

**Miljøsmål  
Bunnefjorden  
Rapport fase 3  
- *Prosjekt PURA***

Birger Bjerke  
John Arthur Berge  
Jan Magusson  
Jarle Molvær  
Are Pedersen  
Morten Schaaning

**Indre Oslofjord og miljøsmål  
Bunnefjorden  
(del II)  
presentert  
av**

**John Arthur Berge**

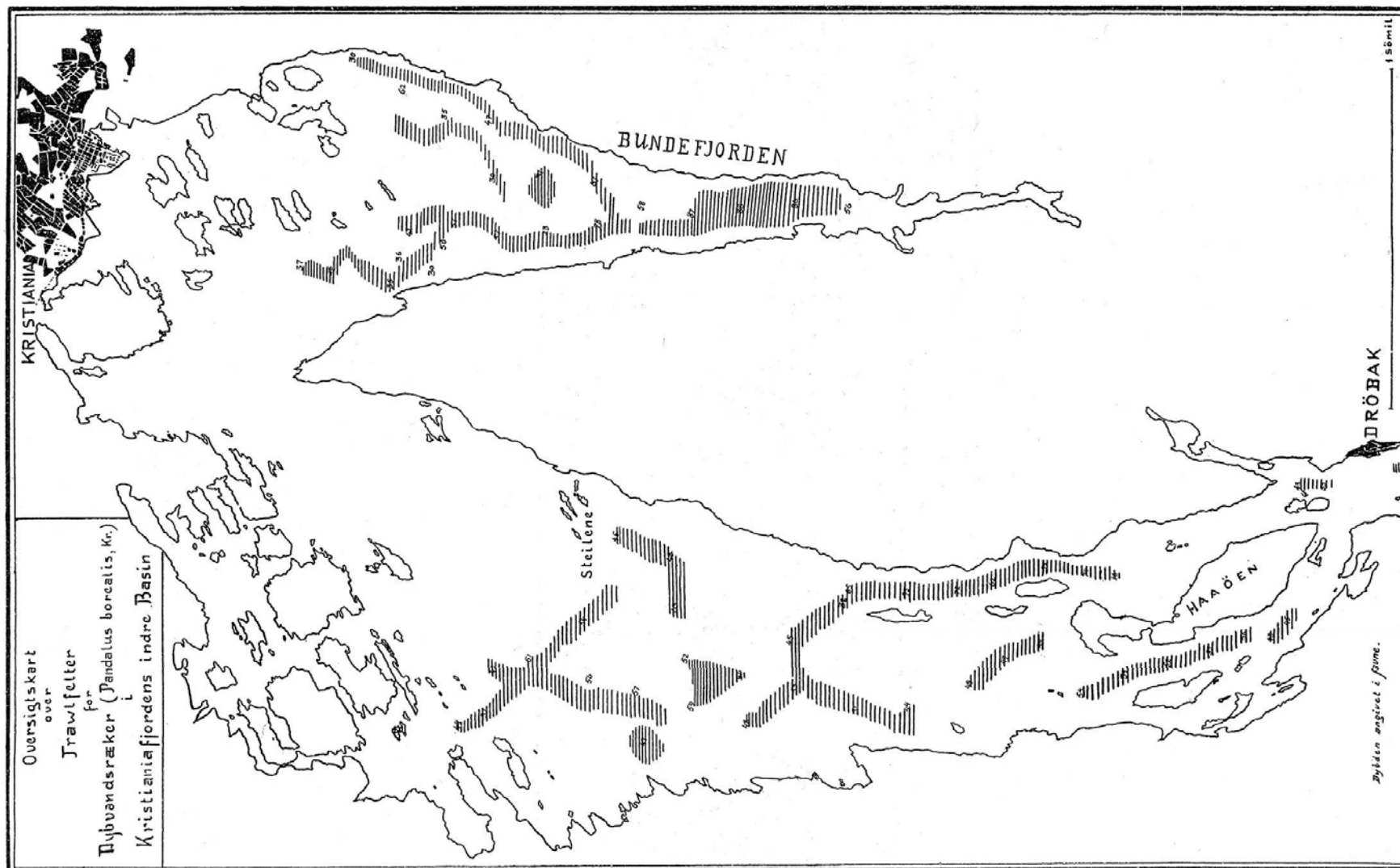
Norsk institutt for vannforskning

13.10.2008

# Reker/hyperbenthos

- Det var tidlig på 1900-tallet et rikt fiske etter reker i indre Oslofjord blant annet i de dypeste partier i Bunnefjorden
- En krise for faunaen i Indre Oslofjord fant imidlertid sted i 1950 og det ble da observert hydrogensulfid fra 75 m og dypere. i
- Siden ca 1950 har det derfor kun sporadisk blitt oppservert reker i de dypere deler av Bunnefjorden og lenger ut i fjorden har forekomsten av reker vært sterkt varierende med et minimum tidlig på 80-tallet.

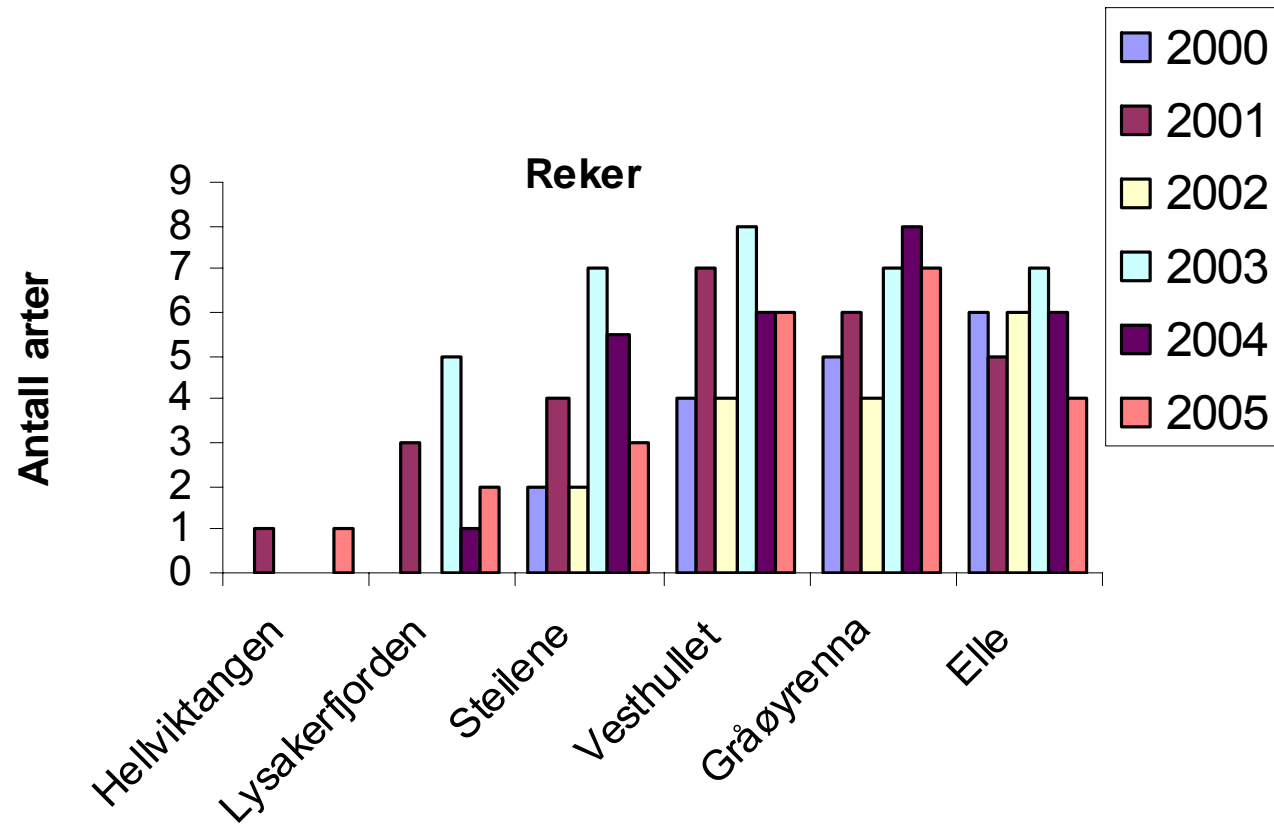
# Rekefelter i indre Oslofjord rundt 1906



