m
11.	Lysakerfjorden	VEAS r.a. overløp	25 m
12.	Bunnefjorden	Nordre Follo r.a.	50 m
13.	Bunnefjorden	Buhrestua r.a.	22 m
14.	Bunnefjorden	Kirkevika r.a.	22 m
15.	Vestfjorden	Fagerstrand og Åros renseanlegg	25 m

Overflateutslippene tilføres i modellen til de to øverste 2.5 m av vannsøylen, mens de dykkede utslippene fra renseanlegg og overløp simuleres som turbulente stråler med fortykning og innlagring styrt av forholdene i de vertikale tetthetsprofilene på hvert tidspunkt gjennom simuleringen. Utslippene ved Fagerstrand og Åros renseanlegg er antatt å være omtrent som for Buhrestua, detaljene her har uansett ikke så stor betydning mht. forholdene i Bunnefjorden. Overløp for de små anleggene er ikke med i modellen.

I modellkjøringene er Lysakerfjorden regnet som en del av Bunnefjorden, men tilførslene er skilt ut for lettere å se på virkning av tiltak i de forskjellige områdene rundt fjorden.

For dagens situasjon settes følgende bilde sammen ut fra beskrivelsene av ulike kilder og beregningsmåter ovenfor:

Nr	Fjordområde	HovedKilder	Utslippstype	Q m3/s	P tonn/år	N tonn/år	C tonn/år	Andel N som NH4N
1	Bunnebotten	Ås og Frogn (Årungen)	overflate	0.93	2.5	120	600	10 %
2	Bunnefjorden	Oppegård, Ski	overflate	1.0	1.4	50	250	10 %
3	Bunnefjorden	Oslo (Ljanselva)	overflate	0.7	1	14	91	10 %
4	Bekkelagsbassenget	Oslo	overflate	1.43	0.2	8.7	43.5	10 %
5	Oslo havn	Oslovassdrag	overflate	4.0	11.4	143	811	10 %
6	Lysakerfjorden	Oslovassdrag	overflate	3.5	2.9	68	609	10 %
7	Vestfjorden eksl. VEAS	Asker, Bærum, Røyken, Hurum	overflate	3.8	8.11	290	1450	10 %
8	Bekkelagsbassenget	Bekkelaget r.a.	50 m	1.5	5.64	342	200	40 %
9	Bekkelagsbassenget	overløp	25 m	0.04	1.77	19.2	63	90 %
10	Vestfjorden	VEAS	42 m	3.26	25.2	720	1246	40 %
11	Lysakerfjorden	overløp VEAS	25 m	0.1	5.2	43	141	90 %
12	Bunnefjorden	Nordre Follo r.a.	25 m	0.12	1.2	35	45	40 %
13	Bunnefjorden	Buhrestua r.a.	22 m	0.023	0.162	4.86	6.2	90 %
14	Bunnefjorden	Kirkevika r.a.	22 m	0.0012	0.065	1.95	2.5	90 %
15	Vestfjorden	Fagerstrand, Åros	25 m	0.022	0.2	6	7.7	90 %
Sum				20.43	66.9	1866	5566	
Sum til overflaten				15.36	27.5	694	3855	
Sum dykket				5.07	39.4	1172	1711	
Sum til overflaten i Bunnefjorden fra Follo og Nordstrand				2.63	4.9	184	941	

#### Kommentarer:

- Tilførslene til Bunnebotten består av avrenningen fra Årungselsva, samt direkte tilrenning fra Ås og Frogn kommuner. Tilførslene via Årungen anslås til 1.5 tonn P og 150 tonn N, med hovedvekt på estimer basert på konsentrasjoner i Årungen, men trukket noe i retning av TEOTIL-estimatet for 005.0-2. En overslagsberegning ut fra antall personer i spredt bebyggelse og arealfordeling i Ås og Frogn kommuner med spesifikke koeffisienter på 1.3 g P og 9 g N pr. pe og døgn (som for tilførslene til Nordre Follo renseanlegg) gir mulige utslipp fra spredt bebyggelse direkte til Bunnebotten på ca. 500 kg P og 3500 kg N pr. døgn. I tillegg kan det være omtrent like stor avrenning fra jordbruk og annen overflateavrenning (Forholdstall i TEOTIL for område 005.0-1). Lokale tilførsler til Bunnebotten blir da estimert til 2.5 tonn P og 160 tonn N. Det må understrekes at dette er usikkert, og basert på grove overslagsberegninger.
- For tilførslene til Bunnefjorden er målte tilførsler i Gjersøelva og Ljanselva kombinert med TEOTIL-estimer fra Nesodden.
- For de mindre renseanleggene er N og TOC anslått ut fra forholdstall for Nordre Follo
- For en del tilførsler hvor det mangler data er TOC anslått til 5 ganger N.

## 3. Foreløpige miljømål – Fase I.

### 3.1. Innledning.

Hensikten med fase I er å foreslå foreløpige miljømål for Bunnefjordens vannmasser. De foreløpige målene vil senere kunne bli justert når fase II (biologiske mål) og fase III (tiltaksanalysen) er gjennomført.

### 3.2. Andre systemer for miljøklassifisering av betydning for miljømålene i Bunnefjorden.

Det foreligger i dag flere systemer for klassifisering av sjøvann. Statens forurensningstilsyn har en veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m. fl, 1997). Denne inneholder tilstandsklasser for eutrofirelevante parametere samt metaller. Videre inneholder den både en klassifisering av tilstand bedømt ut fra forekomsten av termotolerante bakterier (allmennhygieniske forhold, spesielt bruk av sjøvann for bading), samt parametere for bedømmelse av egnethet for friluftsbad. Videre har SFT utviklet egnethetskriterier for akvakultur, fritidsfiske og råvannsforsyning i samme veileder. SFT's klassifiserings bygger på tildels eldre observasjoner med et stort innslag av forurensede fjorder og er modent for revurdering og justering. Dette har dog ikke noen umiddelbar konsekvens for arbeidet i denne rapporten.

OSPAR (Oslo-Paris kommisjonen) har også utarbeidet forslag til kriterier for eutrofipåvirket vann. Imidlertid er disse kriteriene i hovedsak tenkt applisert på havområder, dvs. relativt åpne sjøområder. Imidlertid ble OSPARs Comprehensive Procedure gjennomgått for indre Oslofjord i 2003 (Molvær m.fl. 2003). OSPAR opererer med tre ulike grader av tilstand som betegnes som: Problem areas, potential problem areas og non-problem areas. Problem areas er områder som viser forhøyede næringssaltskonsentrasjoner og biologiske effekter forårsaket av lokale tilførsler eller grenseoverskridende transport (transboundary transport). Med potential problem areas mener OSPAR områder hvor det er observert økte næringssaltskonsentrasjoner, men ikke foreligger observasjoner av eutrofi-effekter. Klassifiseringen er midlertidig og i disse områdene skal det gjennomføres undersøkelser som kan henviser området til problem area eller non-problem area, den sistnevnte hvor det foreligger observasjoner som ikke viser på effekter. Indre Oslofjord ble bedømt å tilhøre et problem område (problem area) i 2003.

Vannrammedirektivet er EU's forslag til bedømmelse av vannkvalitet og økologisk status i ulike sjøområder. Direktivet er fortsatt under utvikling og den foreløpige versjonen er derfor ikke brukt i dette arbeidet. Det overordnede målet i Vannrammedirektivet er at alle marine områder skal oppnå god økologisk status, unntatt det som går under sterkt modifiserte vannforekomster, som for indre Oslofjords del begrenses til havneområdet.

Siden hovedarbeidet med denne rapporten ble avsluttet (høsten 2006) er Forskrift om rammer for vannforvaltningen blitt Norsk Lov (19.12.2006).

Vannrammedirektivet vil klassifisere et område (region) ut fra den økologiske tilstanden. Her er det tre nivåer :

- Svært god økologisk tilstand
- God økologisk tilstand
- Moderat økologisk tilstand.

Vann som har dårligere tilstand defineres som dårlig eller meget dårlig tilstand.

Indre Oslofjords kan nok betraktes å tilhøre områder hvor tilstanden i dag klassifiseres som moderat/dårlig.

Ettersom direktivets kriterier fortsatt er under utvikling, vil de ikke bli brukt i denne rapporten. De tilstandsklasser som blir nevnt i det følgende er dels SFT's tilstandsklasser (5 st. fra meget god til meget dårlig tilstand) eller de egne ambisjonsnivåer som lav, middels og høy. Imidlertid vil i grove trekk høy ambisjonsnivå i denne rapporten tilsvare god økologisk tilstand og middels nivå moderat tilstand, mens dagens situasjon omtrent tilsvare moderat/dårlig økologisk tilstand. Når direktivets kriterier har blitt ferdig utviklet bør Bunnefjordens tilstandsklasse ved de ulike ambisjonsnivåene revurderes.

### **3.3. Metoder.**

Miljømål for Bunnefjorden skal i en senere fase (fase III), knyttes til tiltak og kostnader for tiltak. Det er derfor nødvendig i denne fase å vurdere de foreløpige målene mot tilførsler så sant dette lar seg gjøre. Prinsipielt kan dette gjøres på tre ulike måter:

1. Analyse av historiske observasjoner knyttet til kjente variasjoner i tilførsler.
2. Simulering av forholdene i fjorden ved bruk av fjordmodellen med varierende tilførsler
3. Bruk av referansenivåer ut fra klassifiseringssystemer eller kjennskap til ulike grader av påvirkning.

Med god kjennskap til tilførselsvariasjoner gjennom f.eks. en periode hvor fjordens forurensnings-tilstand har variert og hvor det foreligger observasjoner fra fjorden, er det beste å ta utgangspunkt i disse. Der det mangler observasjoner kan en bruke modeller som valideres mot eksisterende observasjoner og hvor siden tilførsler blir variert etter historiske opplysninger eller antakelser. Resultatene fra modellene kan endelig sammenlignes med eksisterende kjennskap om hvordan en god eller mindre god tilstand bør være ut fra andre tilsvarende områder (geografiske gradienter).

I det siste tilfellet eksisterer også en del grenseverdier som skal oppfylles for å tilfredsstillende en presisert bruk av vannet til for eksempel bading (kvalitetskriterier).

I det følgende gjennomgås de ulike metodene og hvordan de er blitt brukt i dette arbeidet. Der hvor det har vært naturlig å trekke konklusjoner om foreløpige miljømål er dette gjort. I sluttkapitlet er så de ulike resultatene sammenveid og foreløpige miljømål presisert.

### **3.4. Foreløpige miljømål basert på observasjoner og vannkvalitetskriterier.**

#### **3.4.1. Definisjoner.**

For miljømålene opereres det med tre ambisjonsnivåer hvor dette er realistisk. Det er lavt ambisjonsnivå, middels ambisjonsnivå og høyt ambisjonsnivå. Der hvor det finnes vannkvalitetskriterier er disse blitt brukt noe som innebærer at for eksempel kriteriet for friluftsbad ikke vil forandre seg med ambisjonsnivå.

Lavt ambisjonsnivå er satt til dagens forhold i fjorden, mens for middels ambisjonsnivå er det valgt å bruke forholdene i begynnelsen av 1950 tallet som mal, mens høyt ambisjonsnivå er forhold som ligner forholdene som de var før 1930.

I denne rapporten behandles bare Bunnefjorden eksplisitt, men Bunnefjorden er klart påvirket av hva som tilføres fra andre deler av indre Oslofjord og miljømålene for vannmassene i Bunnefjorden vil derfor ses i lys av dette og ikke bare av lokale tilførsler.

Vannmassene i Bunnefjorden er her delt inn i to horisontalt avgrensede områder ut fra topografien: Sentrale deler av Bunnefjorden og Bonnebukta behandles separat (**Figur 14**). Bonnebukta er i stor grad et grunnvannsområde med største dyp ca. 30 meter og et middeldyp på 11 m, dvs. 50 % av Bonnebuktas bunn er grunnere enn 11 meter. Middeldypet for hele Bunnefjorden (inklusive Bonnebukta) er til sammenligning ca. 48 meter (**Figur 15** og **Figur 16**). Bonnebukta har også en lokal elvetilførsel (Årungenelva).

Vertikalt er vannmassene inndelt i tre sjikt etter topografi og vannfornyelse (oppholdstid på vannet).

**Overflatelaget** defineres som vannmassene mellom 0-20 meters dyp dvs. store deler av fotosyntesesonen. Disse vannmassene står i relativt fri forbindelse med ytre Oslofjord ettersom terskeldypet ved Drøbak er på ca. 20 meters dyp.

**Det intermediære lag** er vannmassene mellom 20-50 meter dyp. Dette er i hovedsak vannmasser som ligger over terskeldyp mellom Bunnefjorden og Vestfjorden. Det er i disse vannmasser som utslipp og innlagring av kommunal kloakk fra de store rensesanleggene skjer.

**Dypvannet** er vannmasser mellom 50 meters dyp og bunn (ca. 150 meter). Disse er isolert fra resten av fjorden og har en lengre oppholdstid en øvrige vannmasser.

For hvert lag er miljømålene knyttet til et utvalg av parametere som kan kontrolleres med målinger.

### Parametervalg:

**Overflatelaget:** Næringssalter (i hovedsak nitrogen og fosfor), planteplanktonbiomasse samt siktdyp (eller fotosyntesesonens dyp). I tillegg kommer kravet til badevannskvalitet (hygieniske kriterier).

**Intermediære vannlag:** Oksygen

**Dypvann:** Oksygen og oksygenforbruk.

Parametrene knytter seg til tiltak og effekten av tiltak som følger:

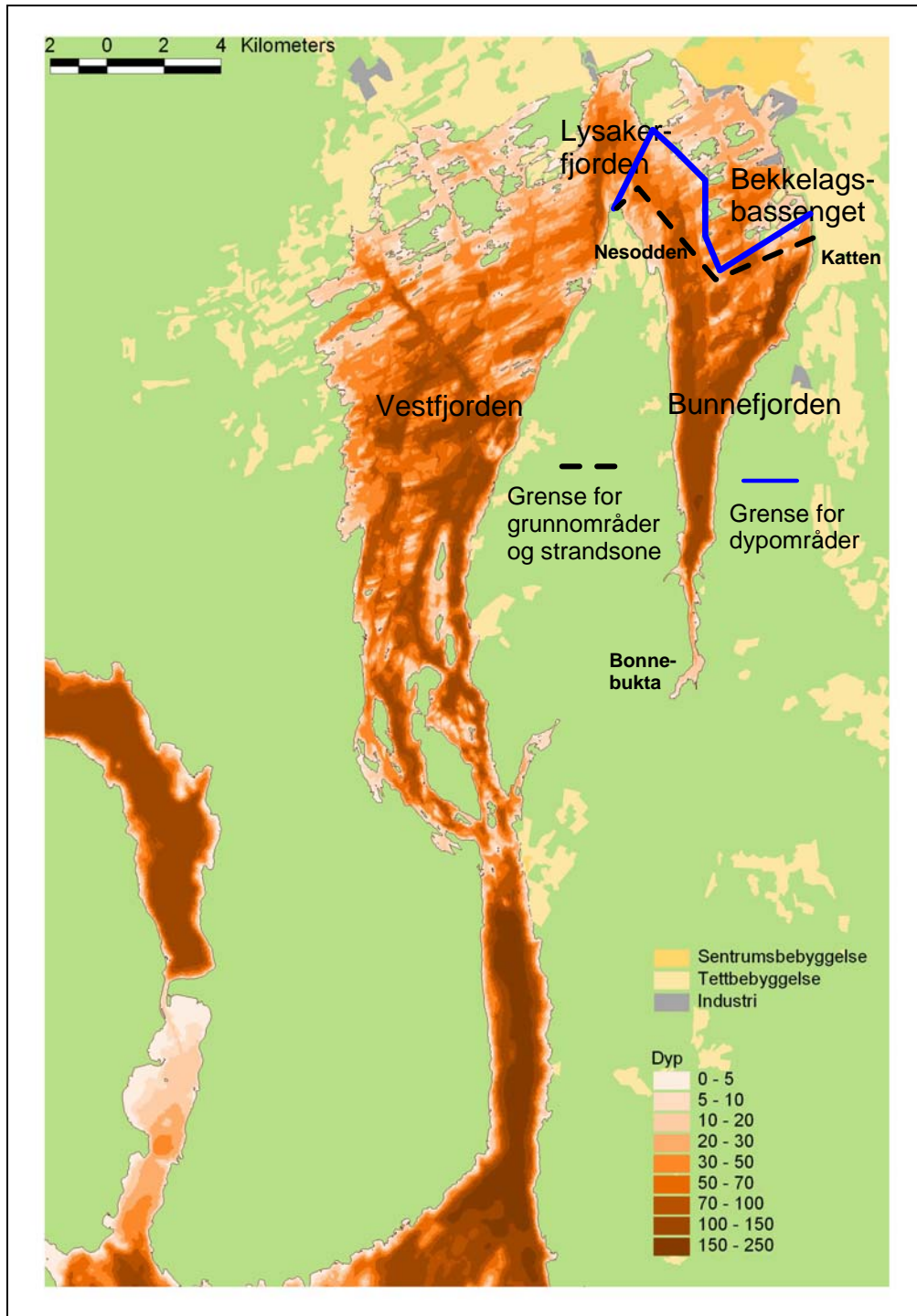
Næringssalter: er grunnlaget for planteplanktonproduksjonen og øvrige forhold av betydning for andre planter som for eksempel fastsittende alger.

Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a).

Siktdyp som gir vannets klarhet og som dels påvirkes av partikler fra elver men i Bunnefjorden i hovedsak av planteplanktonbiomassen. Siktdypet gir også informasjon om fotosyntesesonens dyp.

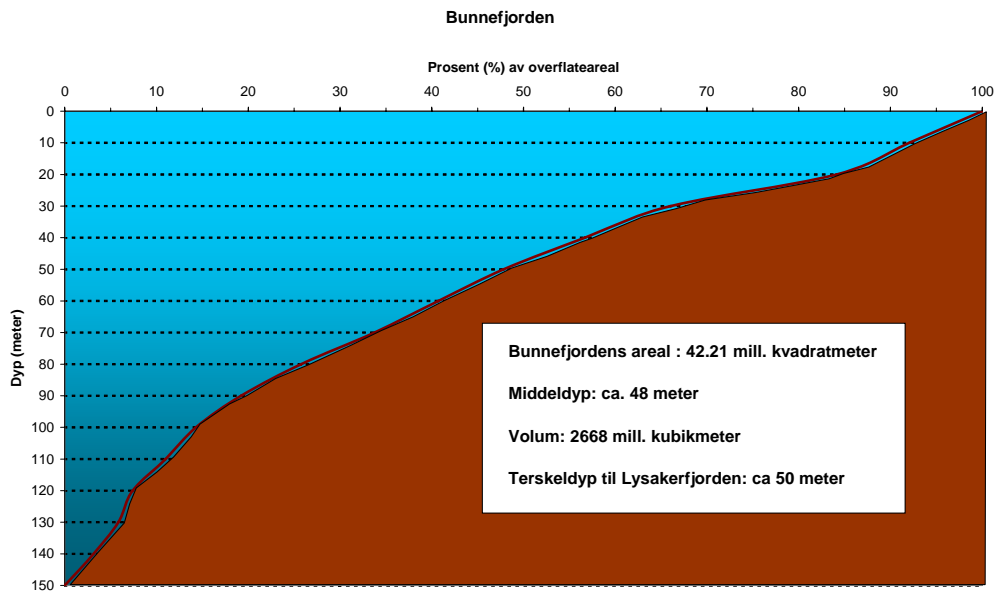
Oksygen: Alle høyere organismer har krav til oksygeninnholdet i vannmassene for å overleve. Ulike arter har forskjellige krav til mengden eller konsentrasjonen av oksygen. For omtrent samtlige høyere

organismer er mangel på oksygen og forekomsten av hydrogensulfid det samme som utryddelse av arten i Bunnefjorden og eventuelt forbedrede oksygenforhold vil bare føre arten tilbake hvis den kan rekrutteres fra andre steder i fjorden.