# Slede for fangst av reker/hyperbenthos

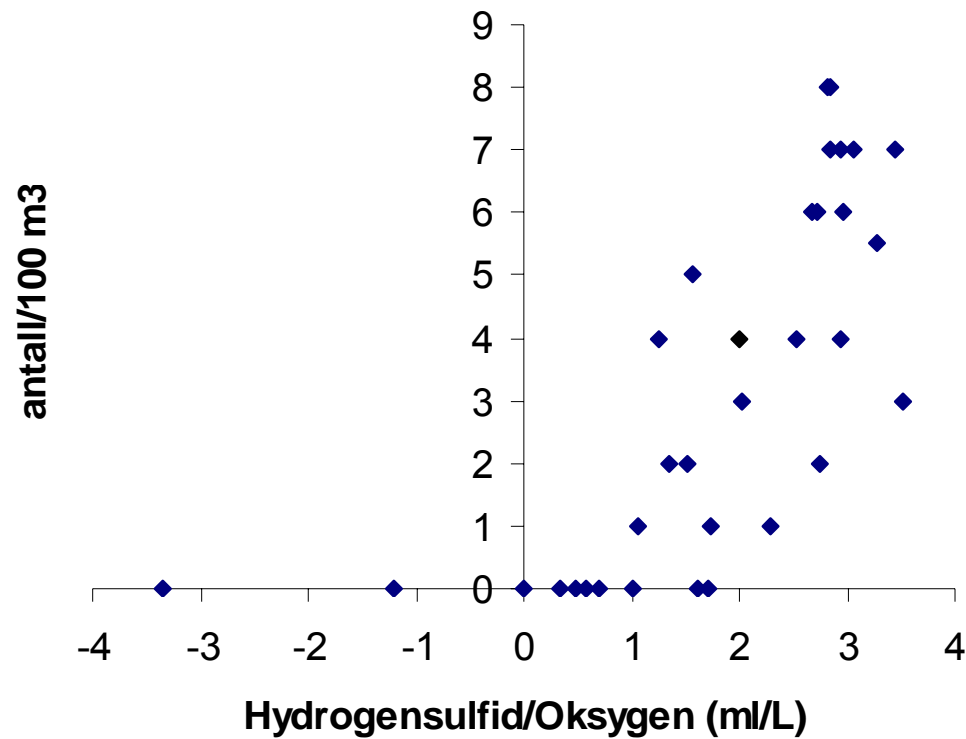


# Reker i Oslofjorden



**NB: Ingen reker ved Svartskog**

# Antall rekearter som funksjon av oksygenkonsentrasjonen i vannet rett over bunnen.



# Miljømål for forekomst av reker

## Ambisjonsnivåer

**Høyt:** Rekefiske i Bunnefjorden som rundt 1900

**Moderat:** Reker skal forekomme i dypområdene i Bunnefjorden

**Lavt:** Som i dag, dvs. reker forekommer i hovedsak ikke i de dypere deler av Bunnefjorden, men sporadisk i nordre deler (Hellvikstangen).

# Anbefalt ambisjonsnivå for forekomst av reker

- "Moderat": Reker skal forekomme i dypområdene i Bunnefjorden
  - Vi tror at moderat ambisjonsnivå kan nås for de midlere dyp i Bunnefjorden (ned til ca 100 m). Dette forutsetter at oksygensituasjonen kan bedres slik at det blir liggende i intervallet 1-2,5 ml/l .
  - Vi tror imidlertid at det blir svært vanskelig å få til tilsvarende for de dypere liggende delene av Bunnefjorden.



# Miljøgifter

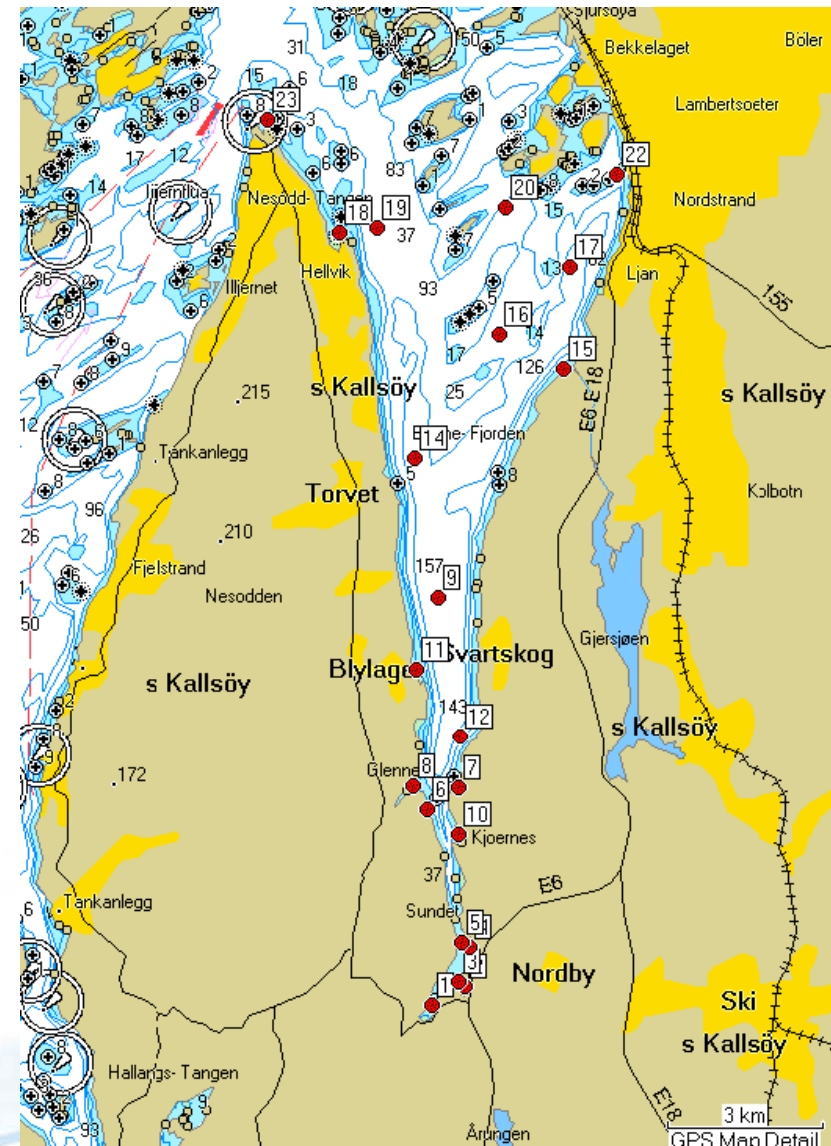
- Sediment
- Blåskjell
- Fisk

# Miljøgifter i sediment

- Det er tidligere gjort relativt få undersøkelser av forekomst av miljøgifter i sediment i Bunnefjorden.
- I november 2007 ble det imidlertid i regi av Fylkesmannen i Oslo- og Akershus (FOA) gjennomført en kartlegging av miljøgifter på 22 stasjoner i Bunnefjorden
- Resultatene ble sammenlignet med resultatene fra tilsvarende analyser gjennomført på sediment innsamlet i 1992 (Koniczny, 1994).

# Omfang/innhold

- Undersøkelser av forekomst av miljøgifter i sedimenter er gjennomført på 22 stasjoner i Bunnefjorden i dyp fra 1,5 – 153 m.



# Analyserte miljøgifter

Følgende miljøgifter inngår i undersøkelsen:

kadmium (Cd),

krom (Cr)

kobber (Cu)

kvikksølv (Hg)

nikkel (Ni)

bly (Pb)

sink (Zn)

tributyltinn(TBT)

polyklorerte bifenyler (PCB)

polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

# Klassifisering av resultater

- De observerte konsentrasjoner er i denne sammenheng klassifisert i henhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet basert på giftighet.