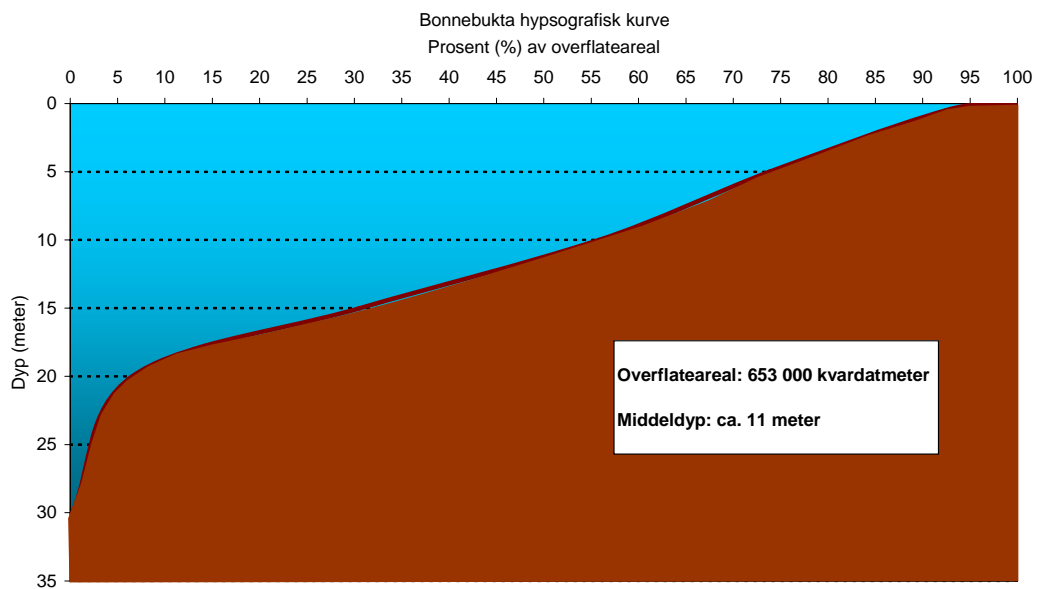


**Figur 14.** Indre Oslofjord samt avgrensninger av Bunnefjorden for miljømålene. For de dypere vannmassene defineres Bunnefjorden som området fra Nesodden/Bygdøy i nord til Bonnebukta helt i

sør, mens for overflatelaget (0-2 meters dyp) samt grunntvannsomsrådene (som behandles i fase II) er ikke Osloøyene og tilhørende grunntvannsomsråder tatt med.



**Figur 15.** Bunnefjorden, prosentuell arealfordeling med dypet.



**Figur 16.** Bonnebukta, prosentuell arealfordeling med dypet.



### 3.4.2. Badevannskvalitet ved friluftsbad.

Badevannskriterier er utarbeidet av Folkhelseinstituttet. Miljømålet for friluftsbad i Bunnefjorden bør være god badevannskvalitet i hele området. **Tabell 15** viser kriteriene.

**Tabell 15.** Vurderingsgrunnlag for vannkvalitet ved friluftsbad (Folkehelseinstituttet).

Parameter	God	Mindre god	Ikke akseptabel	Anbefalt prøvtakingshyppighet, minimum
Mikrobiologiske				
Termotolerante koliforme bakterier/100 ml	<100	100-1000	>1000	En gang pr. uke
Fekale streptokokker/100 ml	<100	100-1000	>1000	En gang pr. uke
Fysisk/kjemisk				
Siktdyp (meter)	>2	1-2	<1	To ganger pr. måned
Turbiditet (FTU)	<2	2-5	>5	

Ved bedømmelsen av egnetheten for friluftsbad på kort sikt innebærer observasjoner som tre ganger på rad viser **ikke akseptabel** vannkvalitet at badeplassen skal stenges midlertidig inntil tre påfølgende vannprøver viser vannkvalitet innenfor **god-mindre god**. Hvis årsaken er klar som for eksempel en episode av intens nedbør kan badeplassen åpnes når effekten av episoden er over.

På lang sikt er vurderingen av den hygieniske vannkvaliteten ved et friluftsbad basert på de siste 1-2 års analyseresultater med minst 10 ulike prøvetakninger i badesesongen.

Egnethet av friluftsbad på lang sikt forutsetter minst 2 sesongers undersøkelser med minst 10 ulike prøvetakninger.

**Tabell 16.** Retningslinjer for bedømmelse av egnethet for friluftsbad på lang sikt ved forekomst av termotolerante bakterier/100 ml vann (TBK/100 ml).

Resultat av vannprøvene	Bedømmelse av badeplassens bakteriologiske standard
>90 % av prøvene ligger <100 TBK/100 ml og inntil 10 % av prøvene ligger i kategorien mindre god	God
>90 % av prøvene ligger i kategorien god eller mindre god og inntil 10 % av prøvene ligger i kategorien ikke akseptabel.	Mindre god
>10 % av prøvene ligger i kategorien ikke akseptabel	Ikke egnet for bading

### 3.4.3. Miljømål for overflatelaget (0-20 m dyp).

#### 3.4.3.1. Næringssalter.

Næringssalter tilføres dels i vannmassene fra ytre Oslofjord dels i hovedsak fra den kommunale kloakken. Totale tilførsler over tid er vist i **Figur 17**, Historiske observasjoner må behandles med forsiktighet, spesielt som tilførselsmønsteret har forandret seg fra i hovedsak utslipp direkte til overflatevannet, mens i dag går hoveddelen av næringssalttilførslene til mellomlaget. Det er derfor valgt en annen tilnærming enn den historiske.

SFT har utgitt en veileder for vannkvalitet i fjorder og kystvann (Molvær, 1997). Her opereres med ulike tilstandsklasser (5 st) på vannkvalitet i overflatelaget sommerstid og vinterstid for sentrale eutrofirelaterte parametere.

Vinterparametere er begrenset til næringssalter, mens sommerparametere også inkluderer planteplanktonbiomasse og siktdyp. Internasjonale vannkvalitetskriterier for overflatevann som OSPAR (og sannsynligvis også Vannrammedirektivet) er konsentrert om vinterverdier av næringssalter (dvs. før første våroppblomstringen), samt planteplanktonbiomasse i produksjonssesongen. Vinterkonsentrasjoner av næringssalter før våroppblomstringen av planteplankton starter avspeiler i indre Oslofjord tilførsler fra avløpsvann og andre kilder av vann og forstyrres ikke i like stor grad som sommerverdier. Imidlertid vil dypvannsfornyelser i perioder kunne tilføre næringsrikt dypvann til overflatelaget og medføre forhøyede konsentrasjoner. Utslipp av avløpsvann er imidlertid relativt konstant året rundt og rensing vil derfor gi klare signaler vinterstid.

#### Vintersituasjoner.

##### Fosfor

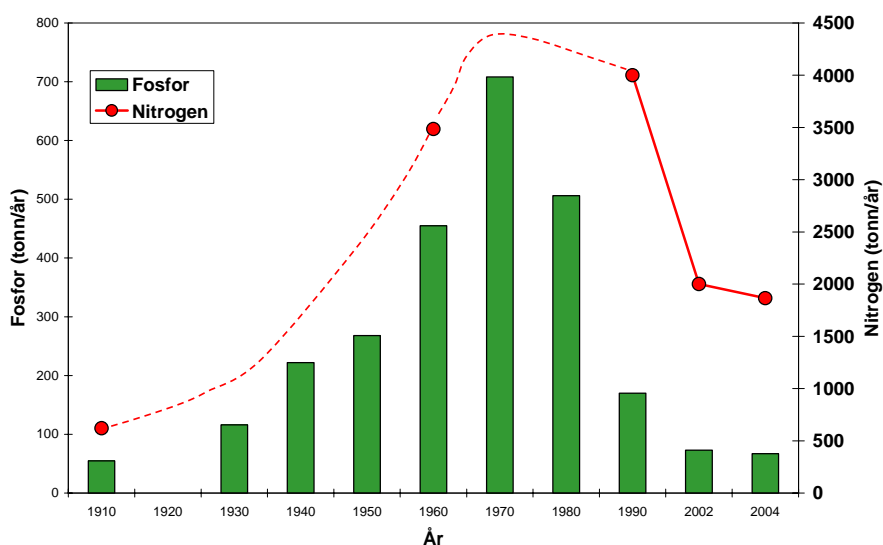
Figur 3 og 4 viser overflatekonsentrasjonene av fosfor vinterstid i Bunnefjorden. For total fosfor og fosfat er vannkvaliteten i dag i hovedsak mindre god/god bedømt etter SFT's klassifiseringssystem (**Figur 18- Figur 19**). I **Figur 20** er alle enkeltobservasjoner plottet for tre perioder. Definisjonen på at konsentrasjonen skal ligge i en bestemt tilstandsklasse kan være at medianverdien av alle observasjoner innenfor en 10-års periode skal ligge i en tilstandsklasse og at bare 10 % av observasjoner tillates å ligge i en dårligere tilstandsklasse. Brukes denne definisjon på materialet for tot-P på Bunnefjorden oppfylder perioden 1973-82 ikke kravet til tilstandsklasse dårlig (mediankonsentrasjonen = 48 (µg/l) og opp mot 30 % av observasjonene i klassen meget dårlig), for perioden 1983-92 oppfylder ikke observasjonene kravet til tilstandsklassen mindre god (mediankonsentrasjonen = 34 (µg/l) og nesten 20 % av observasjonene i klassen dårlig. Mindre god tilstand oppfylles derimot for perioden 1993-2006 (mediankonsentrasjon= 28 (µg/l) og omtrent bare 10 % av observasjonene i en dårligere klasse.

Derav følger at lavt ambisjonsnivå som er dagens tilstand er mindre god.

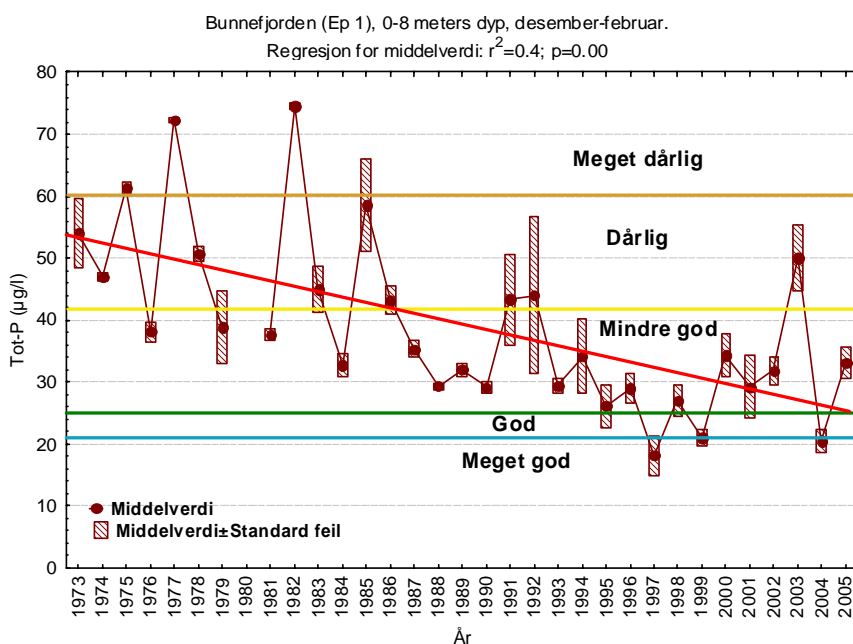
Middels ambisjonsnivå settes da til tilstandsklasse god og

Høy ambisjonsnivå til tilstandsklasse meget god.

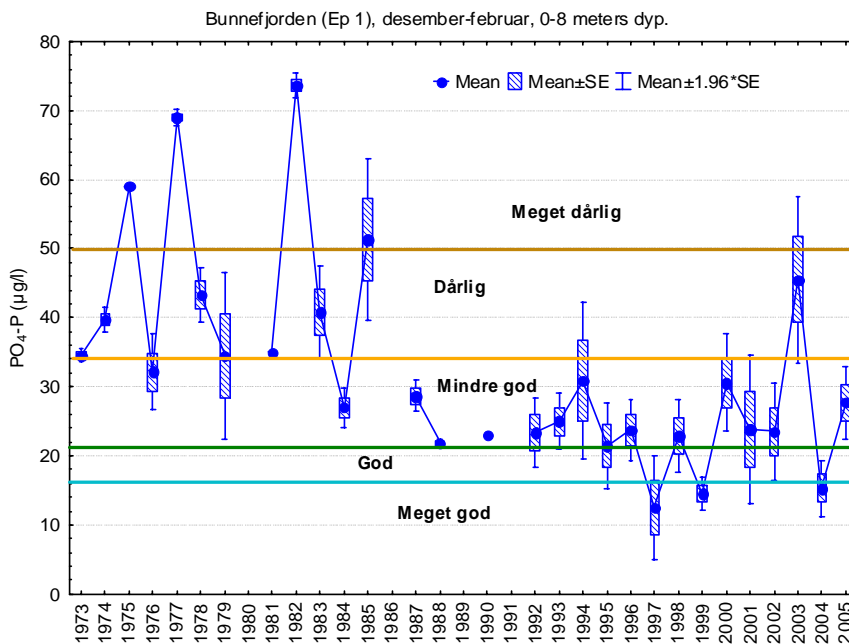
Samme ambisjonsnivåer gjelder for fosfat.



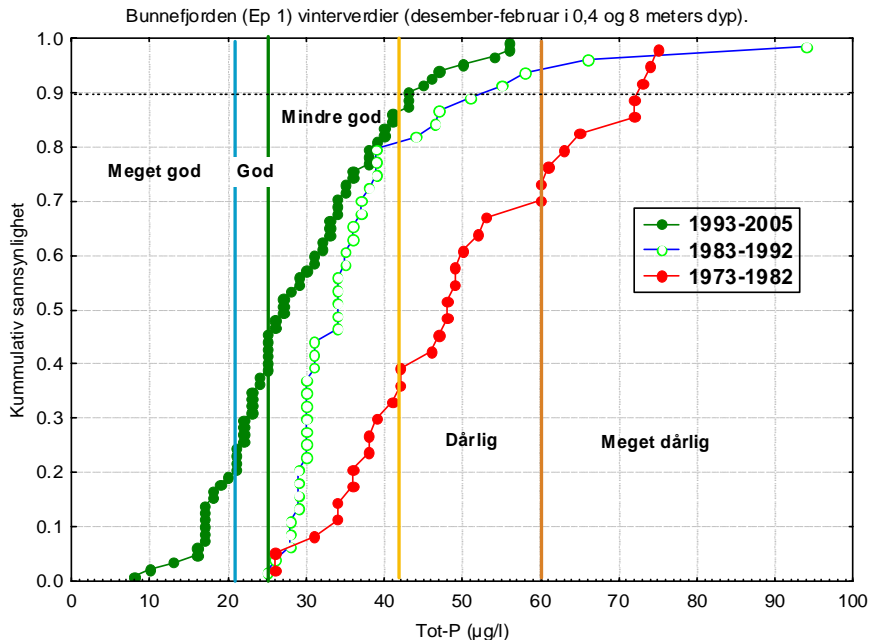
**Figur 17.** Tilførsler av fosfor og nitrogen til indre Oslofjord. Stiplet linje er anslått, men tilførsler frem til 1960 baserer seg på teoretiske beregninger. Etter 1960 er baserer seg tilførslene på målinger og beregninger. (Fra Bergstøl m.fl., 1981, Baalsrud m.fl. 1986, Holtan, 1990, Nedland, 1997, Wivestad, 1999 og Fagrådets årsrapport 2001. I figuren inngår også tilførsel via naturlig avrenning. Beregning av tilførsler for 2004 (Bjerkeng, pers medd).



**Figur 18.** Vinterobservasjoner av Tot-P ( $\mu\text{g/l}$ ) i Bunnefjorden (Ep 1) i 0, 4 og 8 meters dyp 1973-2005. Utviklingen er sammenlignet med SFT's miljøklassifiseringssystem for vannkvalitet. Det er en endring i vannkvaliteten fra *meget dårlig/dårlig* til *mindre god/god*. Enkelte år kan avvike sterkt som følge av lokale flommer eller varierende tidspunkt for dypvannsfornyelse. De høyere konsentrasjonene i 2003 er dypere "gammelt" vann som ble løftet opp til overflaten ved en vannfornyelse.



**Figur 19.** Vinterobservasjoner av  $\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g/l}$ ) i Bunnefjorden (Ep 1) i 0, 4 og 8 meters dyp 1973-2005. Utviklingen er sammenlignet med SFT's miljøklassifiseringssystem for vannkvalitet. Det er en endring i vannkvaliteten fra *meget dårlig/dårlig* til *mindre god/god*. Enkelte år kan avvike sterkt som følge av lokale flommer eller varierende tidspunkt for dypvannsfornyelse. De høyere konsentrasjonene i 2003 er dypere "gammelt" vann som ble løftet opp til overflaten ved en vannfornyelse.



**Figur 20.** Samme observasjoner som i **Figur 18**, men enkeltobservasjoner vinterstid i ulike perioder.

## Nitrogen

Overflatekonsentrasjonen (0-8 m) av nitrogen vinterstid for Bunnefjorden (Ep1) er vist i **Figur 21 - Figur 26**). Her mangler observasjoner mellom 1985-1992 som følge av en periode med manglende bevilgninger. Nitrogenrensing ble ikke innført for fullt på alle renseanlegg før i 2001.

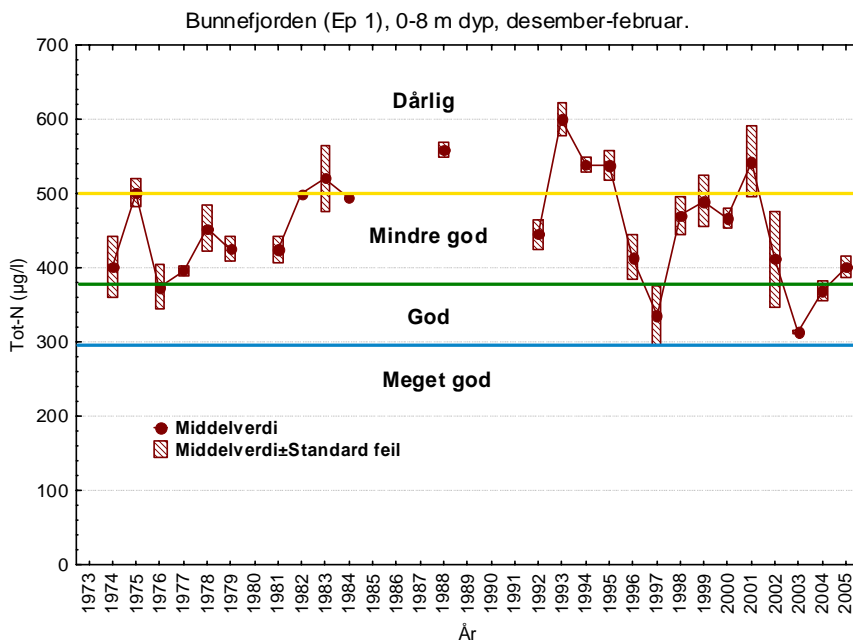
Bruk av samme teknikk som for klassifisering av tilstand som for fosfor, men med klart mindre antall observasjoner, tilsier at dagens tilstand er mindre god for tot-N, dårlig for nitrat+nitritt og meget god for ammonium. Basert på dette blir således de ulike ambisjonsnivåene forskjellige ved bruk av SFT's klassifiseringssystem for de ulike parameterne.

Lavt ambisjonsnivå (dagens tilstand) blir således tilstandsklasse *mindre god* for tot-N, *dårlig* for nitrat+nitritt og *god/meget god* for ammonium. For å generelt forbedre forholdene i Bunnefjorden dvs. høyere ambisjonsnivåer vil det således variere mellom de ulike parametrene hvilken tilstandsklasse som skal oppnås. I stedet for tilstandsklasse er definisjonen på ambisjonsnivåer og oppnåelse av dem knyttet til konsentrasjoner etter definisjonen med median verdi og 90 % persentiler.

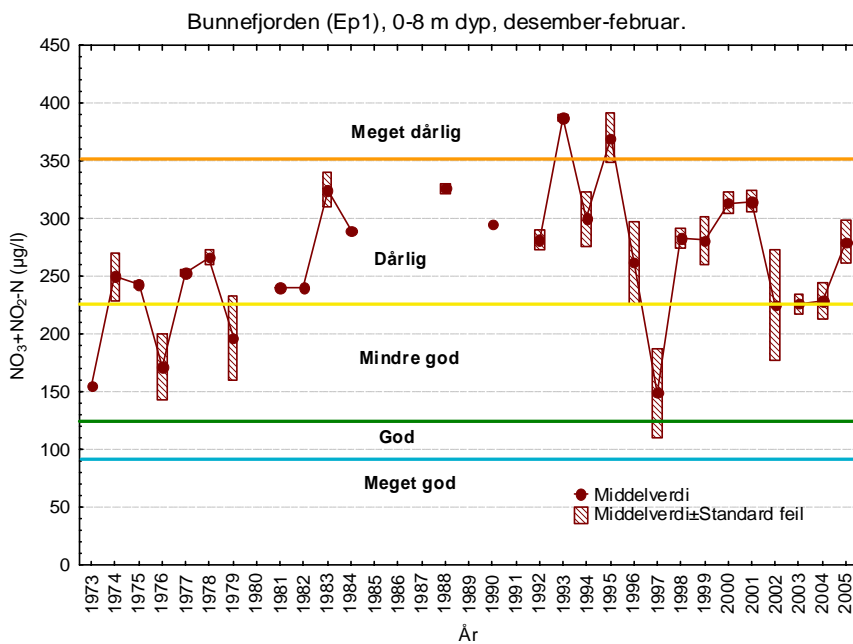
De foreløpige miljømålene blir:

**Tabell 17.** Foreløpige miljømål for næringssalter i overflatevann (0-8 m dyp) vinterstid. Kravet er at 85 % av observasjonen observert i desember til februar skal ligge under angitt konsentrasjon ( $\mu\text{g/l}$ ). Antall nødvendige observasjoner pr. år vil ha betydning for utsangskraften. Antall år med observasjoner for å konstatere at målet er oppfylt vil variere med klima og graden av konsentrasjonsendring. Sannsynligvis vil en periode på 6-10 år kreves.