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	Cyan
II	God/ ingen toksiske effekter	Green
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksposering	Yellow
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	Orange
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	Red

# Resultater

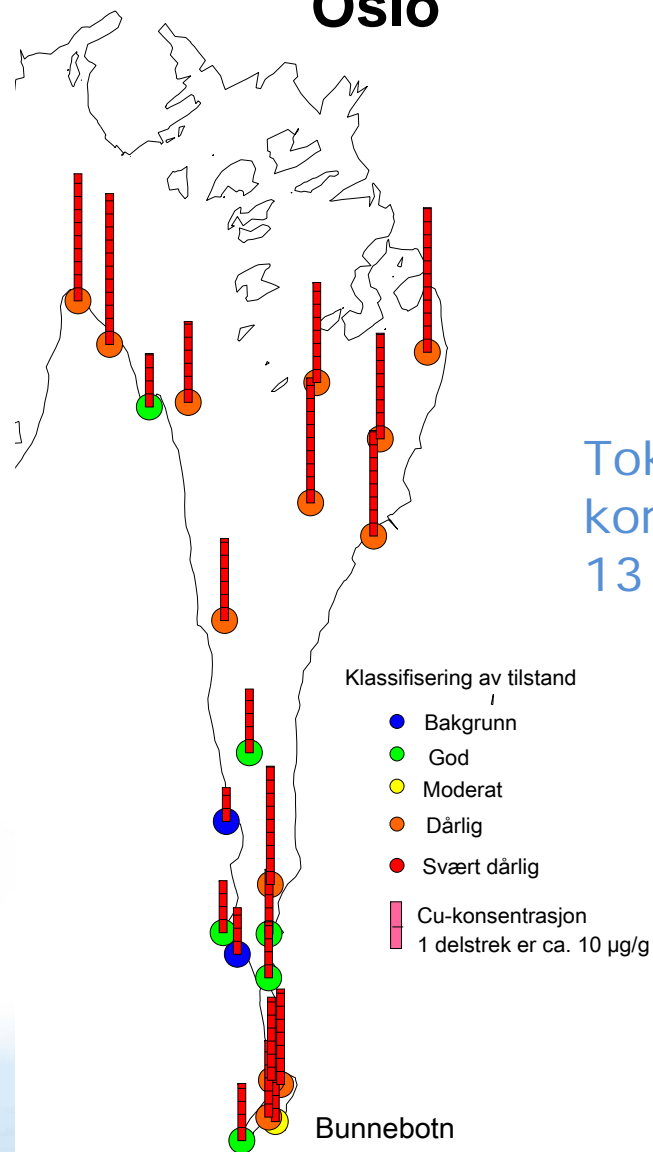
Forbedringer siden 1992:

- Resultatene viser at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly er redusert med en faktor på **1,5-1,7**.
- Reduksjonen for PCB tilsvarte en faktor på **8,6**.
- Resultatene tyder på at tilførslene til Bunnefjorden av kadmium, kvikksølv, bly og PCB er blitt tydelig redusert de siste 16 år.

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Merket	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
St. 1	0,3	44,6	41,9	0,189	33,1	28	171
St. 2	0,5	32,4	53,1	0,092	27,6	22	156
St. 3	0,79	43	57,4	0,191	33,3	35	214
St. 4	0,9	52,4	72,2	0,256	39,3	42,3	231
St. 5	0,6	49,8	62,5	0,254	37,4	39	205
St. 6	0,4	34,7	33,6	0,188	27	27	117
St. 7	0,6	36,9	47,9	0,383	27,6	35	155
St. 8	0,5	38,2	37,9	0,321	28,5	32	152
St. 9	0,6	35,3	47,1	0,255	31,1	42,5	221
St. 10	0,5	39,4	41,1	0,321	28,5	34	148
St. 11	0,2	29	23,5	0,196	22,2	24	79,8
St. 12	1,3	56,1	90,2	0,366	36,8	50,1	260
St. 14	1	40,3	61,5	0,358	30,1	56,4	273
St. 15	1,1	37,3	80,2	0,324	27,1	42,3	348
St. 16	1,9	56,1	95,6	0,527	38,4	92,9	415
St. 17	1,3	47,5	80,3	0,404	36,9	71,4	337
St. 18	0,6	31,9	39	0,251	23,9	31	129
St. 19	0,7	48,6	60,7	0,392	34,1	60,1	217
St. 20	1,1	46,8	75,9	0,396	33,8	67	306
St. 22	0,81	73,7	111	1,308	40,6	106	258
St. 23	0,3	67,9	97,2	1,317	32,5	86,7	178
St. 24	1,6	71	116	1,18	39,2	102	460