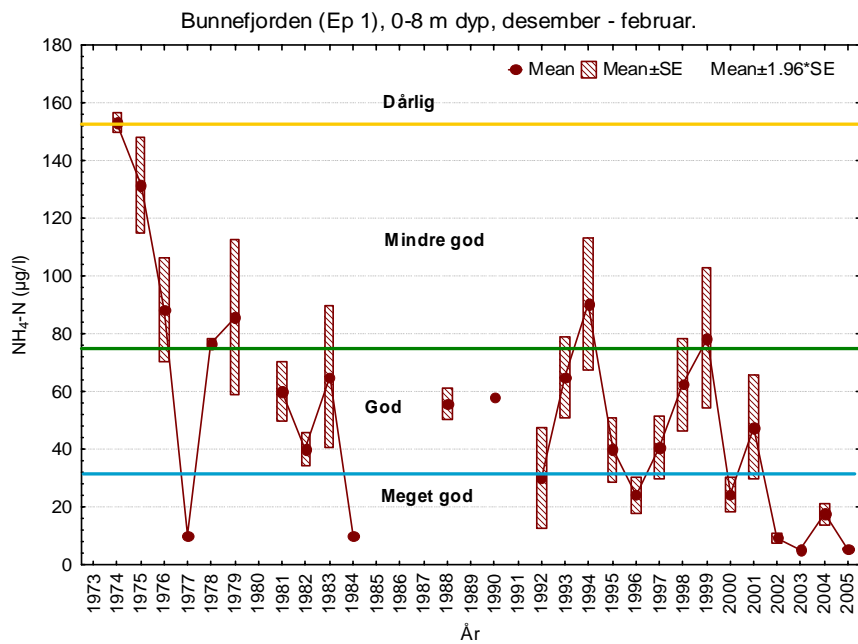
Ambisjonsnivå	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
Lavt ambisjonsnivå	<42	< 34	<560	<330	<33
Middels ambisjonsnivå	<25	<21	<380	<125	<33
Høy ambisjonsnivå	<21	<16	<295	<90	<33



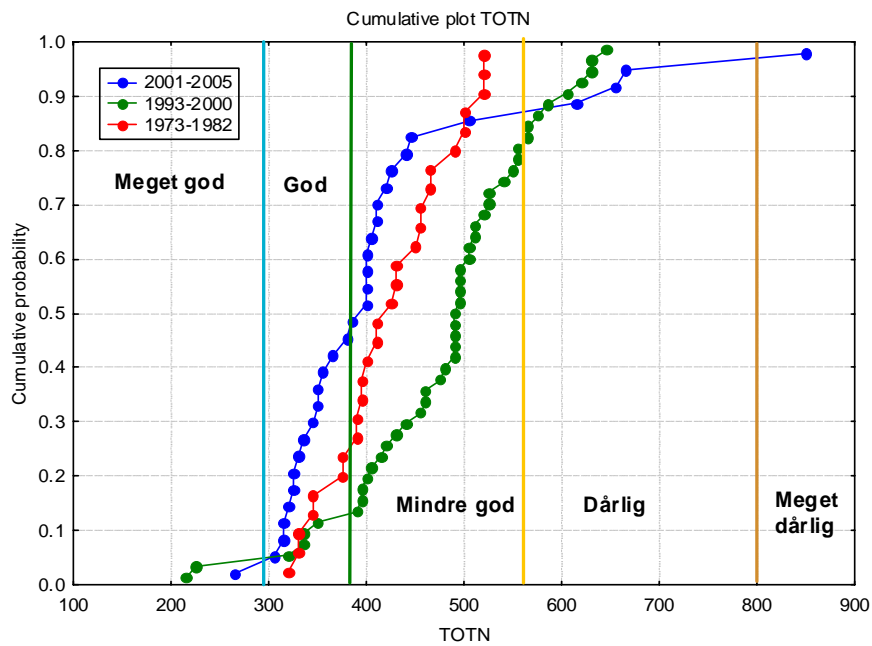
**Figur 21.** Total nitrogen konsentrasjonen vinterstid (desember-februar) i 0, 4 og 8 meters dyp 1973-2005.



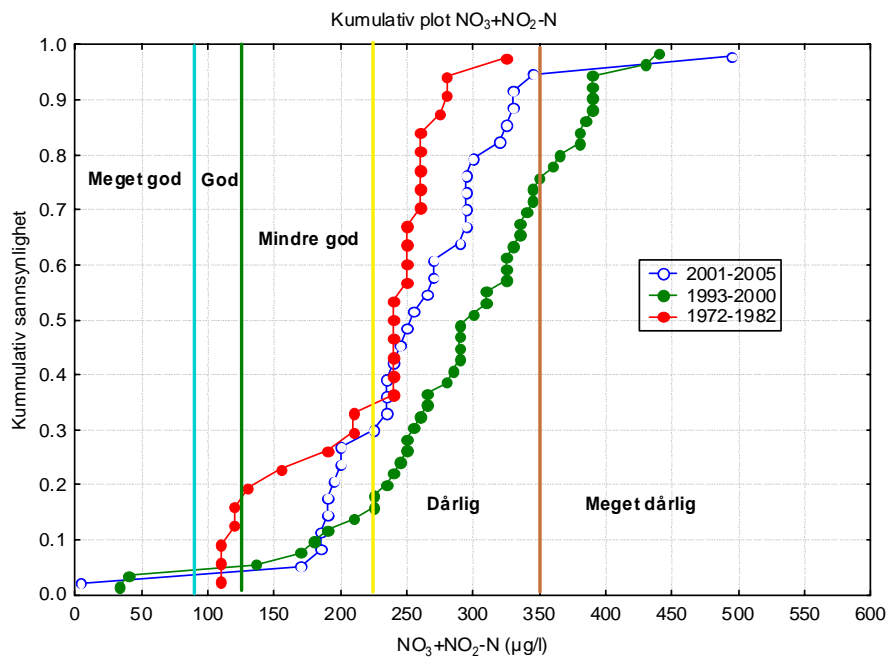
**Figur 22.** Nitrat+nitritt konsentrasjonen vintertid (desember – februar) i 0,4 og 8 meters dyp 1973-2005.



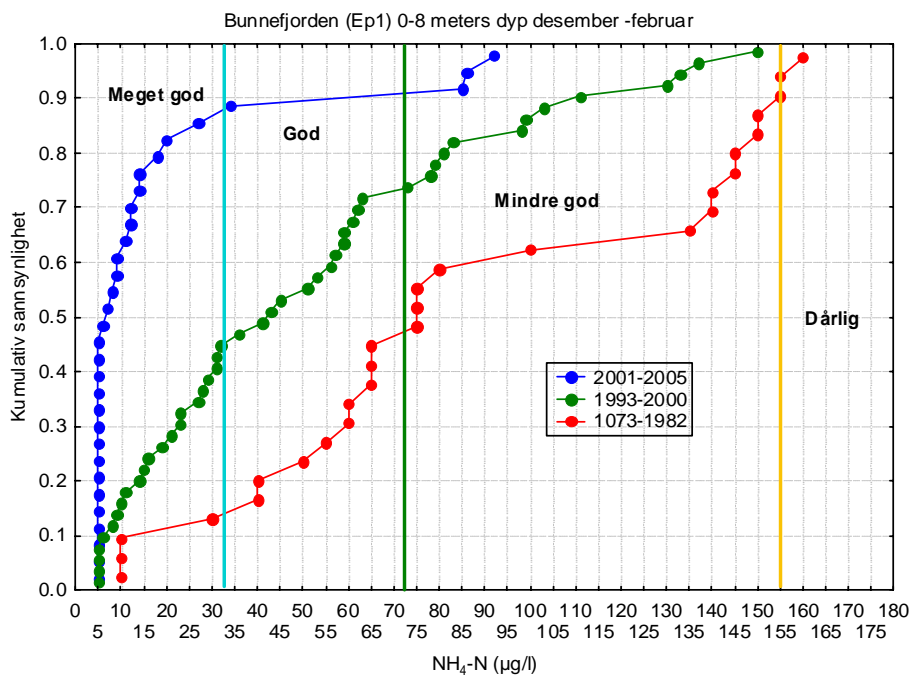
**Figur 23.** Ammoniumkonsentrasjonen vinterstid (desember – februar) i 0, 4 og 8 meters dyp 1973-2005.



**Figur 24.** Kumulativt plott av tot-N i 0-8 meters dyp i Bunnefjorden vinterstid (desember – februar) for ulike perioder.



**Figur 25.** Kumulativt plott av nitrat+nitritt i 0-8 meters dyp i Bunnefjorden vinterstid (desember – februar) for ulike perioder.



**Figur 26.** Kumulativt plott av ammonium i 0-8 meters dyp i Bunnefjorden vinterstid (desember – februar) for ulike perioder.



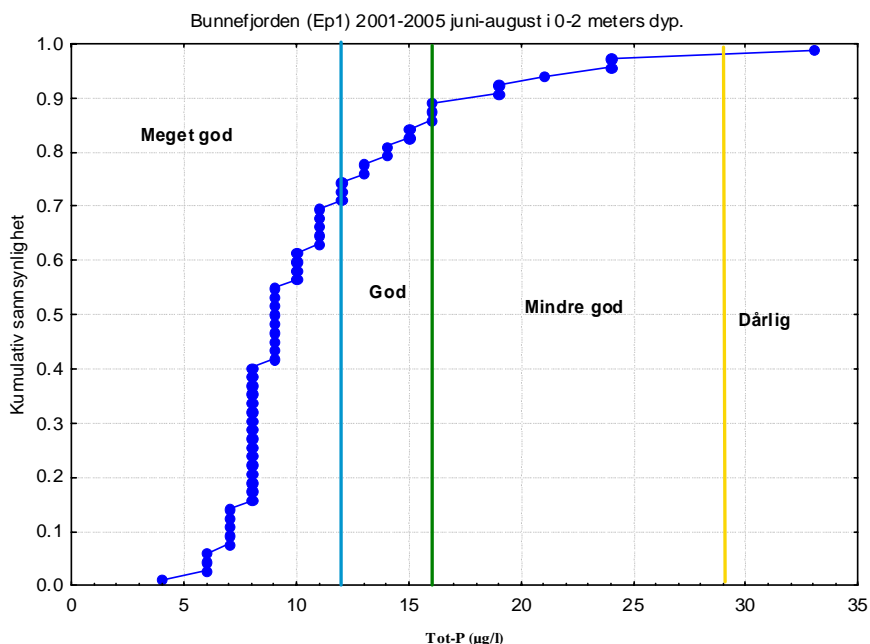
## Sommerstid.

Sommertid er næringssaltskonsentrasjonen for fosfat, nitrat+nitritt og ammonium ofte under deteksjonsgrensen og blir forhøyede bare ved store tilførsler i samband med intens regnvær eller uhell i form av overløpsutslipp til overflatelaget. Derfor blir konsentrasjonene betydelig lavere sommerstid og i mange tilfeller oppfyller overflatevannet SFT's tilstandsklasse meget god eller god. Alle observasjoner fra Bunnefjorden er vist **Figur 27 - Figur 29** for de parametere som ikke bare ligger i tilstandsklasse meget god.

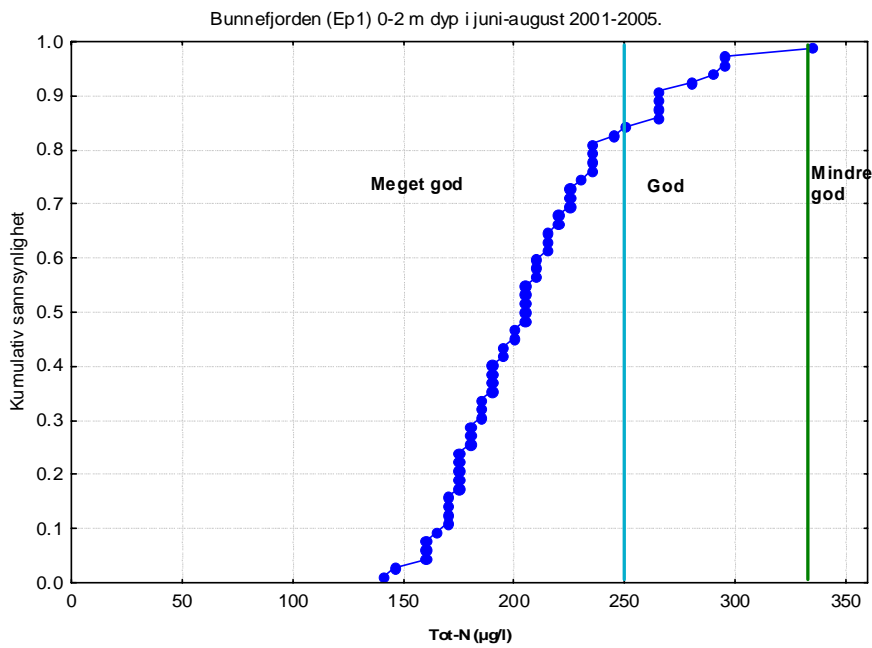
Ut fra observasjonene er de ulike ambisjonsnivåene for sommerobservasjoner av næringssalter vist i **Tabell 18**.

**Tabell 18.** Ambisjonsnivåer for næringssaltskonsentrasjoner sommerstid (juni-august) i overflatelaget (0-2 m dyp). 85 % av observasjonene skal være lavere enn det som vist i tabellen ( $\mu\text{g/l}$ )

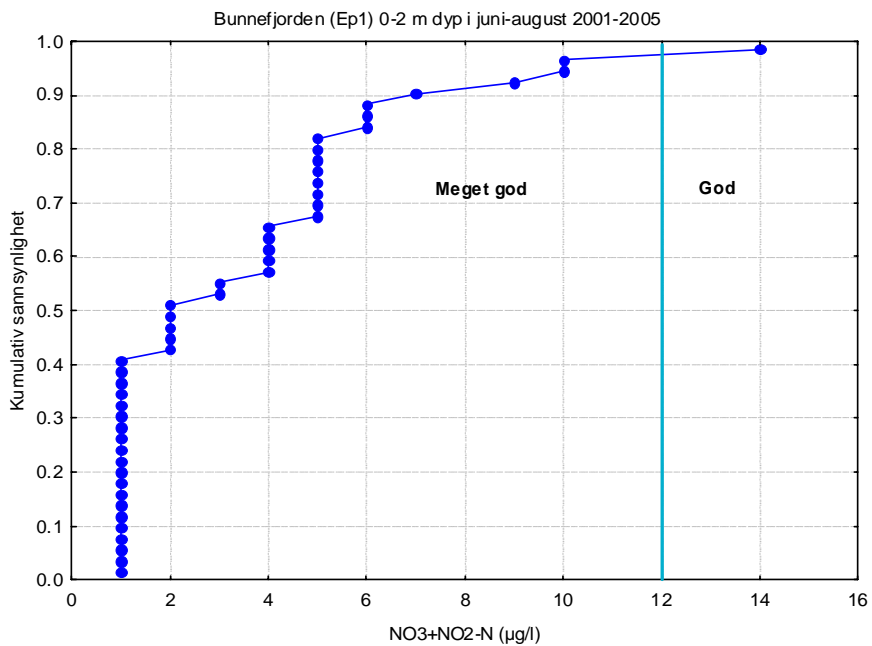
Ambisjonsnivå	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
Lav ambisjonsnivå	<16	<4	<250	<12	<6
Middels ambisjonsnivå	<12	<4	<250	<12	<6
Høy ambisjonsnivå	<12	<4	<250	<12	<6



**Figur 27.** Overflateobservasjoner (0-2 m) av tot-P i Bunnefjorden juni-august 2001-2005. SFT's tilstandsklasser er markert.



**Figur 28.** Overflateobservasjoner (0-2 m) av tot-N i Bunnefjorden juni-august 2001-2005. SFT's tilstandsklasser er markert.



**Figur 29.** Overflateobservasjoner (0-2 m) av nitrat + nitritt i Bunnefjorden juni-august 2001-2005. SFT's tilstandsklasser er markert.

### 3.4.3.2. Planteplanktonbiomasse.

Vannrammedirektivet vil sannsynligvis klassifisere planteplanktonbiomasse annerledes enn det som til nå har vært vanlig (SFT's klassifiseringssystem). Til nå har middelverdi av klorofyll-a i overflatelaget sommerstid i (0-2 m) dyp blitt brukt.

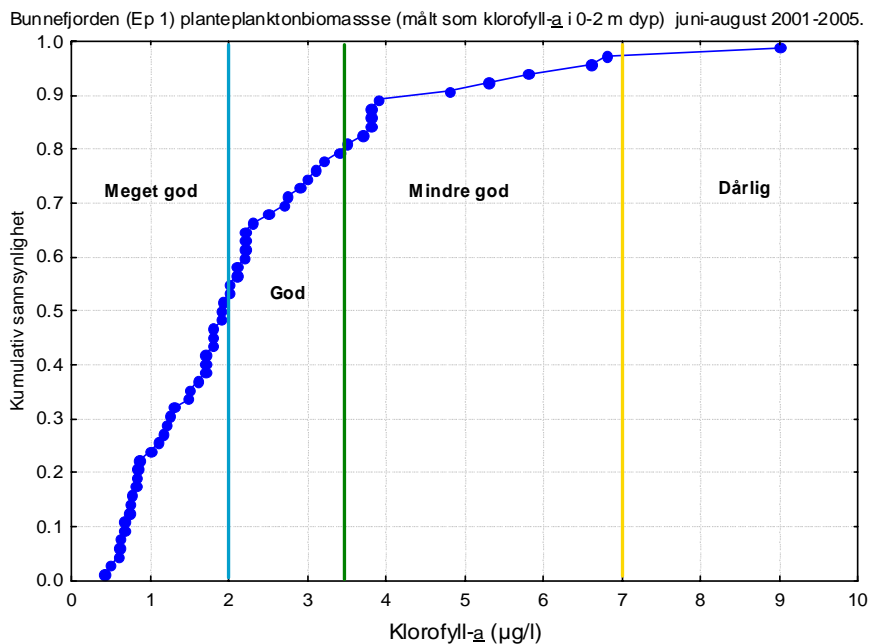
Imidlertid arbeider OSPAR med et annet kriterium - nemlig planteplanktonbiomassen under produksjonssesongen, dvs. mars – oktober. Her foreligger ikke noen observasjoner fra indre Oslofjord med tilstrekkelig hyppighet.

Foreløpige miljømål baserer seg derfor på samme kriterier som for næringssalter og vil fortsatt gjelde for sommersobservasjoner (juni-august). Observasjoner av klorofyll-a er vist i **Figur 30**.

Lav ambisjonsnivå < 3.5 µg/l (i 85 % av observasjonene)

Middels ambisjonsnivå < 2 µg/l

Høy ambisjonsnivå < 2 µg/l



**Figur 30.** Overflateobservasjoner (0-2 m) av planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a) i Bunnfjorden juni-august 2001-2005. SFT's tilstandsklasser er markert.

Det er å bemerke at planteplanktonbiomasse målt som klorofyll-a baserer seg på overflateobservasjoner (0-2 m dyp). Med profilerende sonder kan nå klorofyllfluorescens måles i hele fotosyntesesesonen. Imidlertid bør fluorescensen korrigeres med klorofyll-a observasjoner, spesielt nær overflaten. I områder hvor det er lite partikler vil siktdypet i stort sett gi svar på forandringer i planteplanktonbiomassen i fotosyntesesesonen. En utvikling med mindre biomasse bør i slike farvann følges av økende siktdyp.

Dagens observasjonsfrekvens av klorofyll-a i Bunnefjorden er 1 gang pr. uke i juni-august.

### 3.4.3.3. Siktdyp.

Det finnes historiske observasjoner fra slutten av 1930-tallet og til i dag av siktdyp men de er ujevnt fordelt i tid og rom. Da siktdypet til stor del er avhengig av planteplanktonbiomassen er det også problemer å sammenligne med eldre observasjoner hvor næringssaltene ble tilført overflatelaget og derved hadde relativt større betydning for siktdypet enn i dag. Dette kan (i tillegg til mindre antall observasjoner) forklare resultatene i **Figur 31**.

Bedømt etter SFT's klassifiseringssystem (middelverdi av sommerobservasjoner) er siktdypet i Bunnefjorden i dag i tilstandsklassen mindre god. Brukes medianverdien vil siktdypet 2001-2005 komme på grensen til tilstandsklasse god/mindre god, men vil ikke oppfylle at mindre enn 15 % av observasjonene ligger i neste dårligere tilstandsklasse (**Figur 32**). Ut fra det siste kriteriet vil følgende grenser for de ulike ambisjonsnivåene kunne oppstilles.

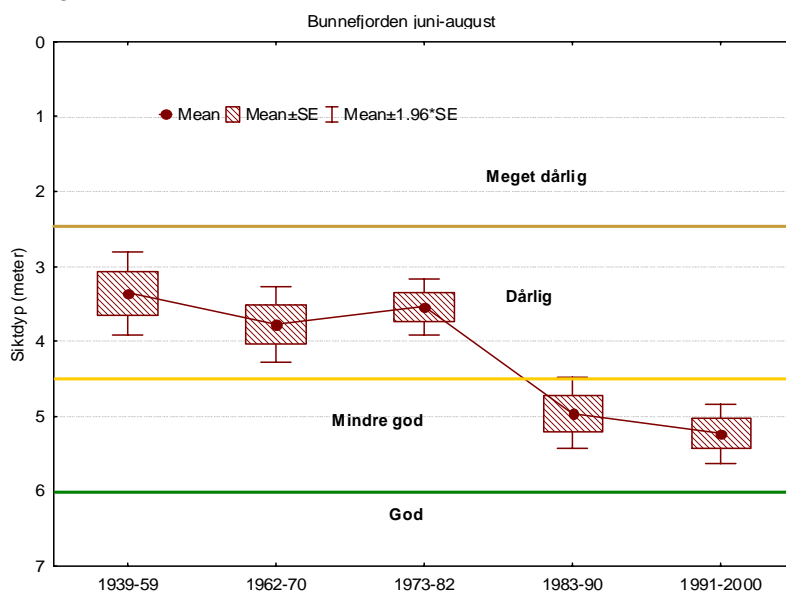
Lav ambisjonsnivå: 85 % av observasjonene større enn 3 meter og medianverdi 6 meter.

Middels ambisjonsnivå: 85 % av observasjonene større enn 4.5 meter og medianverdi 6.5 meter

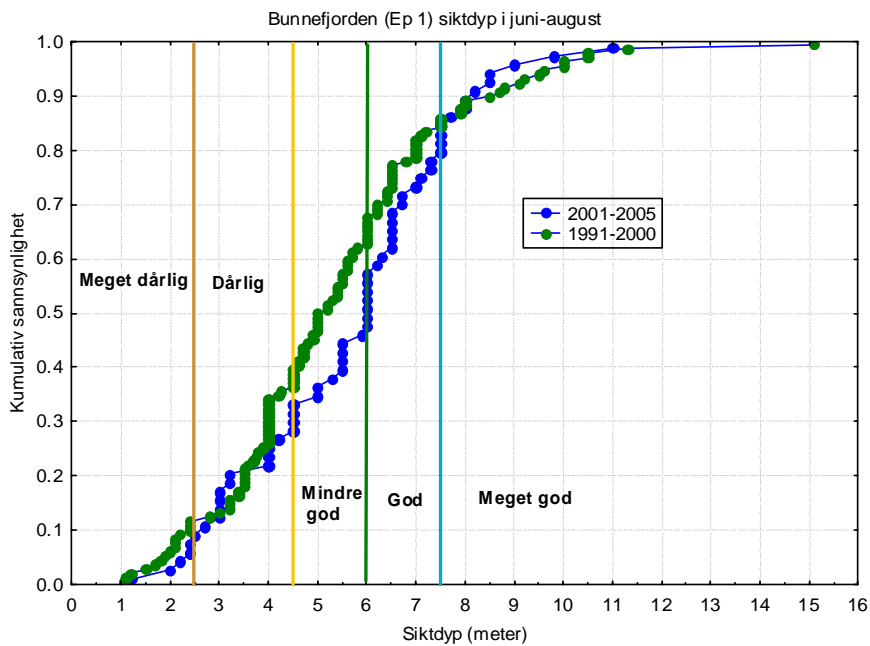
Høyt ambisjonsnivå: 85 % av observasjonene større enn 6 meter og medianverdien >7 meter,

Det er stor usikkerhet om høyeste ambisjonsnivå er realistisk.

Dagens observasjonsfrekvens av siktdyp er en gang pr. uke i juni-august. Ut fra historiske data er frekvensen tilstrekkelig.



**Figur 31.** Midlere siktdyp (meter) i juni-august i ulike perioder. Observasjoner fra Dannevig, 1945 (1939-50), Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (1950-59) og NIVA.



**Figur 32.** Siktdyp (meter) juni-august 1991-2000 og 2001-2005. SFT's tilstandsklasser er markert.

#### 3.4.3.4. Bonnebukta.

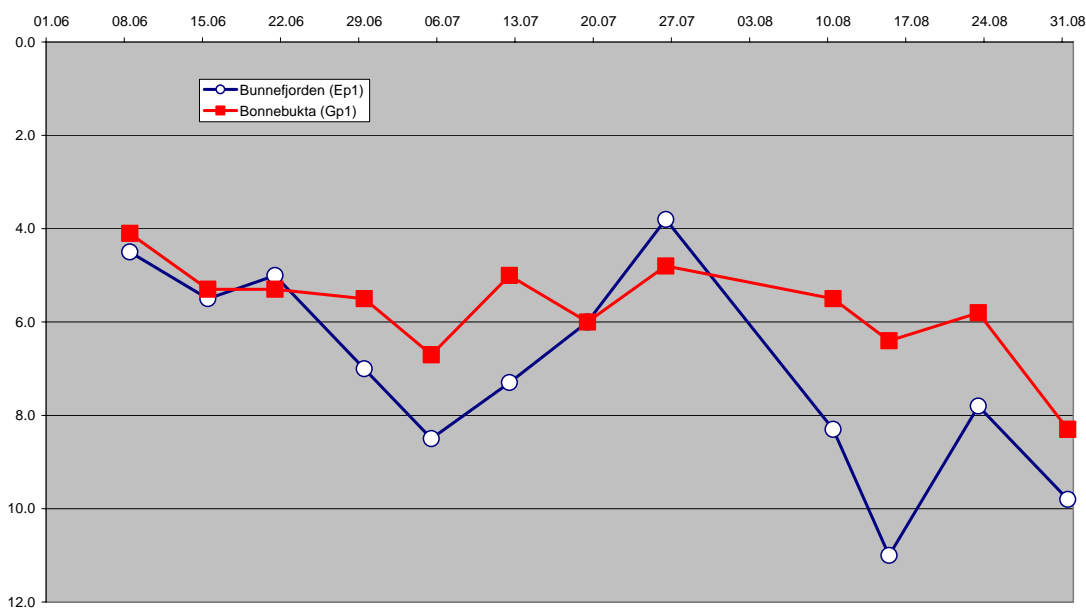
Det er argumentert for at Bonnebukta skal behandles for seg med egne miljømål. Her finnes ikke andre observasjoner fra vannmassene enn siktdyp fra sommeren 2005. **Figur 33** og **Figur 34** viser siktdypet sommeren 2005 fra Bunnefjorden og Bonnebukta. Middelerdien er ca. 1 meter større i Bunnefjorden. Hvis laveste miljømål for Bonnebukta er dagens situasjon vil et middels ambisjonsnivå bli samme siktdyp som i Bunnefjorden samt et høyt ambisjonsnivå tilsvare middels ambisjonsnivå i Bunnefjorden (Ep1).

I tall blir dette

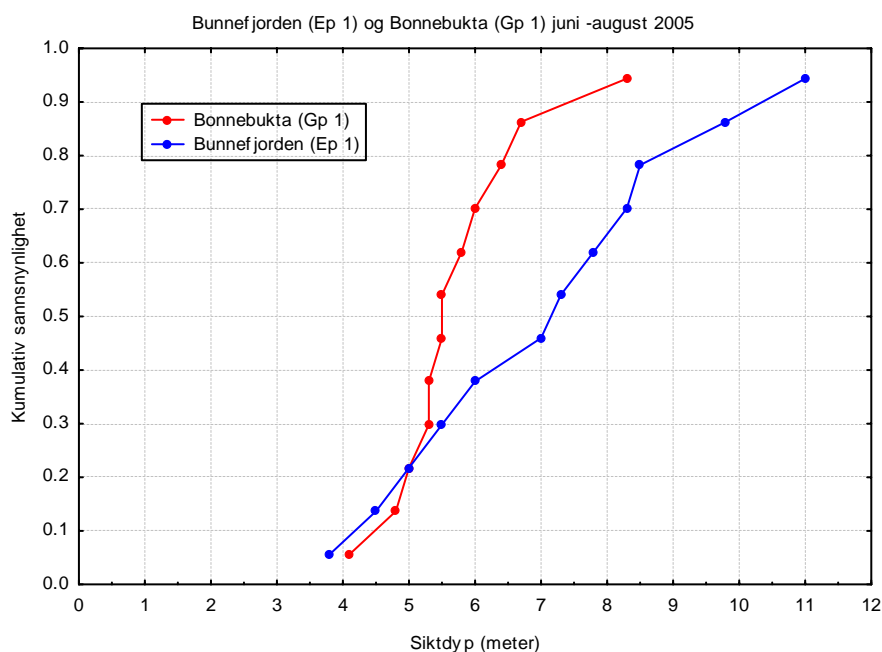
Lavt ambisjonsnivå: 85 % av observasjonen større enn 2 meter og medianverdi 5.0 meter

Middels ambisjonsnivå: 85 % av observasjonene større enn 3 meter og medianverdi 6 meter

Høyt ambisjonsnivå: 85 % av observasjonene større enn 4.5 meter og medianverdi 6.5 meter.



**Figur 33.** Siktdyp (meter) i Bonnebukta (Gp1) og Bunnefjorden Ep1) i juni-august 2005.



**Figur 34.** Siktdyp juni-august 2005 i Bonnebukta og Bunnefjorden.

### 3.4.4. Mellomlaget (20-50 meters dyp)- oksygenforhold.

Kravet til oksygenkonsentrasjonen baserer seg bl.a. på ulike fiskearter og rekens behov for oksygen. SFT's klassifiseringssystem bygger på dette. De konsentrasjonsgrenser som klassifiseringssystemet bygger på er observerte minimumkonsentrasjoner under et år eller egentlig i tidsrommet mellom fornyelser av vannmassen. Dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden skjer mellom 1-5 år og vi regner at snittet ligger på ca 3 år. For å kunne konstatere at et miljømål på dette feltet er nådd, må alle observasjoner relateres til klima og i alle tilfeller gå over minst 12 år. Det er ikke like stort behov til å

unngå konsentrasjoner under en bestemt grense i vannmassen mellom 20-50 meters dyp, som for eksempel i dypvannet. Kortere perioder med lavere oksygenkonsentrasjon gir ikke samme konsekvenser som for dypere vannmasser med lengre oppholdstid.

Observasjoner fra 1933-2004 for mellomlagene er presentert i **Figur 35** og **Figur 38**. På figurene er det lagt inn dels grensene for SFT's klassifiseringssystem, dels forslagene til miljømål. Det foreslåes samme metode for å vurdere oppnåelse av målene som for næringsalter, dvs. medianverdien skal overstige målet og 85 % av observasjonene skal ligge over nedre konsentrasjonsgrense. Det bør observeres at perioden på 1950-tallet med noe høyere oksygenkonsentrasjoner var en periode hvor dypvannsfornyelsen sannsynligvis var god.

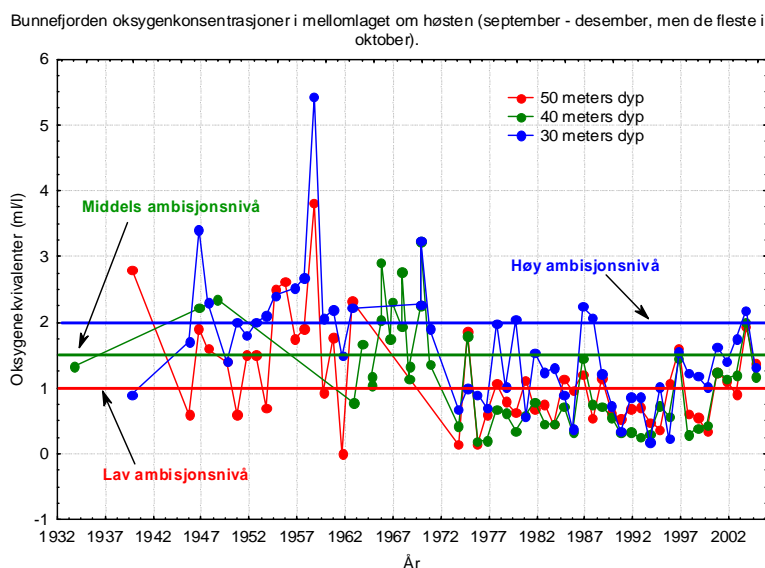
Følgende foreløpige miljømål foreslås (gjelder året rundt):

**Lav ambisjonsnivå (dagens situasjon):** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 1 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

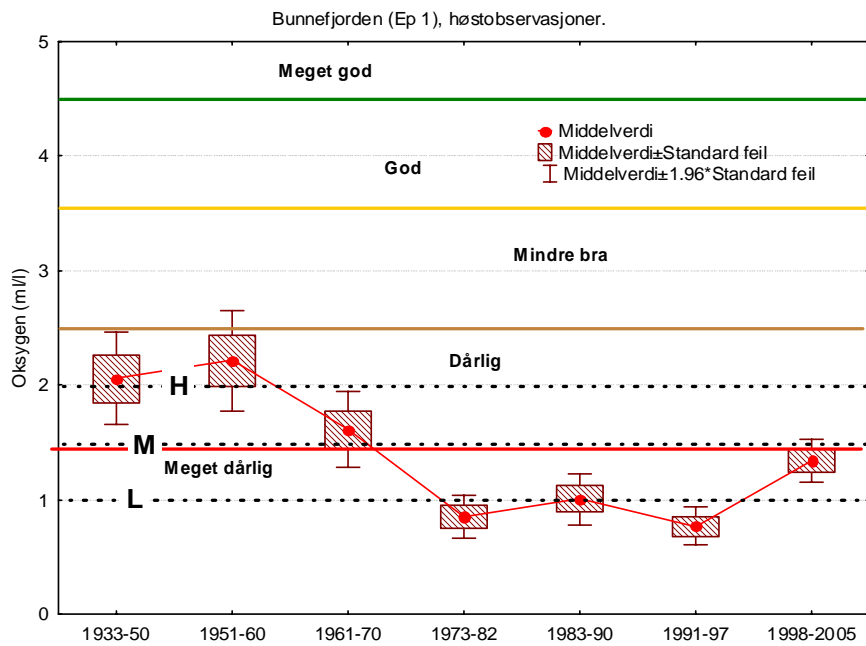
**Middels ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 1.5 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

**Høy ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 2 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

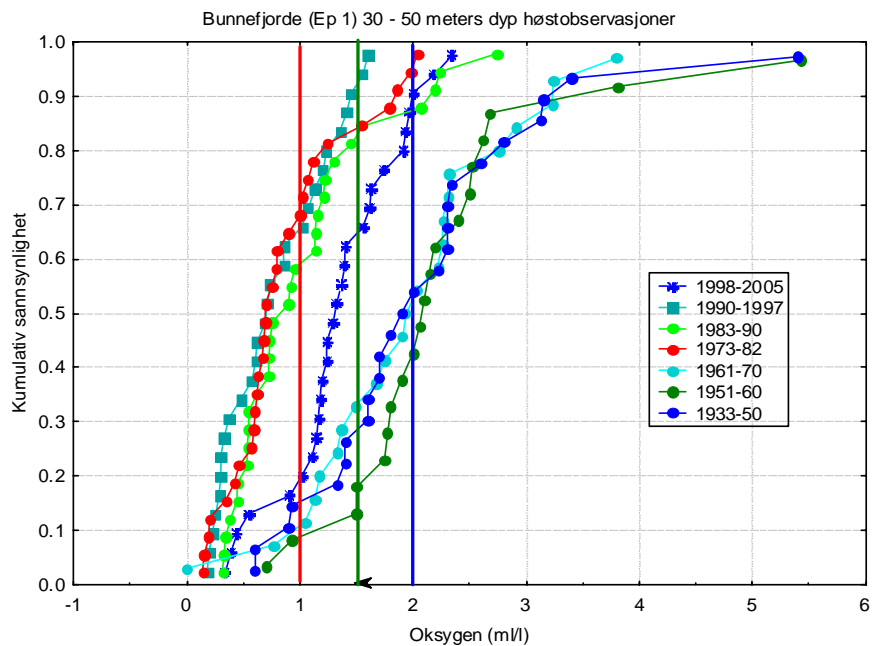
I **Figur 38** er alle observasjoner fra 1973-2005 sammenlignet med de foreslåtte nedre grensene for miljømålene og den viser at laveste ambisjonsnivå har vært oppfylt de siste årene.



**Figur 35.** Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bunnefjorden om høsten 1932-2004 på 30,40 og 50 meters dyp. Data fra Braarud og Ruud, 1937, Daannevig 1945 og Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (1950-60) samt NIVA (1962-2004).

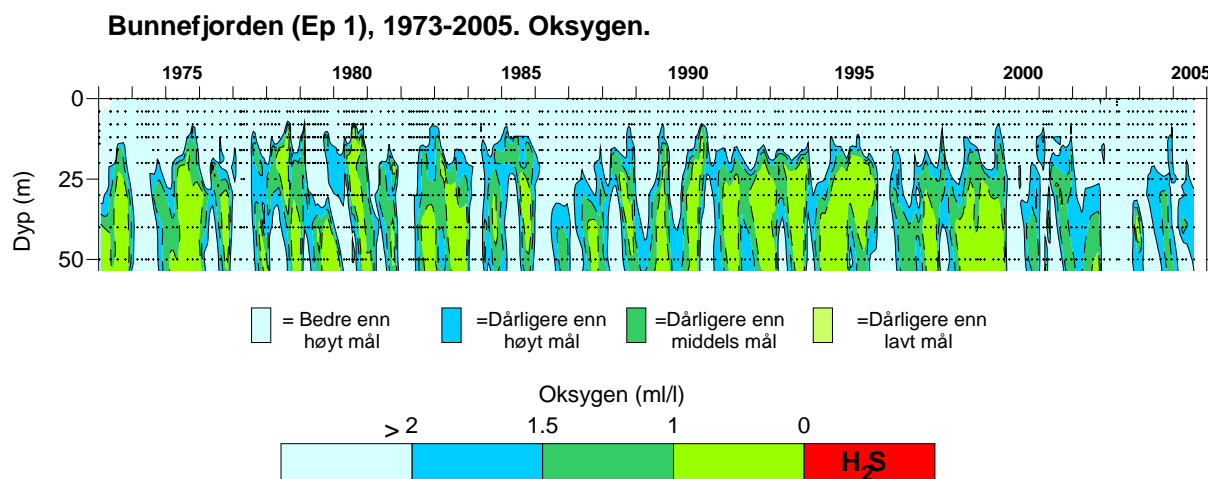


**Figur 36.** Middelskonsentrasjoner av Oksygen i mellomlaget (20-50 meters dyp) i Bunnefjorden i ulike perioder. Grenser for SFT's klassifiseringssystem er markert.



**Figur 37.** Foreløpige miljømål for oksygenkonsentrasjoner i mellomlag i Bunnefjorden sammenlignet med historiske observasjoner.





**Figur 38.** Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bunnefjorden 1973-2005, sammenlignet med foreløpige miljømål for mellomlaget (20-50 meters dyp).

### 3.4.5. Dypvannet (50 meters dyp til bunn) - oksygenforhold.

Foreløpige miljømål for dypvannet er også basert på oksygenkonsentrasjonen. Første oksygenobservasjon ble tatt i Bunnefjorden i slutten av 1800-tallet og viste oksygen i dypvannet. **Figur 39** viser at dypvannet og bunnvannet i Bunnefjorden i hovedsak var oksygenholdig frem til ca 1940. Men også i denne perioden ble det observert hydrogensulfid nær bunn på 1930-tallet (Braarud og Ruud (1937)). Imidlertid var periodene med råttent vann relativt kortvarige slik at sedimentet i Bunnefjorden i hovedsak var oksisk. Betydningen av naturlige eller klimarelaterte variasjoner i dypvannsfornyelsen ligger også inne i materialet, slik at observasjonene i Oslofjordprosjektet (1962-65) ble tatt i en periode med god dypvannsfornyelse og relativt gode oksygenforhold.