# Kobber

## Oslo

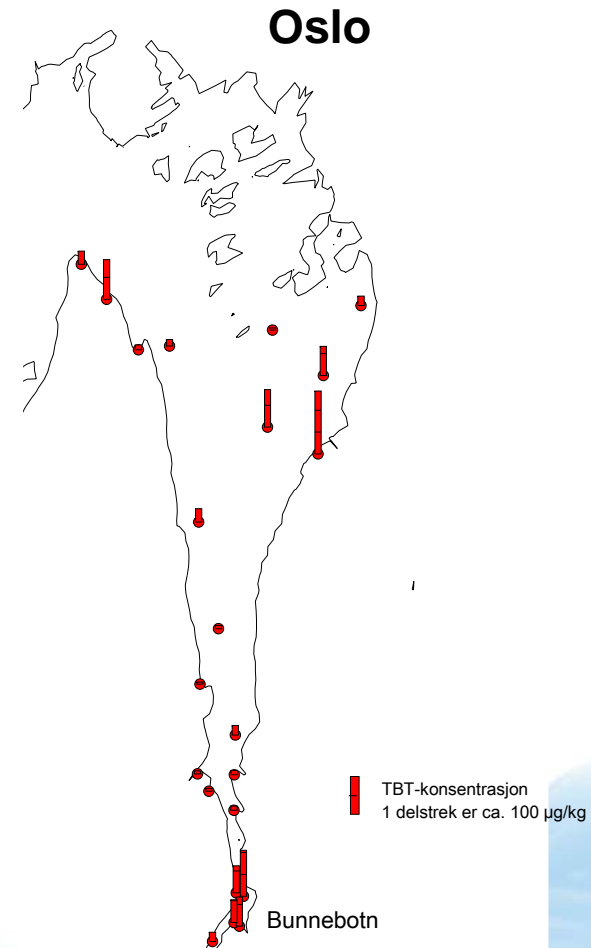


Toksiske effekter ved korttidseksponering på 13 av i alt 22 stasjoner



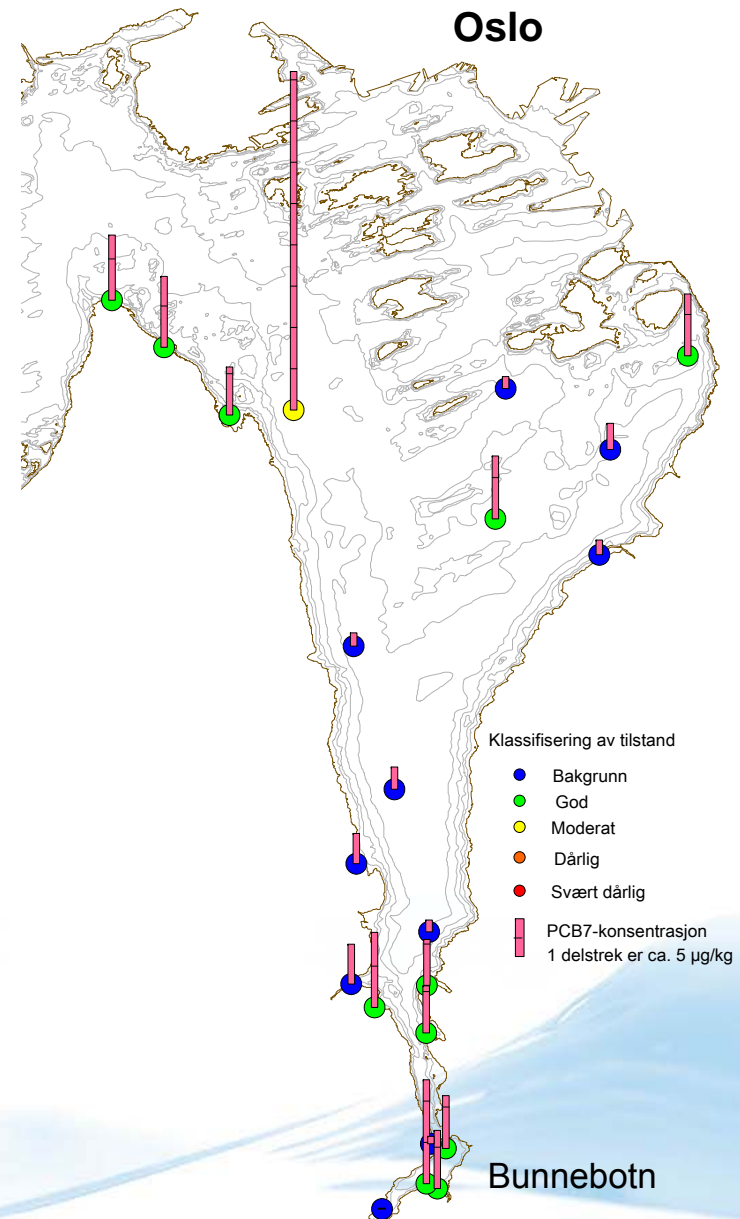
# Klassifisering-TBT

- Omfattende toksiske effekter på alle stasjoner



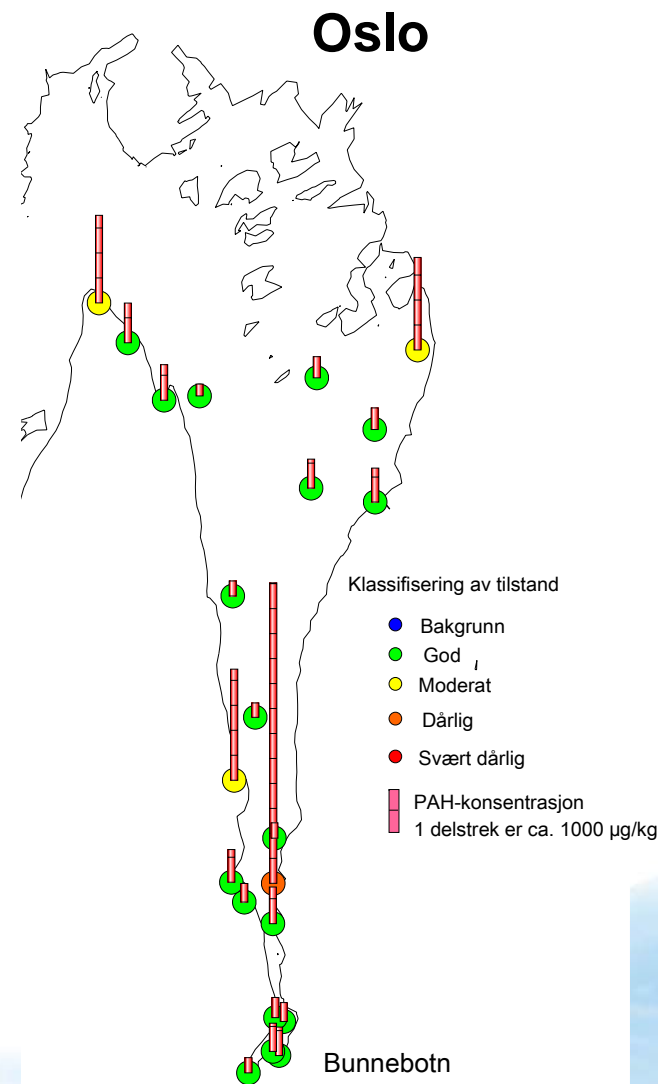
# Klassifisering-PCB

- I hovedsak lave konsentrasjoner i hele området.
- Det var kun i sedimentet fra en stasjon utenfor Ursvik at det ble observert såpass høye konsentrasjoner at toksiske effekter ved langtidseksponering kan forekomme



# Klassifisering- ΣPAH

- Det ble observert høye ΣPAH-konsentrasjoner på 4 stasjoner (Speilodden, Blylaget, Nordstrand og ytterst på Nesoddtangen).



# Klassifisering- PAH enkeltforbindelser

- 3 enkeltforbindelser av PAH utgjør ikke noe toksisk problem på noen av stasjonene.
- 10 enkeltforbindelsene vil kunne gi toksiske effekter på en eller flere stasjoner.
- 1 enkeltforbindelse (benzo(ghi)perylen) var såpass høye at toksiske effekter kan forventes på alle stasjoner.

# Hovedkonklusjon

- Betydelige reduksjoner i konsentrasjonen av metaller og PCB er observert i Bunnefjordens sedimenter over en periode på 16 år
- Betydelige miljøgiftkonsentrasjoner finnes fremdeles i overflatesedimentene slik at toksiske effekter på bunndyr trolig vil kunne forekomme på alle stasjoner
- Det er ingen områder/stasjoner som kan "friskmeldes" dersom en bruker SFTs grenseverdien mellom klasse II og III som kriterie for friskmelding

# Sediment -Kunnskapshull/ miljøutfordringer

- Friskmelding av delområder er et spørsmål om hvordan en vektlegger de enkelte parametere. Ser en eksempelvis selektivt på enkeltforbindelser kan deler av Bunnefjorden friskmeldes. Eksempelvis Bunnebotn når det gjelder alle metaller med unntak av kobber.
- Det er vanskelig å forestille seg realistiske tiltak som i overskuelig fremtid vil kunne føre til friskmelding av hele Bunnefjorden.
- En del av vurderingskriteriene er usikre. Dette har medført at det i vurderingene er lagt inn usikkerhetsfaktorer som gjør at grenseverdiene for gifteffekter i enkelte tilfeller er svært lave.
- Forholdene i Bunnefjorden kombinert med de relativt lave grenseverdiene for giftighet representerer derfor en klar utfordring.

# Tiltak?

- I utgangspunktet synes vi at sedimentene i Bunnefjorden bør ligge mest mulig i ro slik at naturlig sedimentering kan stå for en sakte forbedring. Skal en gjøre tiltak bør en først og fremst sette i verk disse der tiltakene kan ha betydning helt lokalt og eventuelt for kostholdsråd.

# Foreslåtte miljømål sediment

- Dypområdene:
  - Konsentrasjonen av miljøgifter i sediment i dypområdene (> 10m) skal ikke øke i forhold til situasjonen i dag, men reduseres i takt med naturlig sedimentering og antatte reduksjoner i tilførsler som har og vil finne sted.
- Grunnområdene (tentativt <10 m) inkludert alle småbåthavner:
  - Miljøgiftinnholdet i bunnsedimenter skal ikke være til hinder for normal havnedrift og utvikling av småbåthavner.
  - Miljøgiftkonsentrasjonene i overflatesedimentet skal ikke føre til kroniske effekter ved langtidseksponering eller toksiske effekter ved korttidseksponering, dvs. miljøgiftnivåene skal ligge innenfor det som av SFT defineres som tilstandsklasse II i henhold til SFTs nye klassifiseringssystem for sedimenter (TA-2229/2007).