Det er et klart skille mellom hydrogensulfiddominert bunnvann og bunnvann som overveiende er oksygenholdig om enn oksygenkonsentrasjonen skulle være lav. De kjemiske prosessene endres ved at fosfor fra sedimenterende organisk materiale bindes til sedimentene når oksygen er til stede men under anoksiske forhold reverseres prosessen og fosfor tilføres vannmassen. Videre kan bunnfauna etableres ved lave oksygenkonsentrasjoner og danne grunnlag for liv til andre organismer, mens alle høyere organismer utslettes i kontakt med hydrogensulfidholdig vann. Sett ut fra historiske observasjoner og for å reetablere faunaen i Bunnefjorden er derfor en lav ambisjonsnivå å unngå dannelsen av hydrogensulfidholdig bunnvann i Bunnefjorden.

Øvrige grenser er valgt ut fra hva observasjoner forteller oss er mulig å oppnå som fremgår av **Figur 40** (hele dypvannet) og **Figur 41** (bare for 125 meters dyp). Imidlertid vil også naturlige variasjoner i klima ha stor betydning for dypvannsfornyelsen i Oslofjorden som begunstones av nordlige vinder over sør/øst Norge vinterstid. Som en indikasjon på dette er NAO-indeksen presentert i **Figur 42**. **Figur 43** viser alle observasjoner mellom 1973-2005 med de foreløpige miljømålene markert.

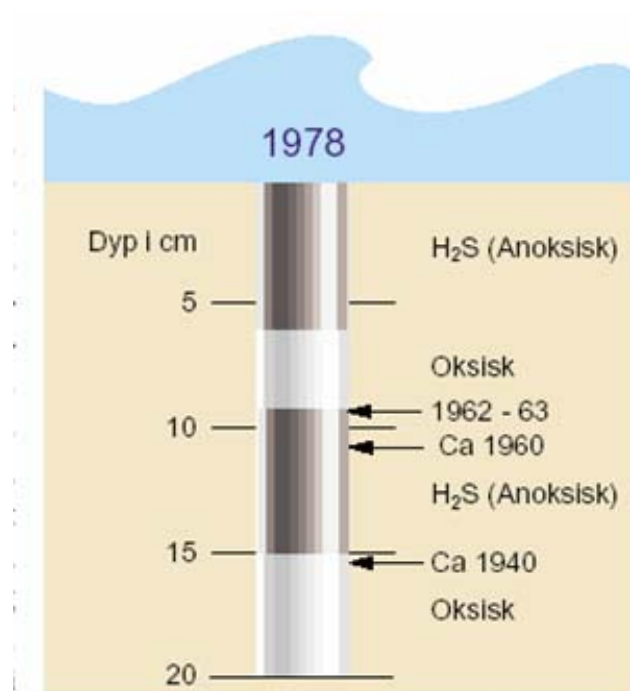
De foreløpige miljømålene for dypvannet i Bunnefjorden blir således:

**Lavt ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner >0 ml/l

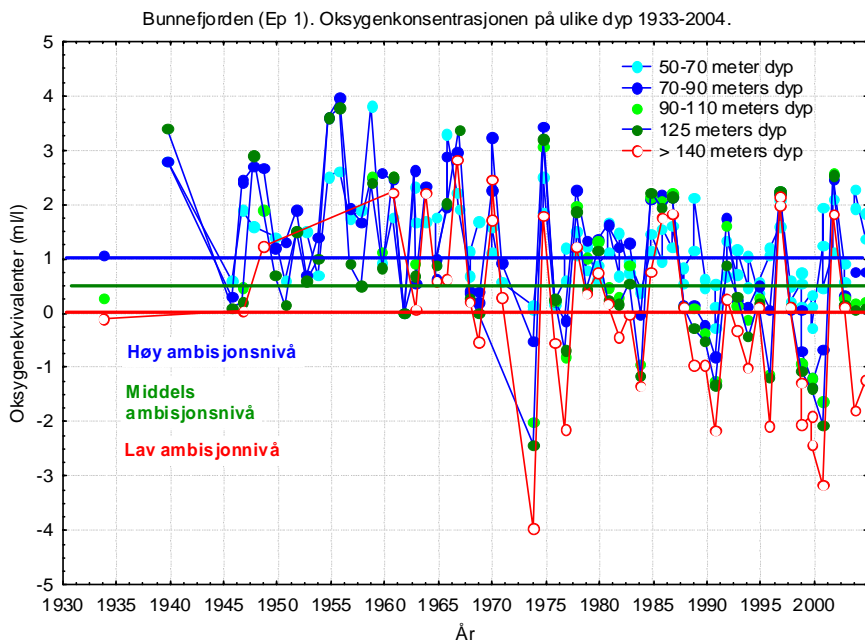
**Middels ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner > 0.5 ml/l

**Høyt ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner > 1.0 ml/l.

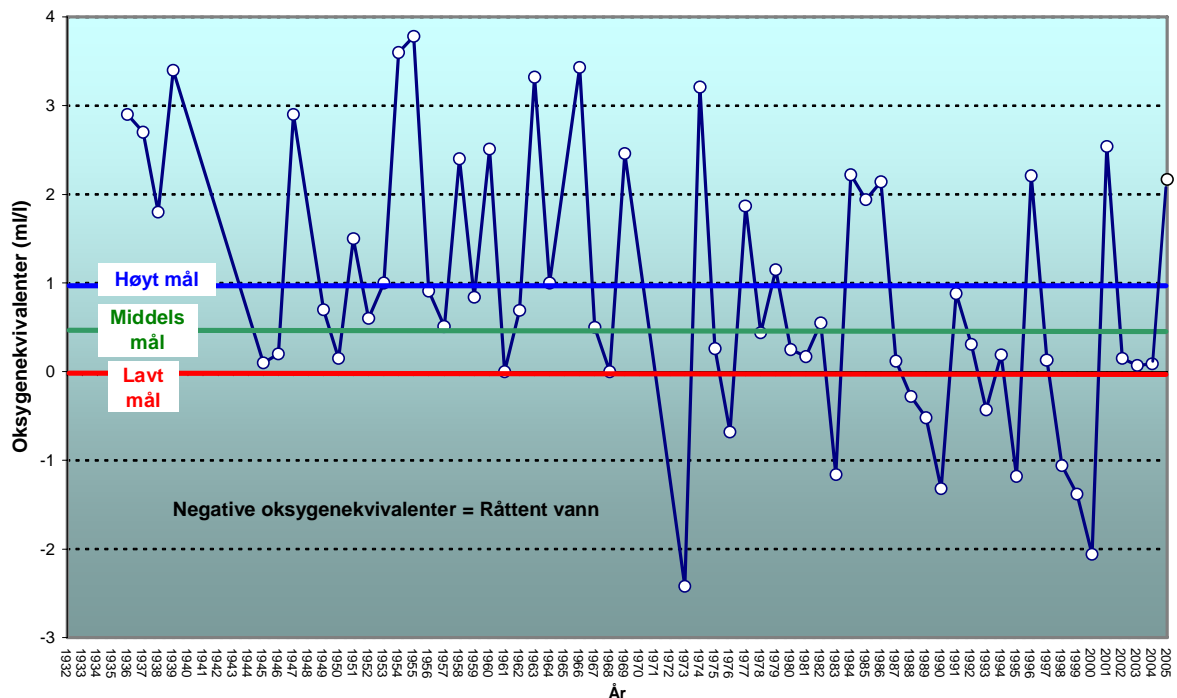
Observasjoner skal tas året rundt (se overvåkingsprogrammet) og over en periode på minst 12 år.



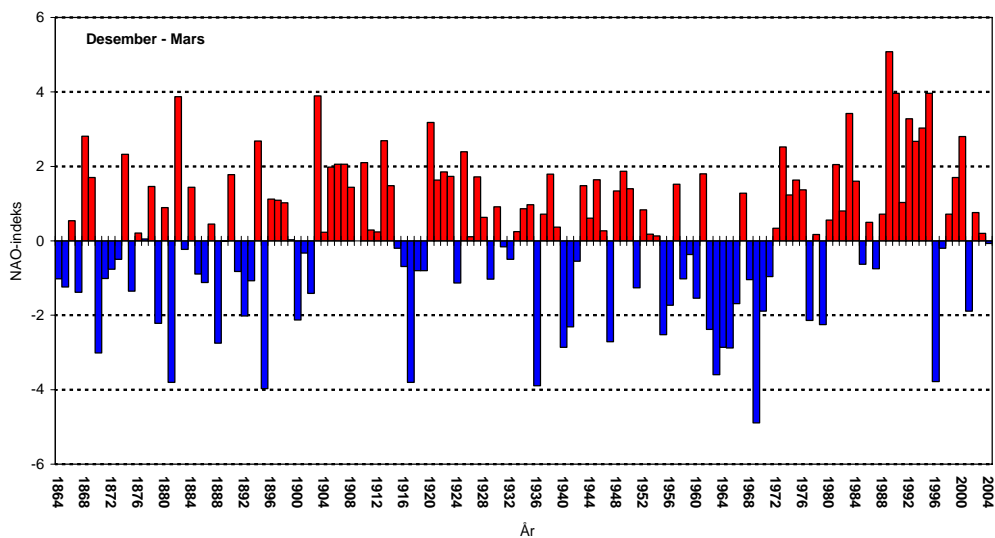
**Figur 39.** Sedimentkjerne fra Bunnefjorden (Ep 1). I 1978 ble det tatt en 20 cm sedimentprøve på 150 meters dyp. De ulike lagene ble aldersdatert (Pb-210). På figuren er markert når bunn var råttent, dvs. det var overveiende hydrogensulfidholdige vannmasser nær bunn.



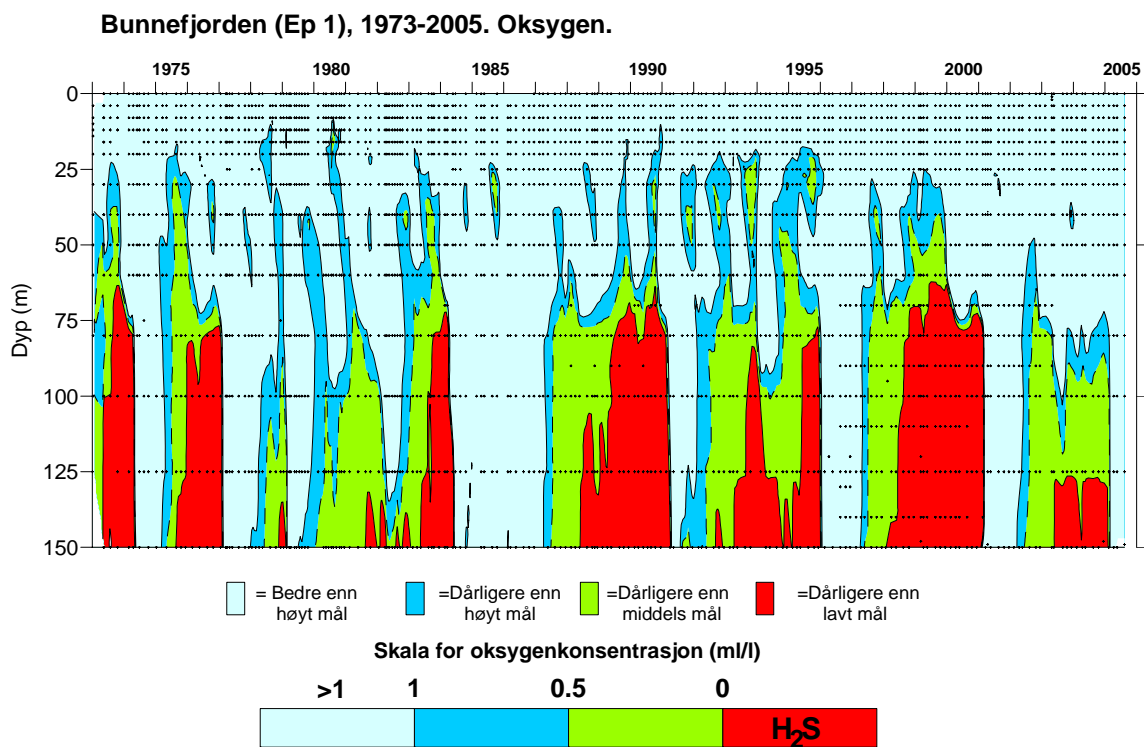
**Figur 40.** Oksygenkonsentrasjoner i Bunnefjordens dypvann 1933-2004. Data fra Braarud og Ruud (1937), Dannevig (1945), Havforskningsinstituttet Forskningstasjonen Flødevigen 1950-60, og NIVA. På figuren er lagt inn foreløpige miljømål.



**Figur 41.** Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden på 125 meters dyp med foreløpige miljømål. Data fra Braarud og Ruud (1937), Dannevig (1945), Havforskningsinstituttet Forskningstasjonen Flødevigen 1950-60, og NIVA. På figuren er lagt inn foreløpige miljømål.



**Figur 42.** NAO-indeks desember-mars 1864-2004. Indekset indikerer når det er overveiende nordlige vinder og gode forhold for dypvannsfornyelser i Oslofjorden (blå markering) samt når forholdene blir dårligere ved mindre nordlige vinder og mer sørlige vinder vinterstid (rød markering). Indekset er avvik fra normalisert lufttrykk mellom Portugal og Island (data fra Hurell, 1995 og oppdateringer)..



**Figur 43.** Observasjoner fra Bunnefjorden 1972-2005 med de foreløpige miljømålene for vannmassene mellom 50 meters dyp og bunn.

### 3.5. Modellkjøringer som grunnlag for å justere miljømål

NIVAs fjordmodell kjørt for ulike tilførselssituasjoner for å se på virkningen av de lokale tilførslene til Bunnefjorden i forhold til påvirkning fra resten av fjorden og for å gi grunnlag for å vurdere hva som

er realistiske miljømål for Bunnefjorden under ulike forutsetninger om lokale tiltak og tiltak i andre områder. Modellen drives både av data for tilførsler til indre Oslofjord innenfor Drøbaksterskelen og av data for forholdene på ytre rand, dvs. Drøbaksundet sør for terskelen. Datagrunnlaget for dette er beskrevet i kapittel 2, med en sammenfattende beskrivelse av tilførslene i dagens situasjon i kapittel 2.6. Dette er utgangspunktet for alle de scenarier som kjøres; andre situasjoner er realisert i modellkjøringene gjennom koeffisienter som regulerer tilførte mengder og utslippsmåter.

Som drivdata inngår også spesifisering av randbetingelsene, dvs. forholdene i Drøbaksundet utenfor Drøbaksterskelen. Det som er lagt inn i modellen bygger på data for perioden omkring 1980-90 og beskriver årstidsvariasjon i hydrografi og hydrokjem i randområdet. For detaljer om dette henvises til Bjerkeng (1994). For å kunne kjøre scenarier som representerer andre forhold på den ytre randen er det også lagt inn i modellen justeringskoeffisienter som endrer konsentrasjonene i det vannet som i modellkjøringene tilføres fjorden utenfra. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 3.5.1

En samlet beskrivelse av modellscenariene finnes i kapittel 3.5.2. Kapittel 3.5.3 beskriver kort hvordan modellkjøringene er gjort, og resultatene presenteres og drøftes i kapittel 3.5.4.

### **3.5.1. Betydningen av forholdene i Skagerrak og ytre Oslofjord**

Tilstanden i indre Oslofjord påvirkes av forholdene utenfor Drøbaksterskelen, både gjennom kvaliteten på det overflatevannet som strømmer inn i indre fjord ved stigende vannstand med tidevannsvekslinger, og gjennom kvaliteten på nytt dypvann ved de periodiske dypvannsfornyelsene. For overflatevann og dypvann er det innholdet av løst eller organisk bundet nitrogen og fosfor som har størst betydning, mens det for dypvannet spesielt er oksygeninnholdet som er viktig. Dette har betydning når en skal kjøre fjordmodellen med scenarier som skal beskrive en historisk tilstand da forholdene også i ytre fjord er annerledes.

Oksygeninnholdet i dypvannet utenfor Drøbaksterskelen har vist en klar nedgang i perioden fra 1930 til i dag (Magnusson 2004). Oksygeninnholdet i det vannet som kan danne nytt dypvann i indre Oslofjord er i dag i underkant av 5 ml/l, mens det på 1930- og 1940-tallet var opp mot 6 ml/l. Oksygenmetningen har de siste 10-år vært omkring 70 %, og 100 % metning vil da tilsvare omtrent 7 ml/l. I modellen er det lagt inn en justeringsfaktor på undermetning av oksygen i vannet på den ytre randen. En økning fra 5 til 6 ml/l i forhold til det som er lagt inn som standard i modellkjøringene kan da realiseres ved å sette denne faktoren til 0.5 for scenariene som skal representere referansetilstand. I første omgang går vi ut fra at nivået var noenlunde uendret fra 1910 til 1950, og bruker denne faktoren for begge de to tidspunktene.

Når det gjelder overflatevannet og innholdet av nitrogen og fosfor er det tidligere gjort en vurdering av hva lokale tilførsler kan bety for forholdene i ytre Oslofjord (Bjerkeng1997) basert på fysisk modellering av strøm i Nordsjøen og Skagerrak og data for næringssalttilførsler fra Norge og andre land rundt Nordsjøen og fra Østersjøen. Beregningene ga som resultat at norske tilførsler over bakgrunnsnivå står for ca. 25 % av nitrogenkonsentrasjonene og 15 % av fosforkonsentrasjonene i overflaten i ytre Oslofjord.

For nitrogen er det i modellen regnet med at ca. 100 µg N/l av total konsentrasjonen er lite biologisk omsettelig, og det er overskuddet ut over denne basisverdien som det regnes med i modellen. For å justere randbetingelsen for nitrogen i modellen er det lagt inn en faktor på overkonsentrasjon over basisverdien. For å komme ned i 75 % av dagens totalkonsentrasjoner av nitrogen på randen, inkludert bakgrunnskonsentrasjonen, settes denne faktoren til 0.5 i de scenariene som skal representere historiske situasjoner eller tenkte situasjoner med vidtgående tiltak på næringssalttilførsler til Nordsjøen og ytre Oslofjord. For fosfor er det lagt inn en faktor på totalkonsentrasjonen, som settes til 0.85 for å gi en reduksjon på 15 %.

Også for nitrogen og fosfor går vi foreløpig ut fra at nivået var noenlunde uendret fra 1910 til 1950, og bruker denne faktoren for begge de to tidspunktene.

### **3.5.2. Modellsценарier**

Modellen er kjørt for flere scenarier med utgangspunkt i dagens situasjon, med variasjon både av tilførslene til indre Oslofjord og av randbetingelsene. Noen scenarier skal gi grunnlag for å vurdere hva som kan være realistiske miljømål i forhold til mulige tiltak på dagens tilførsler. Andre er ment som en simulering av historiske situasjoner for å gi informasjon om referansetilstander som kan brukes til å velge miljømål.

Tilførslene er gitt som tidsserier for et antall kilder som beskrevet i kapittel 2.6. Mengden av nitrogen, fosfor og organisk stoff som tilføres fjorden fra de forskjellige kildene varierer mellom scenariene, mens tidsserier for vannføringene er identiske alle scenariene. Også tilførsler av silikat er like i alle scenarier.

I utgangspunktet er hver kilde knyttet til utslipp i et bestemt fjordbasseng og et bestemt utslippsdyp. Noen scenarier innebærer i tillegg flytting av tilførsler fra deler av enkelte kilder til andre utslipp for å gå tilbake til situasjoner før det ble bygd overføringstunneler og ledninger til renseanlegg med diffusorutslipp. Slike flyttinger gjelder da både vannføring og alle stoffmengder, inkludert silikat.

Nedenfor beskrives de scenarier som er beregnet.

#### **a. Dagens situasjon**

Tilførslene er her gitt som beskrevet i kapittel 2.6, og refererer til år 2004. Randbetingelsene i ytre Oslofjord er gitt for dagens situasjon.

#### **b. Ingen overflateutslipp til Bunnefjorden**

Her er alle gjenværende overflatetilførsler til Bunnefjorden og Follokommunene og Nordstrand-området satt =0. Utslipp fra renseanleggene i Follo-kommunene er som i dagens situasjon, og det er også utslipp fra Oslo og kommunene vest og sørvest for Oslo. Forskjellen mellom dette alternativet og dagens situasjon vil vise hva en maksimalt kan oppnå ved vidtgående tiltak på gjenværende tilførsler til overflatelaget lokalt rundt Bunnefjorden. Å sette utslippene til 0 er ikke realistisk, slik at virkningen ligger i overkant av det en kan regne med. Randbetingelsene i ytre Oslofjord er antatt å være som i dag.

#### **c. Tilførsler i vassdrag og overløp rundt hele indre Oslofjord redusert ned mot naturlig avrenning**

I dette alternativet er utslipp fra renseanlegg uendret fra dagens situasjon, mens alle tilførsler med vassdrag og overflateavrenning og fra overløp til indre Oslofjord er redusert til 20 % av dagens verdi. Dette er ikke helt urealistisk hvis lekkasjer og overløp reduseres sterkt og en får skilt overflateavrenning fra avløpsvann, for eksempel er naturlig avrenning i Osloelvene anslått til ca. 10 % av totaltilførslene i Oslo kommunes rapporter.

Randbetingelsene i ytre Oslofjord er antatt å være som i dag, dvs. at vi bare ser på tiltak rundt indre Oslofjord.

#### **d. Tilførsler i vassdrag og overløp rundt hele indre Oslofjord redusert, randbetingelser som i 1910-1950**

Dette scenariet har samme tilførsler som i alternativ c, men randbetingelsene er justert slik at de representerer perioden 1910-1950, som beskrevet i kapittel 3.5.1. Dette alternativet viser derfor hva som er mulig å oppnå hvis tiltak rundt indre Oslofjord kombineres med tiltak på tilførsler til ytre Oslofjord og Skagerrak.

### **e. Tilførselssituasjon 1950**

Det er tidligere anslått at totale tilførsler i 1950 var 250 tonn fosfor og 2500 tonn N, og at alt da gikk til overflaten (Magnusson et al. 2005). I modellen gjennomføres dette ved at utslippet fra de tre store rensesanleggene økes. Samlet årlig restutslipp fra disse rensesanleggene i dag er estimert til 32 tonn P, 1100 tonn N og 1490 tonn C. For å få riktig totalutslipp økes dette med faktorer 6.7 for P og 1.58 for N; samme faktor som for N anvendes også for TOC. Samtidig overføres alle utslippene fra dykket utslipp til overflatutslipp, fordi avløpet i 1950 stort sett gikk ut i vassdrag eller direkte til overflatelaget i fjorden.

I 1951 var folketallet i Oslo 81 % av dagens folketall og i Akershus 36.5 %. På basis av dette er det valgt å justere utslippsmengdene bare for de store anleggene som i stor grad betjener Oslo, og anta at økning i folketall og økt rensesgrad omtrent balanserer hverandre for Bunnefjordkommunene. For VEAS og Bekkelaget er de økte utslippsmengdene fordelt med 70 % til overflatelaget i Oslo havn og 30 % til overflatelaget i samme bassenger som i dag. For de andre rensesanleggene er utslippene ført til overflatelaget i de samme bassengene som i dag.

For dette scenariet presenteres er randbetingelsene justert slik at de representerer perioden 1910-1950, som beskrevet i kapittel 3.5.1.

### **f. Tilførselssituasjon 1910**

For 1910 er det anslått at de totale årlige tilførsler til fjorden var 50 tonn fosfor og 600 tonn N (Holtan og Magnusson, 1989). Dette er realisert i modellen ved å justere alle P-tilførsler fra dagens situasjon med en faktor 0.75 og N-tilførsler med en faktor 0.32. For organisk karbon er det ikke gjort tilsvarende beregning, her brukes samme faktor som for nitrogen. Dagens dykkede utslipp overføres til overflate og omfordeles mellom bassengene på samme måte som for 1950-situasjonen.

For dette scenariet presenteres er randbetingelsene justert slik at de representerer perioden 1910-1950, som beskrevet i kapittel 3.5.1.

## **3.5.3. Hvordan modellen er kjørt**

For å få sammenlignbare kjøring for ulike tilførselsscenarier er modellen kjørt slik:

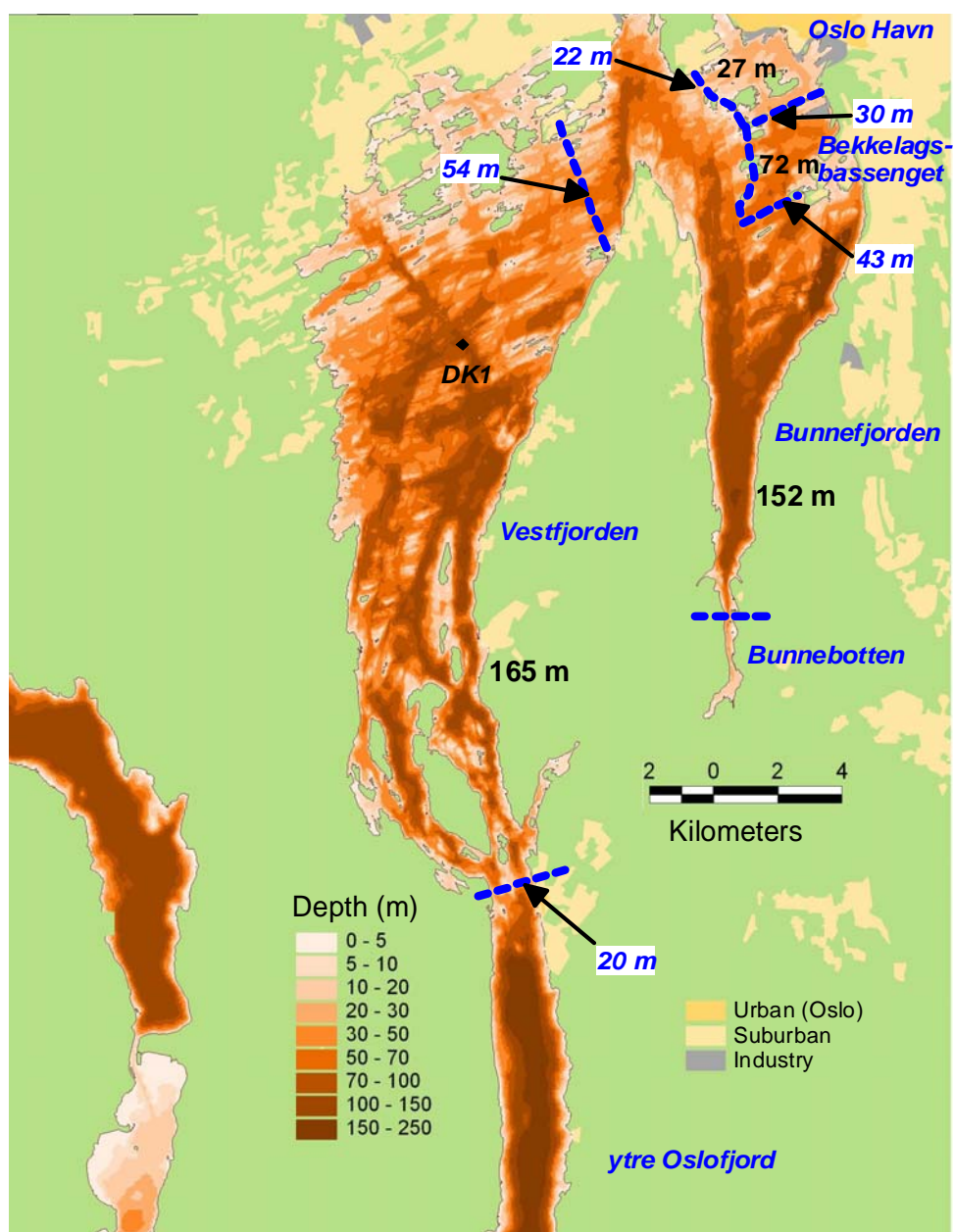
Først er modellen kjørt fra en skjematisk beskrevet starttilstand med simulering av 20 års tidsforløp med dagens tilførsler. Slutt-tilstanden tas vare på og brukes som starttilstand for de andre kjøringene, slik at de starter fra en realistisk tilstand.

Hvert av scenariene kjøres deretter fra samme starttilstand, med tilførsler justert på forskjellig måte i forhold til dagens situasjon som beskrevet i kapittel 3.5.2. Fysiske forhold i fjorden ellers, inkludert atmosfærisk påvirkning og utveksling av vann med ytre fjord, er like i alle scenariene, med unntak av de endringer som vil følge av flytting av ferskvannstilførsler.

I alle scenariene benyttes en historisk dataserie for meteorologiske forhold; med registreringer hver 6. time fra begynnelsen av 1990 til slutten av 2005, dvs. en periode på 16 år. For de siste 4 årene av hver simulering brukes de 4 første årene fra de meteorologiske data om igjen.

Modellen er satt opp med 5 bassenger, som vist i figur:

1. Oslo Havn
2. Bekkelagsbassenget
3. Bunnefjorden m. Lysakerfjorden, utenom Bunnebotten
4. Bunnebotten
5. Vestfjorden m. Bærumsbassenget



**Figur 44.** Kart over indre Oslofjord med den inndeling i bassenger som er brukt i modlekjøringene.

Under simuleringen beregnes tilstanden på mange dyp i hvert basseng som tilnærmet kontinuerlige tidsserier. Modellen er satt opp med en lagtykkelse som varierer fra 1.7 m nær overflaten til ca. 10 m for lag omkring 100 m dyp. Tilstandsbeskrivelsen, dvs. temperatur, saltholdighet og konsentrasjoner av oksygen og andre stoffer, hentes ut og lagres med 30 dagers intervaller for det samme utvalget av dyp fra alle bassengene: 1, 4, 9, 15, 29, 38, 51, 62, 82, 100, 133, 146 m

Resultatene samles i datafiler som observasjoner, og kan studeres og presenteres på samme måte.

### 3.5.4. Resultater

Som et mål på overflatelagets kvalitet for ulike scenarier presenteres i kapittel 3.5.4.1 statistikk for de beregnede konsentrasjoner av nitrogen og fosfor i overflatelaget. Statistikken vises ved såkalte *box-*



*whisker*-plott hvor boksene markerer 25- og 75%-persentiler, dvs. at 25 % av beregnede enkeltverdier ligger nedenfor og 25 % ovenfor boksene. De vertikale linjene ovenfor og nedenfor boksene ("*whiskers*") markerer på samme måte 10- og 90%-persentiler. Medianverdien (50 %-persentil) er markert med et symbol inne i boksene. Statistikken må kun tolkes som en deskriptiv presentasjon av modellresultatene, dvs. som en oppsummering av hvordan modellen beregner at forholdene skal variere over tid. Sedvanlige betraktninger om signifikante forskjeller kommer ikke til anvendelse i forbindelse med disse plottene, fordi det er en fremstilling av variasjon i et antall parallelle forløp, hvor vi i utgangspunktet vet at de underliggende prosessene er forskjellige.

I tillegg er det i kapittel 3.5.4.2 vist resultater for oksygeninnholdet i dyplagene i Bunnefjorden, både for 82 og 134 m dyp. Disse resultatene er vist som tidsserier og ikke som en statistisk oppsummering, fordi det her særlig er episoder med spesielt lavt oksygeninnhold som er av interesse.

Ingen av kjøringene representerer perioden 1973-2000 som omfatter det meste av det tilgjengelige observasjonsmaterialet. Dagens situasjon gjelder for tiden etter år 2000, da det nye Bekkelaget renseanlegg kom i drift. Dette må tas i betraktning ved sammenligning med observerte verdier.

### 3.5.4.1. Nitrogen og fosfor i overflaten

#### **Tiltak på dagens utslipp**

Beregnet virkning for ulike tiltak på dagens situasjon i overflatelaget er vist i **Figur 45** til og med **Figur 48**. For dagens situasjon viser modellen vesentlig høyere konsentrasjoner i Bunnebotten enn i noen andre bassenger i fjorden når det gjelder sommerkonsentrasjoner av biologisk aktivt nitrogen og totalfosfor og nitratkonsentrasjoner om vinteren. Også for fosfat om vinteren ligger Bunnebotten høyest, selv om det ikke er så stor forskjell fra de andre bassengene. Forskjellen mellom Bunnebotten og Bunnefjordens hovedbasseng skyldes i hovedsak tilførslene med Årungselta, og de er som beskrevet tidligere bare usikkert anslått. Det er ikke nødvendigvis slik at lokale tilførsler også gir en lokal effekt; modellresultatene indikerer at virkningen i form av algevekst i stor grad kommer ute i Bunnefjorden fordi vannet har relativt kort oppholdstid i Bunnebotten. Til gjengjeld er partikkelinnholdet i tilførslene bare delvis representert i modellen, bl.a. er uorganiske finpartikler ikke med, og det kan bety at det er en direkte effekt på siktdyp i overflaten fra partikler i vassdraget som ikke kommer med i modellen. Hvis en antar at forhold mellom næringssalter og partikler er omtrent det samme i alle vassdrag rundt indre Oslofjord, kan vinterverdier av nitrat og fosfat i **Figur 47** og **Figur 48** indikere en større partikkelpåvirkning i Bunnebotten enn i Bunnefjorden ellers.

Ellers viser figurene noe høyere konsentrasjoner i Bunnefjorden enn Vestfjorden i dagens situasjon, men forskjellen er ikke stor. Bekkelagsbassenget og Oslo havn har noe høyere konsentrasjoner enn begge hovedbassengene.

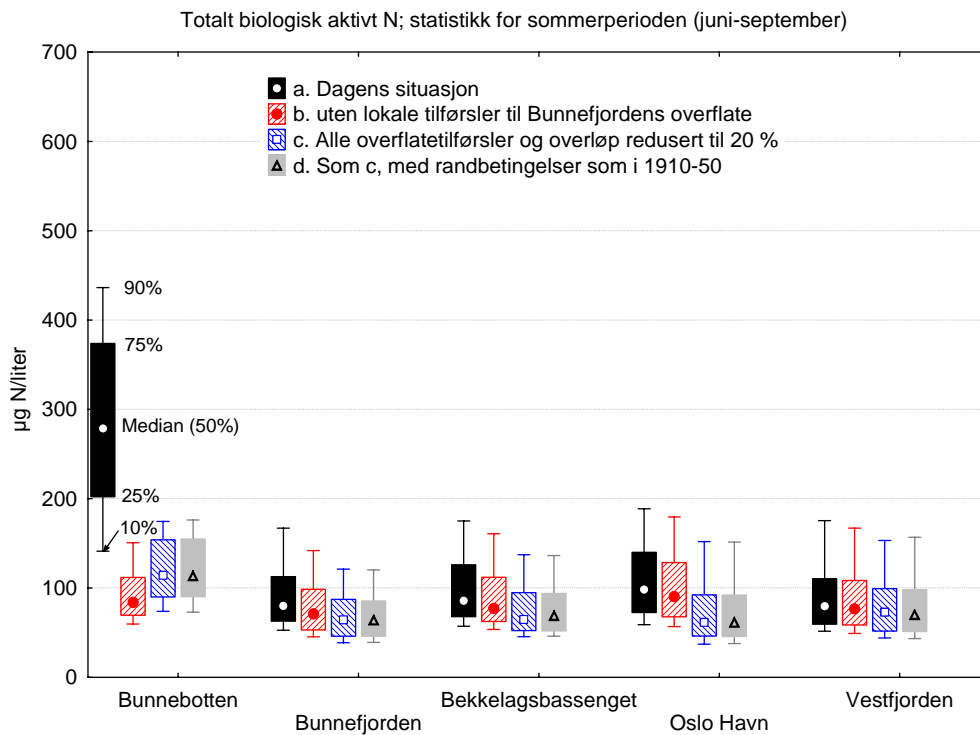
Hvis en tenker seg alle lokale overflatetilførsler til Bunnefjorden fra Follokommunene og Nordstrand-området i Oslo kommune satt til 0 (alternativ b), blir konsentrasjonene i Bunnebotten sterkt redusert og blir liggende i nærheten av forholdene i Bunnefjorden, og like bra som eller bedre enn Oslo havn og Bekkelaget. Beregnede konsentrasjoner i Bunnefjorden for dette alternativet representerer nettovirkningen av tilførslene fra resten av fjorden, inkludert påvirkningen fra forholdene i ytre fjord slik de er i dag.

En noe mer realistisk reduksjon til 20 %, men nå av alle tilførsler i hele indre fjorden, er vist i alternativ c. Det gir ikke så stor effekt i Bunnebotten, men større effekt ellers i fjorden, inkludert Bunnefjorden. Effekten er størst for Oslo havn og Bekkelagsbassenget.

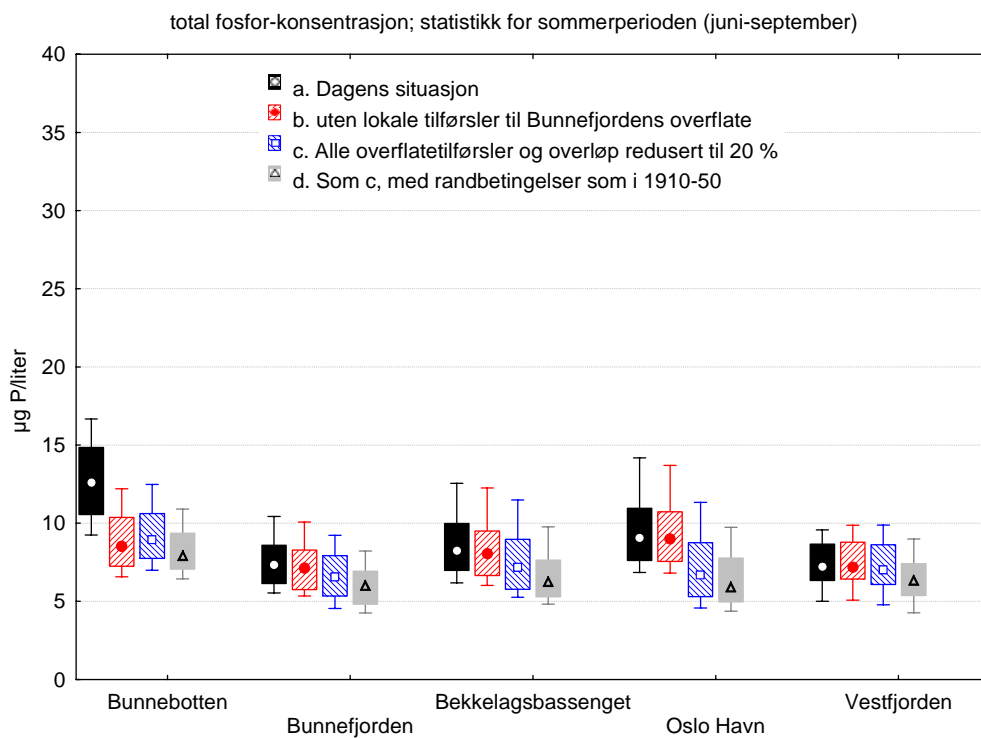
Dersom en i tillegg til en slik reduksjon får forbedret forholdene i ytre Oslofjord til den situasjonen en hadde i perioden 1910 til 1950 (alternativ d), blir det lite effekt på nitrogen, men en markert

tilleggsvirkning på fosforkonsentrasjonene, og forholdene blir da ganske jevne i hele fjorden, selv om Bunnebotten fortsatt ligger noe høyere.

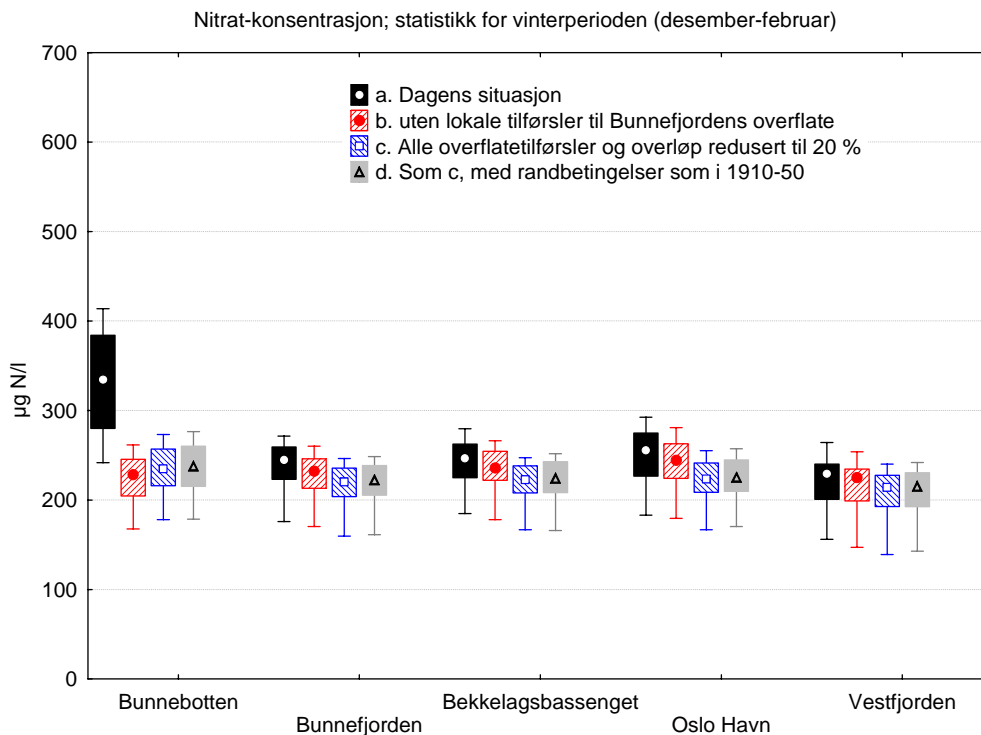
Beregnete vinterkonsentrasjoner av nitrat viser ikke reduksjon fra alternativ c til d, men heller en svak økning. Det kan virke urimelig, siden forskjellen bla. ligger i redusert nitrogenkonsentrasjon på randen, men inspeksjon av massebalansene i modellen viser at det skyldes redusert denitrifisering i fjorden pga. bedre oksygenforhold.