# Miljøgifter i blåskjell og fisk

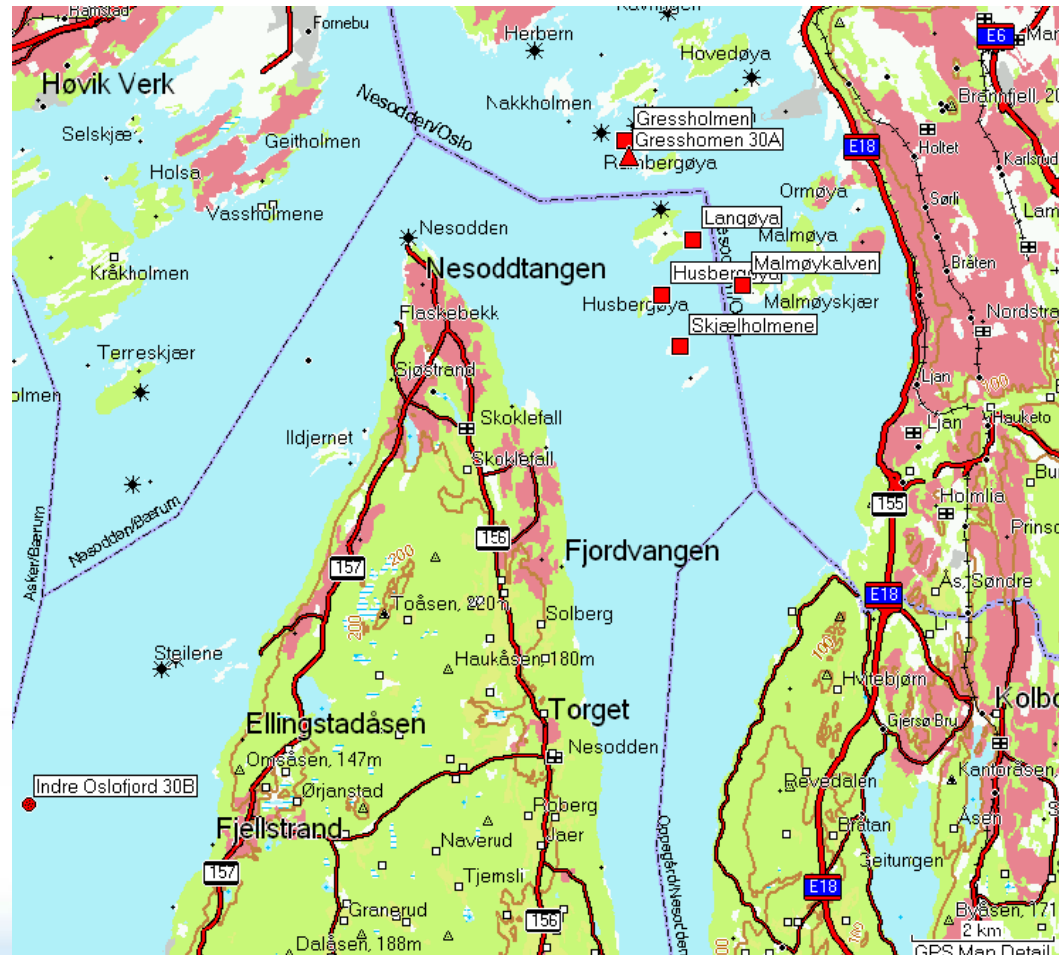


# Manglende data

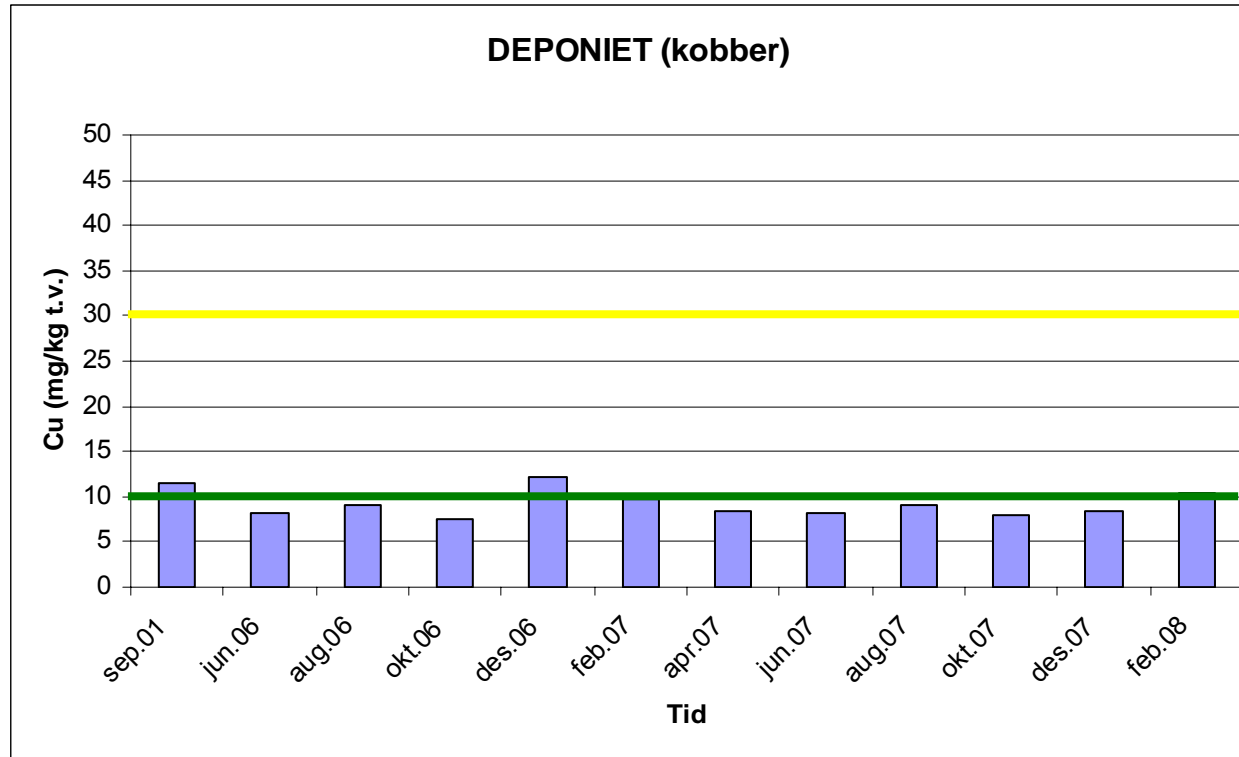
- Det er åpenbare problemer knyttet til manglende data om forekomst av miljøgifter i organismer fra Bunnefjorden.
- En har derfor vært nødt til å benytte data fra Bunnefjordens randområder og fra nærliggende områder
  - Blåskjell fra rundt deponiområdet ved Malmøykalven
  - Fisk fra Steilene (JAMP)

Disse stasjoner ligger dels i Bunnefjordens randområde i nord og er nødvendigvis ikke representativt for all deler av Bunnefjorden, men gir trolig et relativt godt bilde av den nordlige delen og er uansett det beste en har

# Blåskjellstasjoner



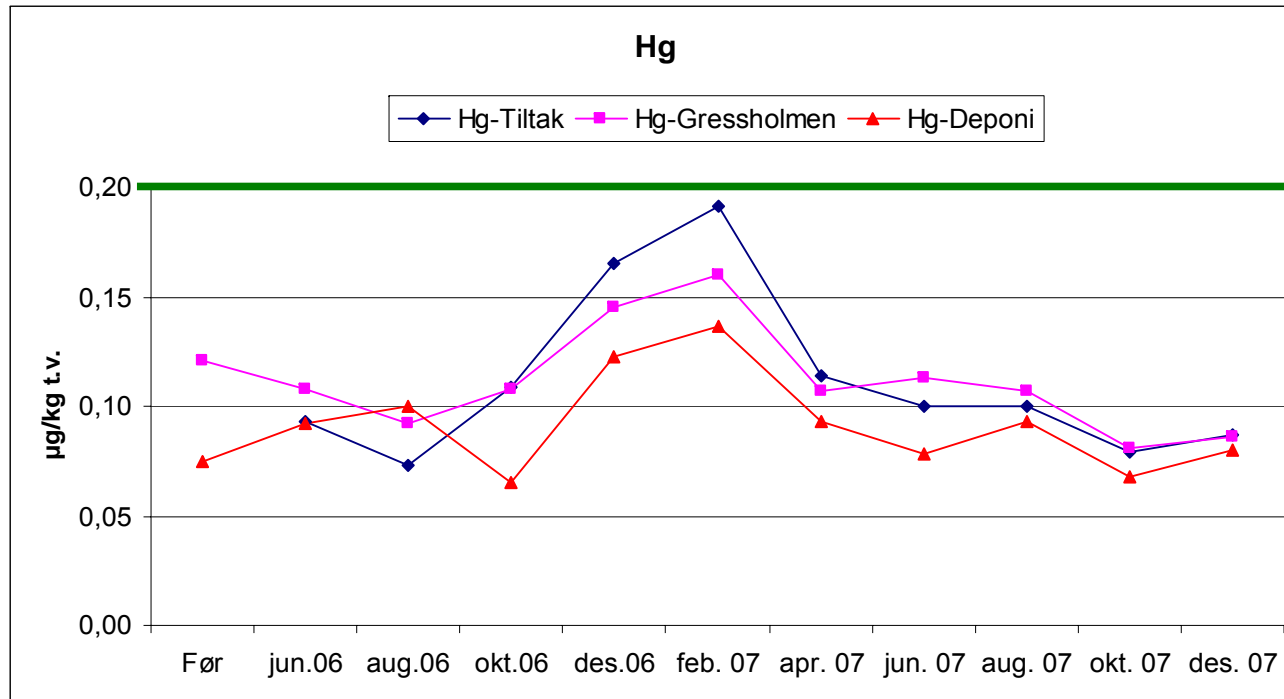
# Kobber (Cu) i blåskjell



## Konklusjoner:

- Laver verdier (klasse I-II) av Cu i alle prøven fra deponiet og Gressholmen
- Tilsvarende ble også funnet for de øvrige metallene (Cd, Pb, Hg, As, Cr)

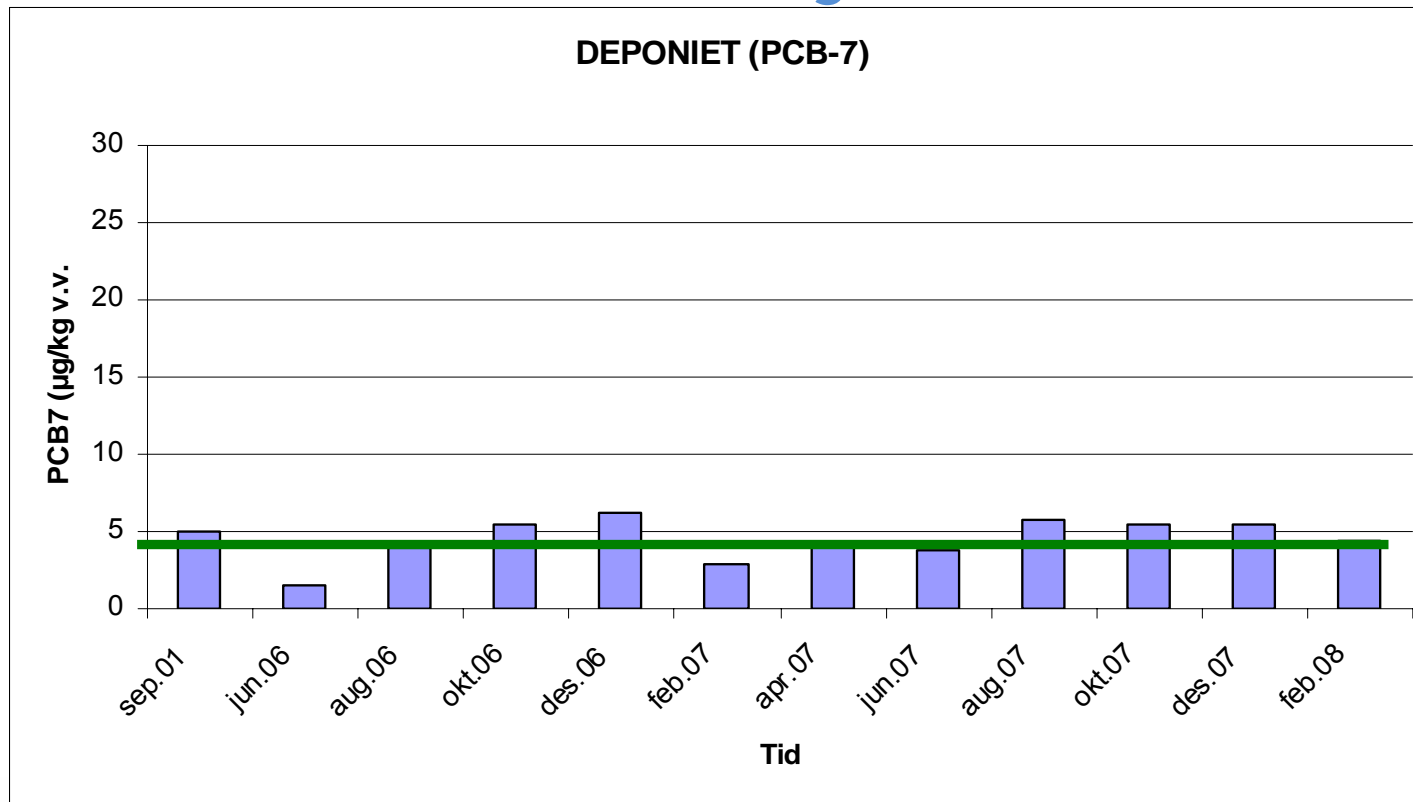
# Kvikksølv (Hg) i blåskjell



## Konklusjoner:

- Laver verdier av Hg i alle prøver fra deponiet

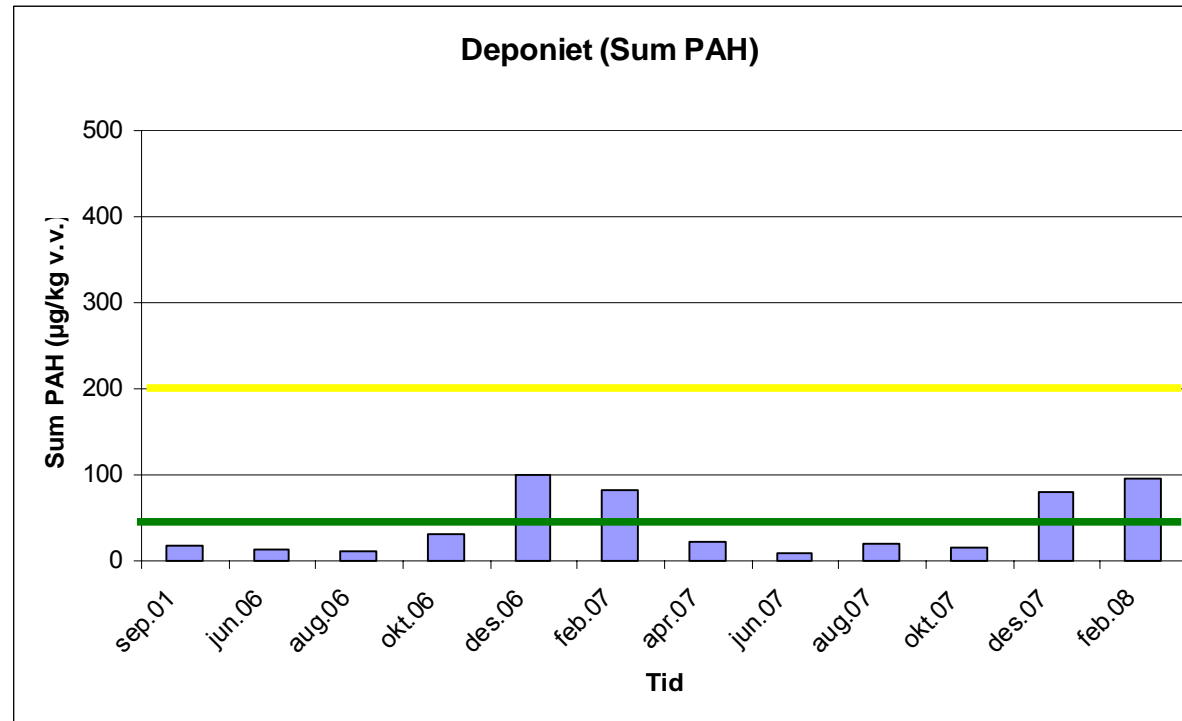
# PCB (polyklorerte bifenyler) i blåskjell