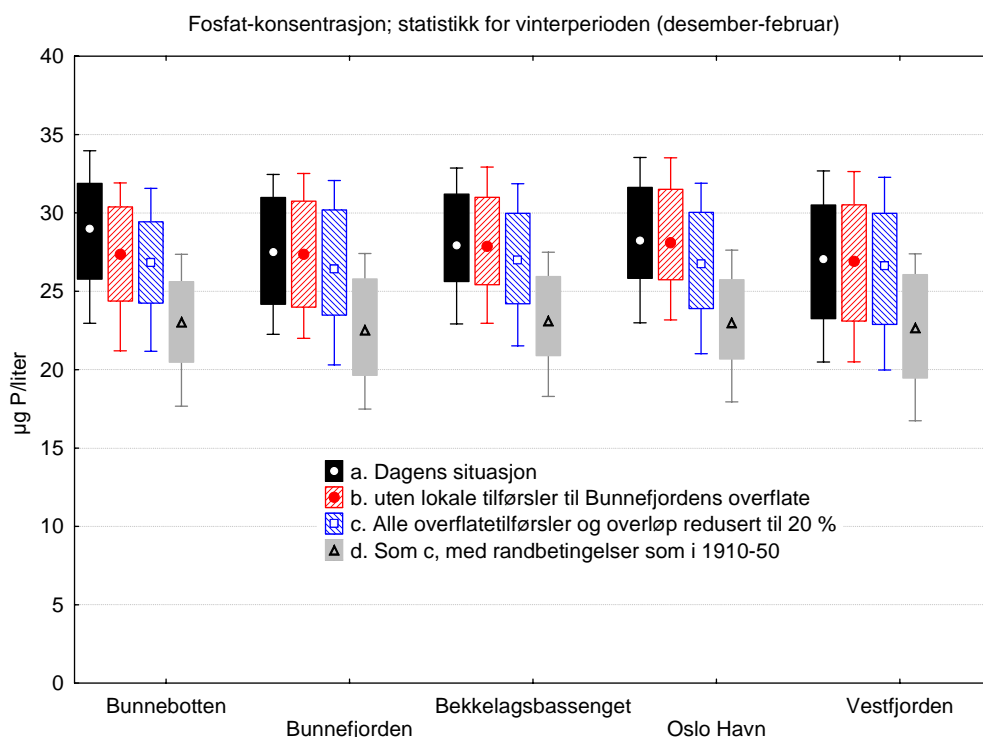
**Figur 45.** Statistikk for beregnede sommerkonsentrasjoner av biologisk aktivt nitrogen i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike endringer sammenlignet med dagens situasjon. For å sammenligne med målt totalnitrogen bør en legge til et bidrag på ca. 100 µg N/l som anses lite biologisk aktivt.



**Figur 46.** Statistikk for beregnede sommerkonsentrasjoner av totalfosfor i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike endringer sammenlignet med dagens situasjon. For symbolforklaring se **Figur 45**.



**Figur 47.** Statistikk for beregnede vinterkonsentrasjoner av nitrat i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike endringer sammenlignet med dagens situasjon. For symbolforklaring se **Figur 45**.



**Figur 48.** Statistikk for beregnede vinterkonsentrasjoner av fosfat i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike endringer sammenlignet med dagens situasjon. For symbolforklaring se **Figur 45**.

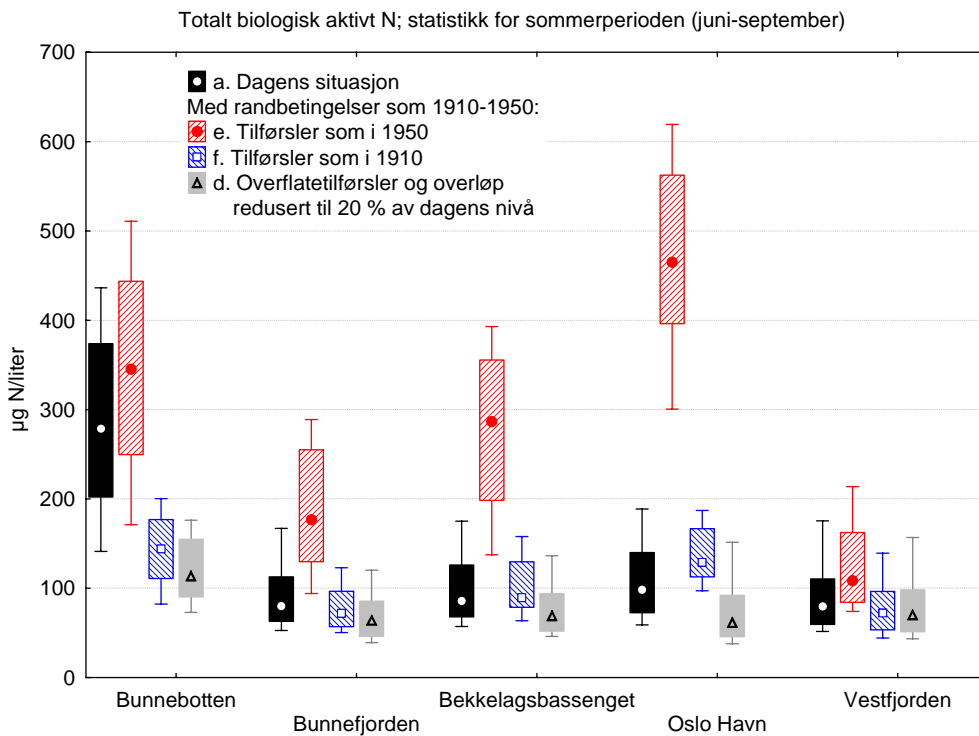
### Sammenligning med referanse-situasjoner

**Figur 49** til og med **Figur 52** viser tilsvarende statistikk med sammenligning av dagens situasjon med de to historiske situasjonene 1950 og 1910. For begge de to tidligere situasjonene er randbetingelsene endret til det de antas å ha vært tidligere. Resultatet er også sammenlignet med samme alternativ d som ovenfor, dvs. med endring av gjenværende overflatetilførsler til 20 % av dagens nivå rundt indre Oslofjord og forbedring av randbetingelsene til det en hadde tidligere.

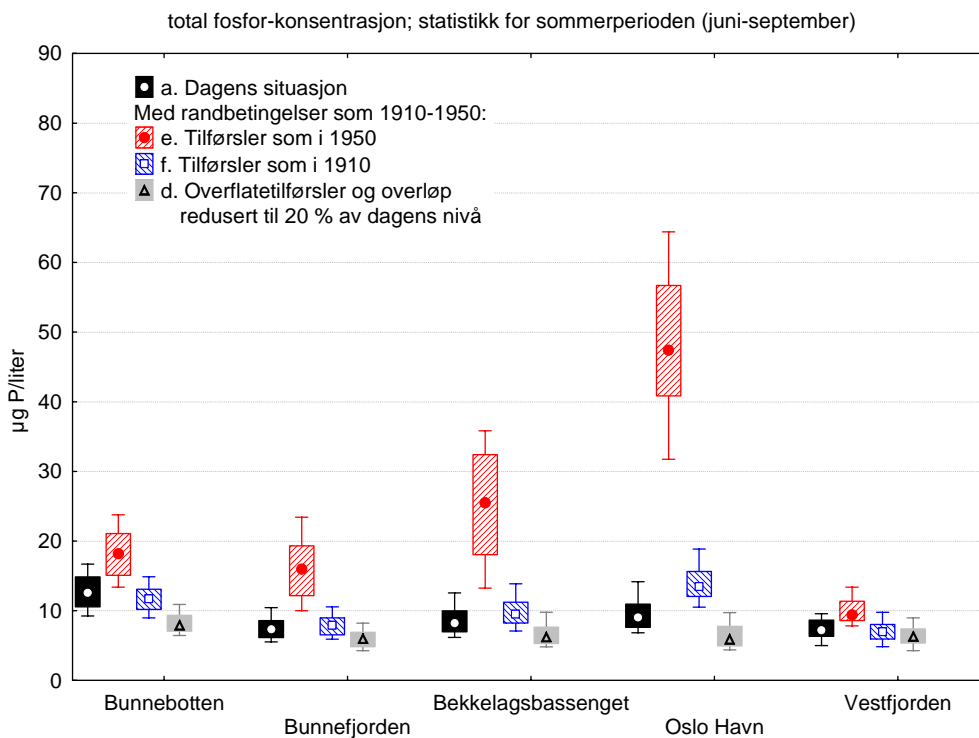
Resultatene viser høyere næringssalt konsentrasjoner i 1950 enn i dag i alle bassenger, med størst økning i Oslo havn og Bekkelagsbassenget, og mye større forskjeller mellom bassengene enn i dag.

Situasjonen omkring 1910 er beregnet å ikke bli så svært forskjellig fra dagens situasjon i overflaten i hovedbassengene for konsentrasjonene av nitrogen og fosfor om sommeren, i Bunneboten beregnes tilstanden i 1910 å ha vært en del bedre enn i dag, og i Oslo havn og Bekkelagsbassenget noe dårligere. Vinterkonsentrasjonene av næringssalter i overflaten er stort sett lavere enn i dag, unntatt for fosfor i Oslo havn.

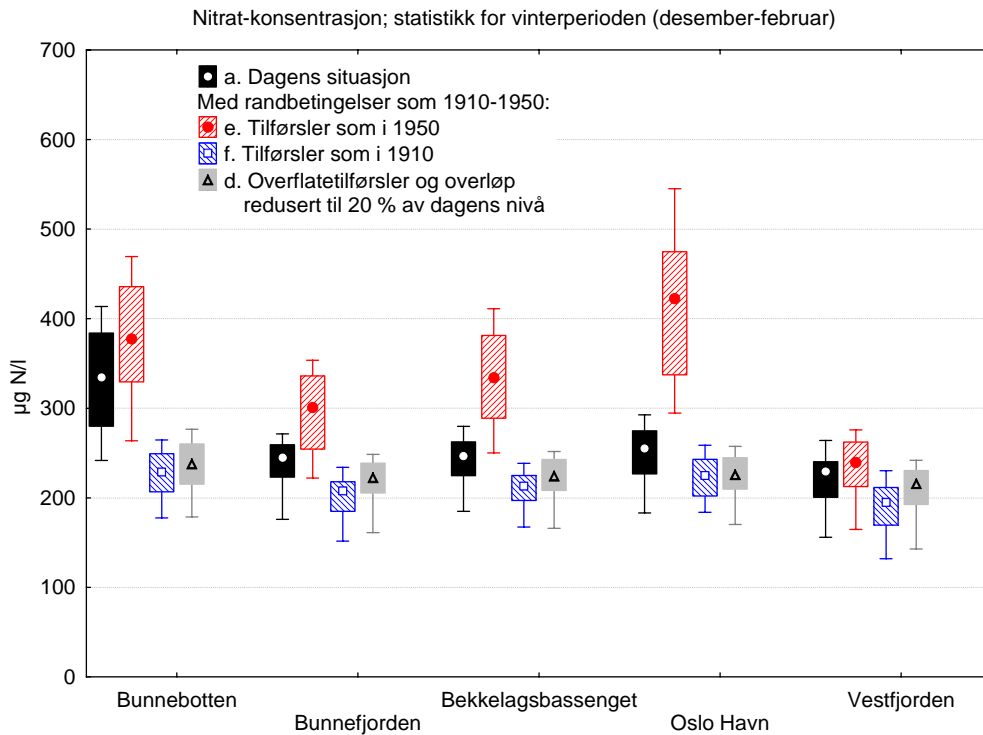
Alternativ d er vist å være omtrent lik eller bedre enn situasjonen i 1910, med unntak av nitrat om vinteren, som ligger noe høyere i alle bassenger unntatt Oslo havn.



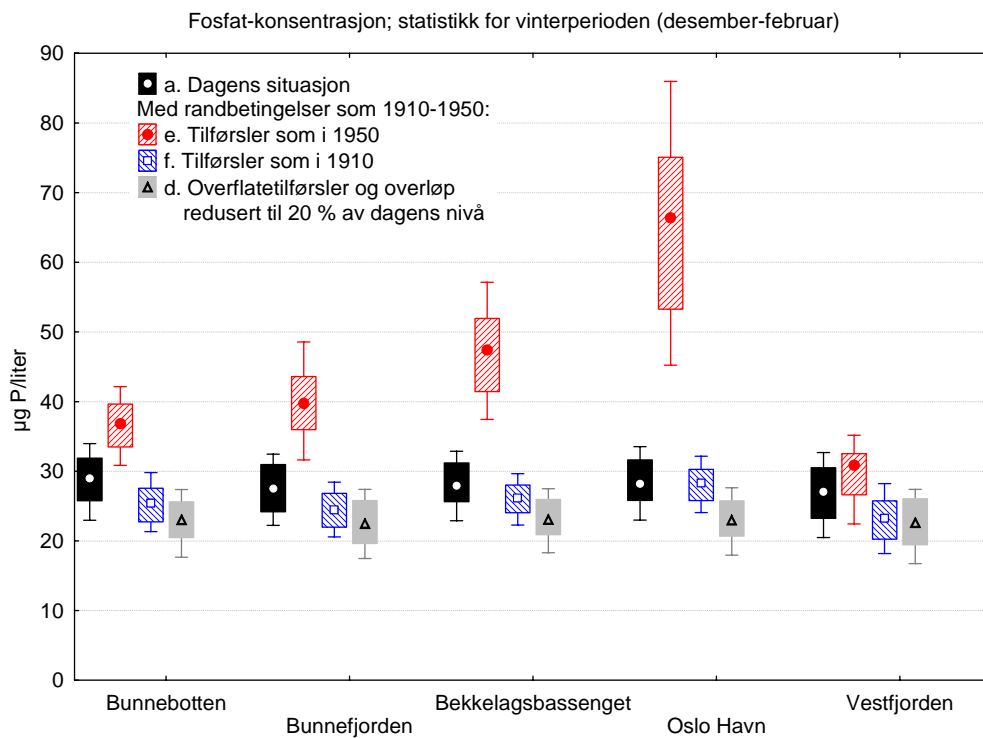
**Figur 49.** Statistikk for beregnede konsentrasjoner av biologisk aktivt nitrogen i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike historiske situasjoner. For å sammenligne med målt totalnitrogen bør en legge til et bidrag på ca. 100 µg N/l som anses lite biologisk aktivt. For symbolforklaring se **Figur 45**.



**Figur 50.** Statistikk for beregnede sommerkonsentrasjoner av totalfosfor i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike historiske situasjoner. For symbolforklaring se **Figur 45**.



**Figur 51.** Statistikk for beregnede vinterkonsentrasjoner av nitrat i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike historiske situasjoner. For symbolforklaring se **Figur 45**.



**Figur 52.** Statistikk for beregnede vinterkonsentrasjoner av fosfat i overflatelaget (0 til 1.7 m dyp) for ulike historiske situasjoner. For symbolforklaring se **Figur 45**.

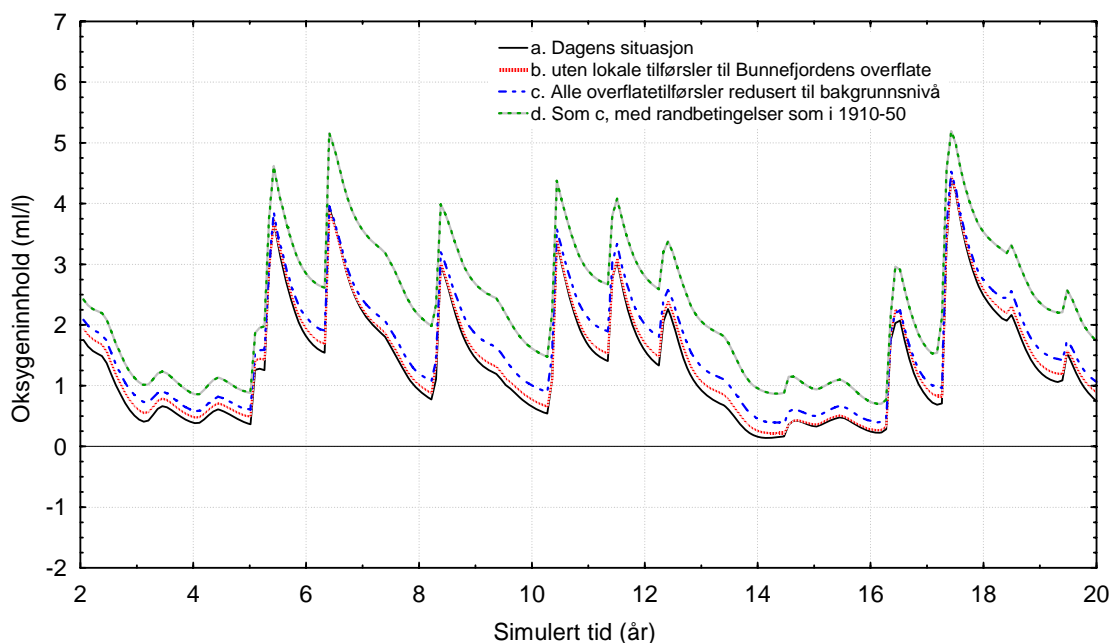
### 3.5.4.2. Oksygen i dypvannet i Bunnefjorden

Et viktig miljømål er knyttet til oksygeninnhold i dypvannet. **Figur 53** til og med **Figur 56** viser oksygeninnholdet på 82 og 134 m fra modellkjøringene for de samme alternativene som ovenfor.

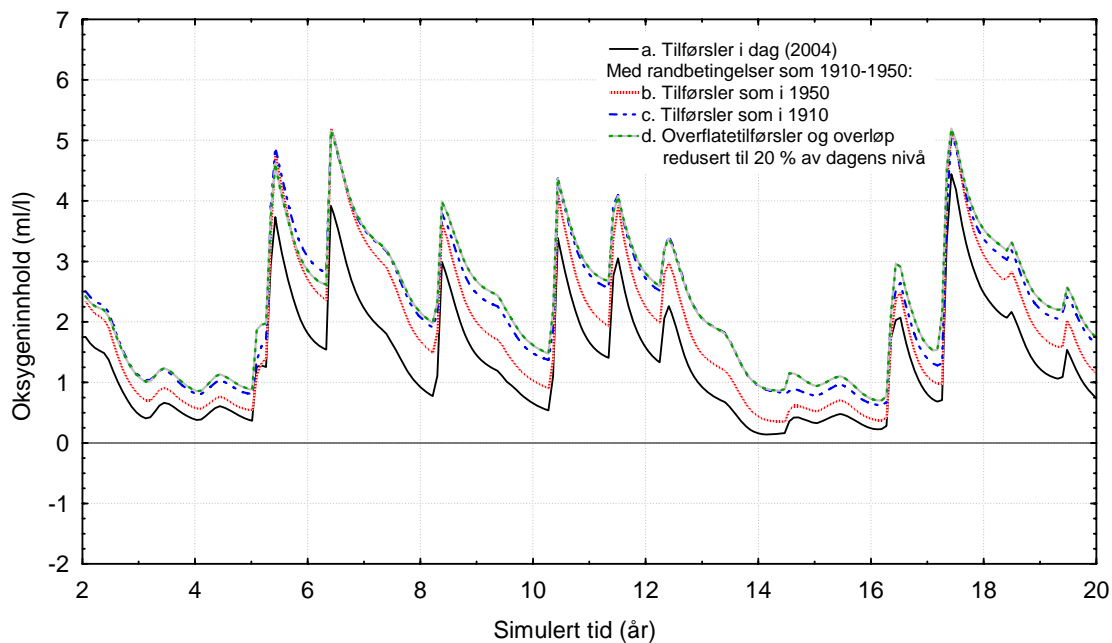
Modellen forutsier at det med dagens utslippssituasjon og forhold i ytre Oslofjord vil være permanent oksiske tilstander på omkring 80 m dyp i Bunnefjorden, men i lange perioder med konsentrasjoner under 0.5 ml/l, dvs. for lavt for det meste av faunaen i fjorden. På 134 m dyp vil det fortsatt i perioder kunne bli noe utvikling av hydrogensulfid, tilsvarende en oksygen gjeld på opp til 1 ml/l. Lokale tiltak i indre Oslofjord (alternativ b og c i **Figur 53** og **Figur 55**) vil bare ha begrenset virkning. Oksygeninnholdet vil fortsatt i perioder komme langt under 1 ml/l på 82 m dyp i Bunnefjorden, og det kan bli helt oksygenfritt eller litt hydrogensulfidutvikling på 134 m dyp. Dette gjelder spesielt hvis tiltakene er begrenset til de lokale tilførslene til Bunnefjorden fra Follo-kommunene og Nordstrand, forbedringen i forhold til dagens situasjon ligger da innenfor en økning på 0.1 ml/l.