## Konklusjoner:

- Lave PCB-konsentrasjoner i prøver fra deponiet

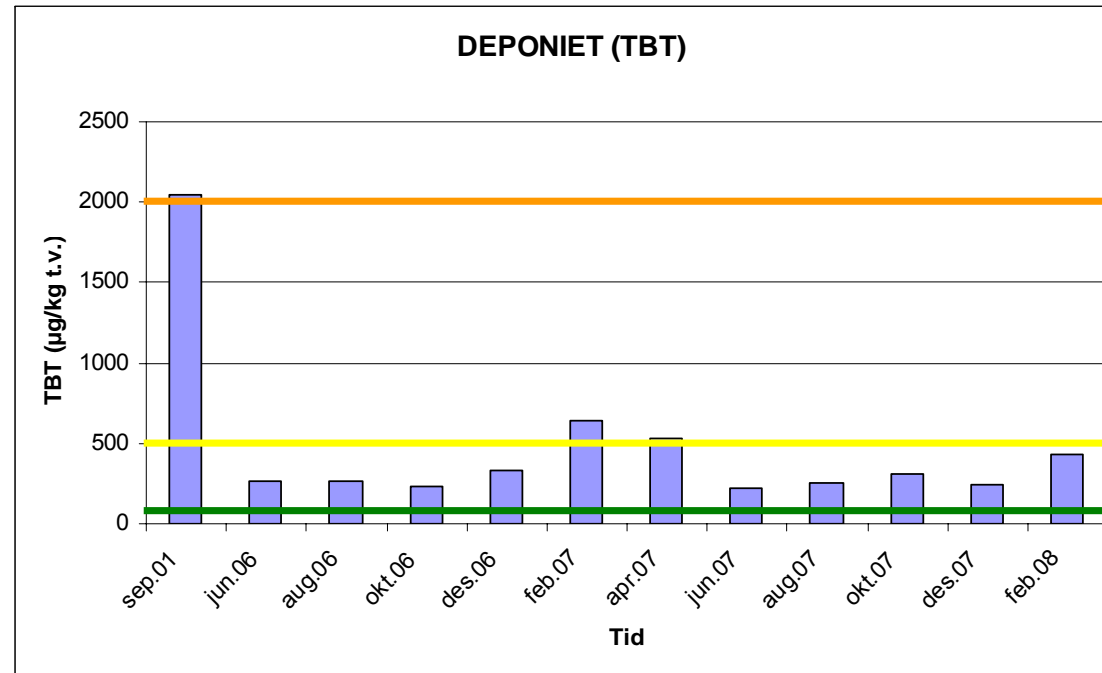
# Tjærestoffer (sum PAH) i blåskjell



## Konklusjoner:

- Relativt lave PCB-konsentrasjoner i prøver fra deponiet

# Tributyltinn (TBT) i blåskjell



## Konklusjoner:

- I hovedsak klasse II
- Konsentrasjonen rundt deponiet er redusert i forhold til tidligere (september 01).



# Hovedkonklusjon

## Miljøgifter i blåskjell fra Bunnefjordens nordområde

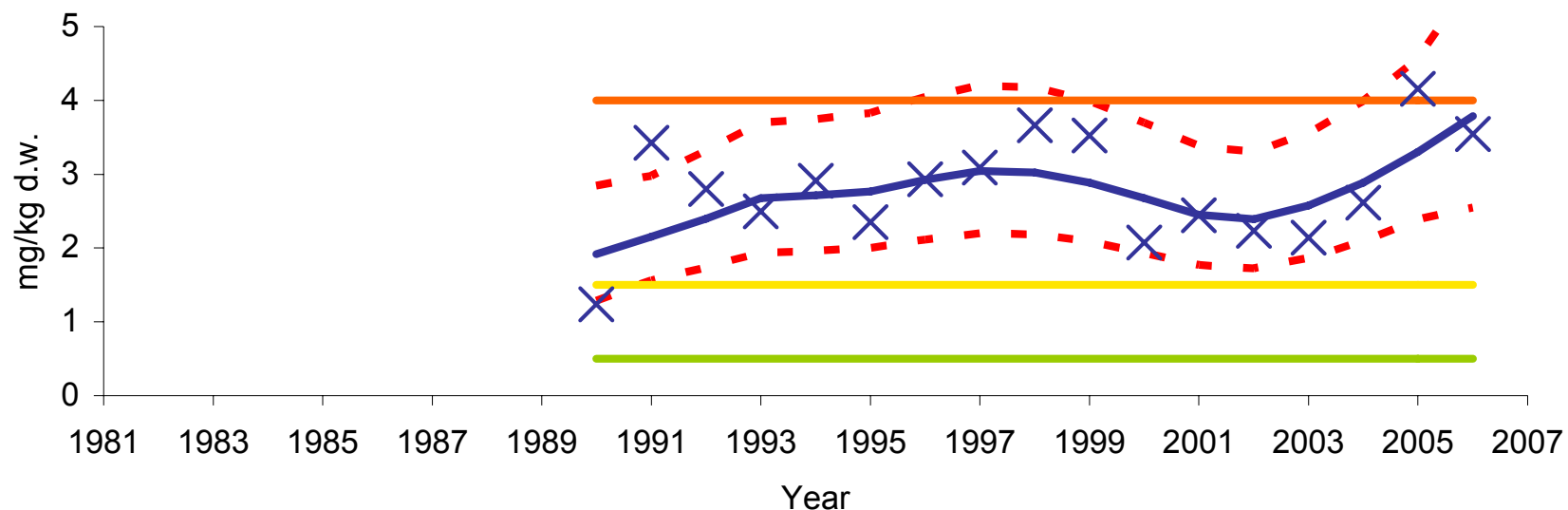
- Miljøgiftkonsentrasjonene var generelt sett lave (dvs. i hovedsak i klasse I-II)

# Miljøgifter i fisk

- Mangelen på lokale data er minst like stor for fisk som for skjell. dvs. at det i hovedsak ikke finnes data fra Bunnefjordsområdet.
- I mangel av noe bedre vises derfor data fra torsk fra et område i nærheten av Steilene.
- Når det gjelder torsk så er denne mobil og representerer et større område.