Hvis tiltak i indre Oslofjord kombineres med vidtgående tiltak på tilførslene til ytre Oslofjord og Skagerrak, slik at forholdene der bringes tilbake til det de var i perioden 1910-1950 (alternativ d i **Figur 53** og **Figur 55**), blir virkningen større. Da kan en på 82 m dyp oppnå at oksygenkonsentrasjonen stort sett alltid ligger over 1 ml/l, og at den i de fleste år holder seg over 1.5 ml/l. På 134 m dyp vil det fortsatt opptre perioder med omtrent oksygenfritt vann, men de fleste år vil den holde seg over 1 ml/l.

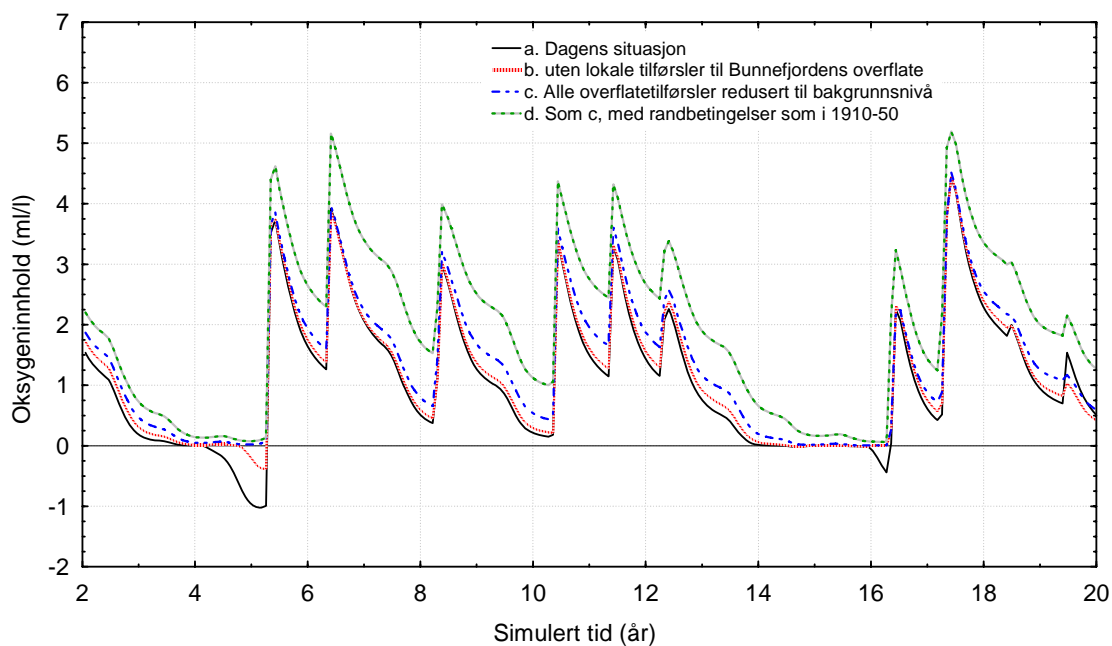
For begge de to historiske situasjoner i 1950 og 1910 gir modellen høyere oksygenkonsentrasjoner enn i dag (**Figur 54** og **Figur 56**). Selv om næringssaltkonsentrasjonene til overflaten var langt høyere i 1950 enn i dag, dominerer virkningen av at det var høyere oksygenkonsentrasjoner i innstrømmende dypvann. Med reduksjon av dagens lokale overflatetilførsler til 20 % og randbetingelser som i 1910 -1950 gir modellen omtrent samme oksygenkonsentrasjoner i dypvannet som i den historiske situasjonen for 1910, eller til og med litt bedre.



**Figur 53.** Beregnet tidsserie for oksygenkonsentrasjon i 82 m dyp i Bunnefjorden for ulike tiltak på dagens situasjon.

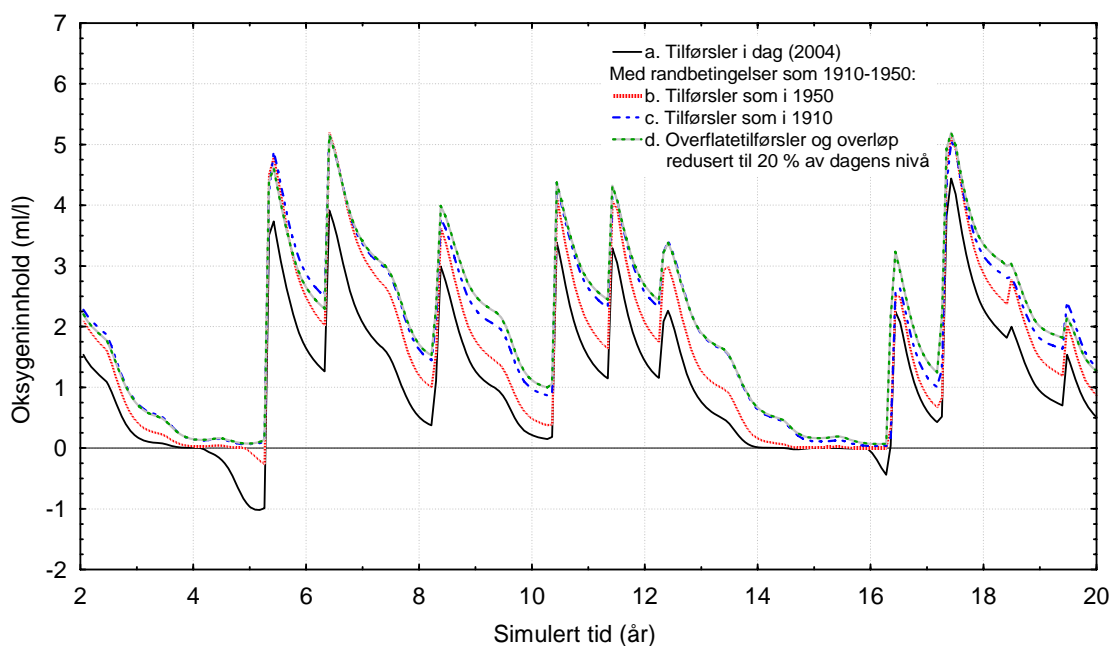


**Figur 54.** Beregnet tidsserie for oksygenkonsentrasjon i 82 m dyp i Bunnefjorden for ulike historiske situasjoner.



**Figur 55.** Beregnet tidsserie for oksygenkonsentrasjon i 134 m dyp i Bunnefjorden for ulike tiltak på dagens situasjon.





**Figur 56.** Beregnet tidsserie for oksygenkonsentrasjon i 82 m dyp i Bunnefjorden for ulike historiske situasjoner.

## 4. Sammenfatning - foreløpige miljømål basert på observasjoner og modellkjøringer.

I dette kapitlet er miljømålene utarbeidet etter foreliggende observasjoner eller referansesystemer og vurdert sammen med resultatene fra modellkjøringene. 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.

Som i tidligere kapitel opereres med tre ambisjonsnivåer: lavt - middels og høy ambisjonsnivå.

Lavt ambisjonsnivå tilsvarer som regel dagens forhold i Bunnefjorden, men kan avvike noe for enkelte parametere.

De øvrige ambisjonsnivåene er satt dels ut fra hva som kan tenkes å være realistiske mål, dels ut fra økologiske gevinster som en ønsker oppnå.

## 4.1. Miljømål for vannmassene i overflatelaget.

### 4.1.1. Badevannskvalitet.

Som miljømål for friluftsbad i Bunnefjorden er det valgt ett nivå som innebærer godt badevann i hele fjorden, definert ut fra Folkehelseinstituttets krav (se kap 3.4.2.).

Følgelig blir de formelle foreløpige miljømålene for friluftsbad:

**Lavt ambisjonsnivå:** Godt badevann

**Middels ambisjonsnivå:** Godt badevann

**Høy ambisjonsnivå:** Godt badevann.

### 4.1.2. Næringssalter.

#### 4.1.2.1. Sentrale Bunnefjorden vinterstid.

For miljømål av næringssaltskonsentrasjoner er det her lagt mest vekt på vinterkonsentrasjoner av løste næringssalter vinterstid, dvs. før vårproduksjonen starter. Det betyr fosfat, nitrat + nitritt og ammonium. Sammenlignet med dagens situasjon viser modellkjøringer noe lavere konsentrasjoner for fosfat, men her er det relative forandringene som kan brukes da observasjoner prioriteres før absoluttverdier fra modellkjøringer. For nitrogen (nitrat) er det valgt å justere konsentrasjonene etter modellkjøringer, fordi det er et begrenset observasjonsmateriale. For ammonium er det ikke valgt noe annet enn det som observasjonene gir grunnlag for.

Miljømålene for totalfosfor og totalnitrogen er mindre sikre enn for de løste fraksjonene.

**Tabell 19.** Foreløpige miljømål for næringssalter i overflatevann (0-8 m dyp) vinterstid. Kravet er at 85 % av observasjonen observert i desember til februar skal ligge under angitt konsentrasjon ( $\mu\text{g/l}$ ).

Ambisjonsnivå	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
<b>Lavt ambisjonsnivå</b>	<42	< 34	<480	<260	<33
<b>Middels ambisjonsnivå</b>	<36	<32	<460	<230	<33
<b>Høy ambisjonsnivå</b>	<33	< 28	<430	<200	<33

### 2.2 Sentrale Bunnefjorden sommerstid.

For de fleste parametere ligger sommerkonsentrasjonene lavt i henhold til både modellkjøringer og observasjoner. De relative forskjellene mellom modellkjøringer og foreslåtte konsentrasjonsnivåer fra observasjoner er små. Her er derfor beholdt de ambisjonsnivåene som baserer seg på observasjoner. For kontroll av målene bør sommerobservasjonene basere seg på totalverdier.

**Tabell 20.** Ambisjonsnivåer for næringssaltskonsentrasjoner sommerstid (juni-august) i overflatelaget (0-2 m dyp). 85 % av observasjonene skal være lavere enn det som vist i tabellen ( $\mu\text{g/l}$ )

Ambisjonsnivå	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
Lav ambisjonsnivå	<16	<4	<250	<12	<6
Middels ambisjonsnivå	<12	<4	<250	<12	<6
Høy ambisjonsnivå	<12	<4	<250	<12	<6

#### 4.1.2.2. Bunnebotten-overflatelaget

Av observasjoner fra Bunnebotten foreligger bare én sommerperiode med siktdyp. Derfor vil alle andre mål basere seg på modellkjøringer. Disse viser gjennomgående høyere konsentrasjoner både vinterstid og sommerstid i Bunnebotten enn i sentrale deler av Bunnefjorden. Det er trolig at dette skyldes tilførsler fra bl.a Årungenelva. Relativt usikre tilførselsdata gjør at tiltak må vurderes med bedre sikkerhet i tilførselsdata. Foreløpig vil imidlertid modellresultatene bety at miljømålene for næringssalter i overflatelaget sommer og vinter skal være omtrent som i sentrale Bunnefjorden.

#### 4.1.2.3. Planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-a)

Usikkerheten omkring denne parameter er p.t stor både når det gjelder fremtidig bruk og metode. Det er derfor valgt å bare bruke observasjoner som grunnlag for foreløpige miljømål.

**Laveste ambisjonsnivå** < 3.5  $\mu\text{g/l}$  (i 85 % av observasjonene)

**Middels ambisjonsnivå** < 2  $\mu\text{g/l}$

**Høy ambisjonsnivå** < 2  $\mu\text{g/l}$

#### 4.1.2.4. Siktdyp i sentrale Bunnefjorden (sommerstid).

De foreløpige målene for siktdyp i sentrale Bunnefjorden baserer seg helt på observasjoner og referansesystemet, dvs. sommerverdier.

De blir:

**Lav ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonene større enn 3 meter og medianverdi 6 meter.

**Middels ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonene større enn 4.5 meter og medianverdi 6.5 meter

**Høyt ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonene større enn 6 meter og medianverdi >7 meter,

Det er stor usikkerhet om høyeste ambisjonsnivå er realistisk.

#### 4.1.2.5. Siktdyp Bunnebotten.

Observasjonen av siktdyp fra sommeren 2005 viser dårligere siktdyp i Bunnebotten enn i sentrale deler av Bunnefjorden. Modellkjøringer tyder også på en forskjell. Derfor blir de foreløpige miljømålene for Bunnebotten for siktdyp sommerstid:

**Lavt ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonen større enn 2 meter og medianverdi 5.0 meter

**Middels ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonene større enn 3 meter og medianverdi 6 meter

**Høyt ambisjonsnivå:** 85 % av observasjonene større enn 4.5 meter og medianverdi 6.5 meter.

#### 4.2. Vannmassen i mellomlaget (20-50 meters dyp) - oksygenforhold.

Både observasjoner og resultatet fra de ulike scenariene i modellkjøringene gir omtrent samme resultater for oksygenkonsentrasjoner. Det er derfor foreløpig ikke grunn til å endre de foreløpige miljømål som ble foreslått tidligere.

Følgende foreløpige miljømål foreslås (gjelder året rundt):

**Lavt ambisjonsnivå (dagens situasjon):** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 1 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

**Middels ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 1.5 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

**Høyt ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner (medianverdi) > 2 ml/l og 85 % av observasjonene skal overstige denne grense.

#### 4.3. Dypvannet (50 meters dyp til bunn) - oksygenforhold.

Både foreliggende observasjonsmateriale og modellresultater viser at det ikke er grunn å endre tidligere foreslåtte miljømål for oksygenkonsentrasjonen i denne vannmassen. De foreløpige miljømålene for dypvannet i Bunnefjorden blir således:

**Lavt ambisjonsnivå.** Oksygenkonsentrasjoner >0 ml/l

**Middels ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner over 0.5 ml/l

**Høyt ambisjonsnivå:** Oksygenkonsentrasjoner > 1 ml/l.

#### 4.4. Sluttkommentarer.

Samtlige miljømål vil i Fase III bli gjennomgått på ny og justert i samband med at målene skal knyttes til tiltak. Det er da også naturlig å vurdere observasjonsfrekvens ut fra ønsket utsagnskraft knyttet til målene.

## 5. Litteratur

Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G., 1981. Indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).

Bjerkeng, B. (1994): Eutrofimodell for indre Oslofjord. Rapport 1: Praktisk utprøving på indre Oslofjord. NIVA-rapport nr. 3112. 96 sider

Bjerkeng, B. (1997): Vannutskiftning og næringssaltbudsjetter i ytre Oslofjord. NIVA-rapport nr. 3593. 155 sider.

Bjerkeng, B. og Magnusson, J. (1999). Marinøkologisk vurdering av utslippsted - og innlagringsdyp for utslippet til Bekkelaget renseanlegg. Fase 2. Modellkjøringer og vurderinger. NIVA-rapport nr. 3996.

Bærum kommune: Hovedplan avløp 2000,  
[http://www.baerum.kommune.no/files/Sammendragrapport\\_280800.doc](http://www.baerum.kommune.no/files/Sammendragrapport_280800.doc)

Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L. 1986. Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport nr 1922. 94s.

Braarud, T. og Ruud, J.T., 1937: The hydrographic conditions and aeration of the Oslo Fjord 1933-34. Hvalrådets Skrifter, 15: 1-56.

Dannevig, A., 1945. Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter, Serie: Havundersøkelser. Vol. VIII. No 4.

Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. Årsberetning 2001.

Heier, Ole-Håkon og Løvstad, Øivind (2004): Vannkvalitetsovervåking Frogn kommune. Resultater 1006-2004.

Holtan G., 1990. Studier av eldre data. Teoretisk beregning av næringssaltstilførsler til ytre Oslofjord omkring 1910. Delrapport 4.4.a. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp.nr. 398/90. NIVA-rapport nr. 2381.

Hurrell, J.W. 1995. Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation: Regional Temperatures and Precipitation. Science Vol. 269 676-679.

Magnusson, J., Andersen, T., Amundsen, R., Berge, J.A., Bjerkeng, B., Gjørseter, J., Holt, T.F., Hylland, K., Johnsen, T., Lømsland, E.R. og Paulsen, Ø., 2004. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord i 2003. Fagrådsrapport nr 95. NIVA-rapport nr. 4845.

Magnusson, J., Andersen, T., Amundsen, R., Berge, J.A., Bjerkeng, B., Gjørseter, J., Johnsen, T., Lømsland, E.R. og Paulsen, Ø., M. Schøyen., 2005. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord i 2004. Fagrådsrapport nr 97. NIVA-rapport nr. 5024.

Molvær, J, Knutzen, J, Magnusson, J, Rygg, B og Sørensen, J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. Selvik, J.R., Borgvang, S., Tjomsland, T. og Eggestad, H.O, 2005. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL 2. NIVA-rapport nr. 5103. SFT-rapport TA-2137/2005.

Molvær, J., Magnusson, J., Selvik, J., Tjomsland, T. (2003). Common Procedure for Identification of the Eutrophication Status of Maritime Area of the Oslo and Paris Conventions. Report on the Comprehensive Procedure for the Norwegian Skagerrak Coast. NIVA-report nr. 4654.

Nedland, K.T., 1997. Tilførsler til Oslofjorden. 1996. Aquateam. Fagrådsrapport nr. 65.

Oslo Kommune, Vann- og avløpsetaten:

Byvassdragene – Utslippsregnskap 2004. Fagrapport 8/2005.

[http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no/om\\_oss/publikasjoner/](http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no/om_oss/publikasjoner/)

Selvik, J.R., Tjomsland, T., Borgvang, S.A., Eggestad, H. O. 2005. Tilførsler av næringsalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL2

Sørensen, J. Bjerkgeng, B. Bratli, J.L. Knutzen, J. Magnusson, J. (1995). Milømål for Drammenselva- og fjorden. NIVA-rapport nr. 3198.

VEAS 25 ÅR. *Kampen for en renere Oslofjord*, **Red.:** Eyvind W. Wang, Paul Sagberg, Øistein Sirum, Tor Wisting og Jorunn Teigen. ISBN 82-996260-0-5

VEAS Årsmelding 2004. 28 sider

Weideborg, Mona (2004): Årsrapportering av vannkvalitet, tilførsler og tiltak i Gjersøvassdraget 2002. Rapport nr. 03-028., Aquateam – Norsk Vannteknologisk senter AS. Mai 2004. 22 sider

Wivestad, T.M., 1999. Forurensningstilførsler i Oslo og Akershus 1997, fosfor og nitrogen. Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Rapport nr. 3-1999.

## **Vedlegg A. Uttalelse fra Oslofjordens friluftsråd**

Oslofjordens friluftsråd ser på området ved Bunnefjorden som svært viktig for rekreasjon og badefriluftslivet (Ailin Gundersen, pers. med). Østsiden av Bunnefjorden er godt soleksponert, badefjellet er godt, og det er ikke uten grunn at dette var et av de første stedene i fjorden der folk begynte å bygge hytter. Store deler av kystlinjen ble tidlig sikret som friområder av Oslo kommune, og området har en viktig plass i Oslo og Akershus sin badehistorie.

I dag er Bunnefjorden et område med nærhet til svært store befolkningskonsentrasjoner. Vervenbukta og Ingierstrand står som noen av de viktigste og mest besøkte friområder/badesteder i indre Oslofjord. Mange båtbrukere har også Bunnefjorden som utgangspunkt, og om vinteren benyttes isen til fritidsfiske.

Den positive trenden med stor utskiftning av vannmassene i indre fjord og stor tilføring av friskt oksygenrikt vann, bør være en oppmuntring til å tilstrebe enda bedre vannforhold for badelivet i Norges tettest befolkede område. Bunnefjorden er intet unntak.

Etter OFs vurdering bør miljømål for Bunnefjorden settes på lik linje med andre viktige badeområder, slik at området beholder sin verdi som friområde for brukerne av fjorden.