# PCB i torskelerver fra Steilene

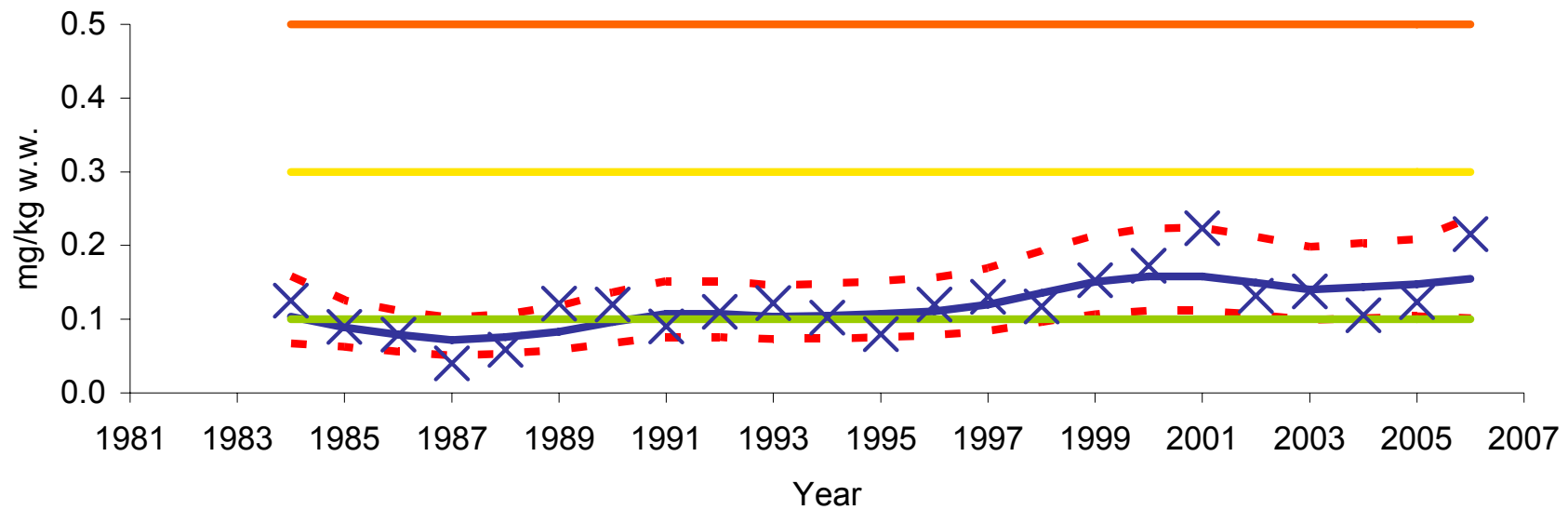
ΣPCB-7, cod liver, 30B Inner Oslofjord



Høye PCB konsentrasjoner i torskelerver

# Kvikksølv i fisk fra Steilene

Hg, cod, small, 30B Inner Oslofjord,



# Kostholdsråd i Oslofjorden

Dagens kostholdsråd er knyttet til forekomst av antropogene miljøgifter (i hovedsak PCB) i sjømat

## Kostholdsråd for indre Oslofjord

- Konsum av ål fanget innenfor Drøbak frarådes
- konsum av lever fra fisk fanget i Oslofjorden innenfor Horten og Jeløya frarådes
- fisk fanget i Oslofjorden innefor Drøbak skal omsettes sløyet og uten lever.

# Anbefalt miljømål –miljøgifter i organismer

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

Tilsvareer høyt ambisjonsnivå i fase 2

## Kommentarer til miljømålene

- Målet om at miljøgiftkonsentrasjonen i organismer ikke skal være noe hinder for yrkesfiske uten omsetningsrestriksjoner (og at dagens kostholdsråd for indre Oslofjord kan sløyfes) ligger langt frem i tid og veien for å nå dette målet er uklart.
- Muligens kan hovedpåvirkningen også ligge utenfor det vi nasjonalt har kontroll over (eksempelvis langtransporterte forurensninger).
- Trolig er første skritt for å nå målet eller vurdere om målet er oppnåelig basert på lokale/nasjonale tiltak at en får et forbedret miljøgiftregnskap for hele indre Oslofjord.

## Kunnskapshull – miljøgifter i fisk

- Det foreligger ingen nyere data for miljøgifter i fisk fra selve Bunnefjorden inkludert Bunnebotn.
- Miljøgiftanalyser bør foretas på fisk (torsk, ål, flatfisk) fra noen få utvalgte områder i Bunnefjordens for å avklare om de nivåer som er observert i Vestfjorden også er representative for Bunnefjorden.



# Miljøgifter:

## Påvirkningsregnskap/kilderegnskap

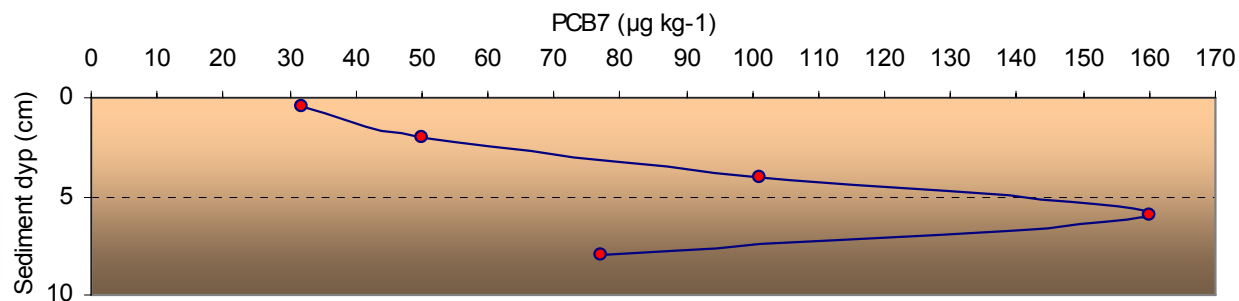
- Kjent og lett tilgjengelig kunnskap om lokale tilførsler til Bunnefjorden er sammenstilt i et miljøgiftregnskap
- Lokale tilførsler er sammenlignet med estimerte bakgrunnstilførsler fra
  - atmosfæren
  - målte tilførsler til sedimentene
  - tilbakespredning fra sedimentene til vannmasser og biota.

# Miljøgiftregnskap for Bunnefjorden

	Cd	Cu	Hg	Pb	PCB	BaP	PAH	TBT
<b><i>Tilførsler totalt til Bunnefjorden m/Bonnebukta (g år-1)</i></b>								
Atmosfærisk	4 221		2 111	211 050	169	2 111	42 210	-
Fra nedbørfeltet	2 150		1 075	107 500	86	1 075	21 500	-
Tette flater, mangler data	-	-	-	-	-	-	-	-
Fra tilstøtende sjøområder	1 100		130	33 200	170	15	2 180	-
Follo RA	180	58 700	40	2 300	10	17	611	-
Veier	417	71 258	68	13 667		24	971	-
Sum identifiserte tilførsler	8 068	129 958	3 424	367 717	434	3 242	67 472	-
<b><i>Arealspesifikke flukser (mg m-2 år-1)</i></b>								
Sum identifiserte tilførsler	0.19	3.08	0.08	8.71	0.010	0.08	1.60	-
"Målt" akkumulering i sediment	0.20	67.86	0.40	32.26	0.0087	0.099	1.32	0.18
Tilførsler i % av "målt" akkumulering	96 %	5 %	21 %	27 %	118 %	78 %	122 %	-
Beregnet utlekking fra sediment	0.00041	0.18	0.00043	0.031	0.00027	0.0022	0.067	0.10
Utlekking i % av "målt" akkumulering	0.2 %	0.3 %	0.1 %	0.1 %	3 %	2 %	5 %	55 %

# Dilemmaer?

- Et viktig miljømål for Bunnefjorden er å bedre oksygenforholdene i dypvannet med påfølgende hurtig rekolonisering med bunndyr.
- Dette vil føre til en 5-10x økt spredning av miljøgifter fra sedimentene under 50 m dyp.



PCB i sedimenter fra Bunnefjorden, 87 m dyp

# Dilemmaer?

- I forhold til avvikling av kostholdsradene vil det derfor være en fordel om oksygenforholdene forble dårlige i ytterligere 10-30 år
- I løpet av et slikt tidsrom vil naturlig overdekking med dagens relativt rene partikler medføre at sedimentlagene med høye konsentrasjoner av PCB begravnes til dyp utenfor rekkevidde av de fleste sedimentlevende organismer.

# Kunnskapshull

- **Bedre kildekartlegging** vil kunne avdekke flere punktkilder i nedbørfeltet der tiltak vil kunne iverksettes for å redusere tilførslene fra land.
- Tilførslene av miljøgifter fra **tette flater** må forbedres.
- Verdiene for **tilførslene fra atmosfæren** direkte til Bunnefjorden og indirekte via nedbørfeltet er usikre og må forbedres.
- Bedre data **for retensjonen i nedbørfeltet** ?
- **Sedimentfeller** utplassert i Bunnefjorden og datering av sedimentkjerner ville bidra til å gi et langt sikrere estimat for totale tilførsler.

# Dette er slutten

