



Norsk institutt for vannforskning

NOTAT

(Oppdrags nr. O-27476)

Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord

Pr. april, 2008



Utarbeidet av John Arthur Berge

11. august 2008

Innhold

1. Bakgrunn	3
2. Kort om metoder	4
2.1 Innsamlingsområdene	4
2.2 Analyseparametere	6
3. Resultater	7
3.1 Tiltak-/mudringsområdet	7
3.2 Gressholmen	15
3.3 Deponiområdet	22
3.4 Avstandsgradienter	30
4. Konklusjoner	35
5. Referanser	36
6. Vedlegg	37
6.1 Rådata fra analyse av skjell innsamlet i april 2008	37

1. Bakgrunn

Det gjennomføres tiltak mot forurensede sedimenter for å bedre miljøtilstanden i indre Oslofjord. Disse arbeidene innebærer blant annet mudring av rene og forurensede masser fra Oslo havn. De rene massene brukes i størst mulig grad til overdekking av forurensede sedimenter og de forurensede massene deponeres på ca 70 m dyp ved Malmøykalven. I forbindelse med arbeidene er det to miljøaspekter en ønsker informasjon om. Det ene er knyttet til utføringen av anleggsarbeidet, altså om anleggsarbeidet foregår uten unødvendig belastning på miljøet, og det andre er å dokumentere at tiltakene fører til en bedring av miljøet på sikt.

I denne sammenheng har NIVA siden juni 2006 gjennomført en overvåking av organismer (blåskjell, fisk og reker) på kontrakt fra SFT (kontrakt nr 5007186 gjeldende fra 1. august 2007).

Overvåkingen har to mål/tilnæringer:

- Intensiv (kortvarig) overvåking av miljøtilstanden (med fokus på miljøgifter i organismer) med tidsramme innenfor anleggsperioden (2 år) i Oslo havn.
- Langsiktig overvåking (innenfor 6-7 år) av miljøtilstanden i indre Oslofjord med fokus på miljøgifter i organismer. Overvåkingen skjer i begynnelsen av, umiddelbart etter og noen år etter at miljøtiltakene er avsluttet.

I den første tilnærmingen ser man etter et signal på økt belastning av miljøgifter i blåskjell med jevne mellomrom (annenhver måned) i anleggsperioden. I den andre tilnærmingen undersøker man eventuelle endringer (bruk av statistikk) i miljøgiftinnholdet i blåskjell, fisk og reker, over et lengre tidsperspektiv.

Oppsummeringer av resultatene fra den intensive overvåkingen inkludert prøvene fra oktober 2007 er tidligere overlevert SFT i form av 6 notater (Ruus 2007, Berge 2007a og b, Berge 2008a, b og d) og en rapport (Berge et al., 2008c)

I dette notatet presenteres resultatene fra den intensive/kortvarige overvåking av miljøgifter i blåskjell basert på prøvene innsamlet i april 2008 (innsamlingen ble foretatt 16.04.2008). Resultatene sammenstilles også med tilsvarende undersøkelser i 2006, 2007 og fra perioden før tiltaksarbeidet startet.

2. Kort om metoder

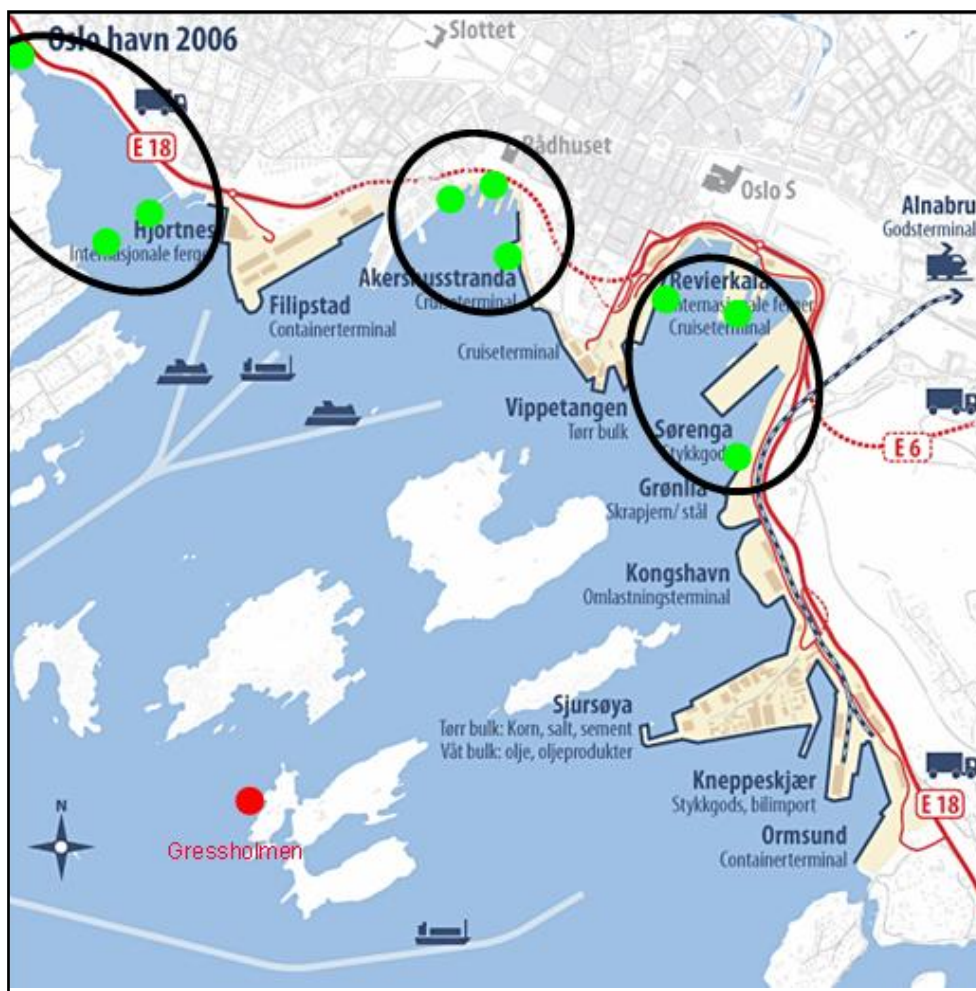
2.1 Innsamlingsområdene

Blåskjell samles fra naturlige populasjoner i nærheten av tiltaks/mudrings- og deponeringsområdene annenhver måned i anleggsperioden (2 år). Innsamlingen av blåskjell som det her rapporteres fra ble foretatt 16.04.2008.

I mudringsområdet samles skjell fra 3 områder (som samsvarer med stasjonene i en større undersøkelse i 1997-1998; Knutzen et al. 1999):

- Rådhuskaia/Pipervika.
- Frognerkilen.
- Bispevika/Bjørvika

Innenfor hvert av disse områder samles skjell fra 3 punkter. Punktene plassering ses i **Figur 1**.

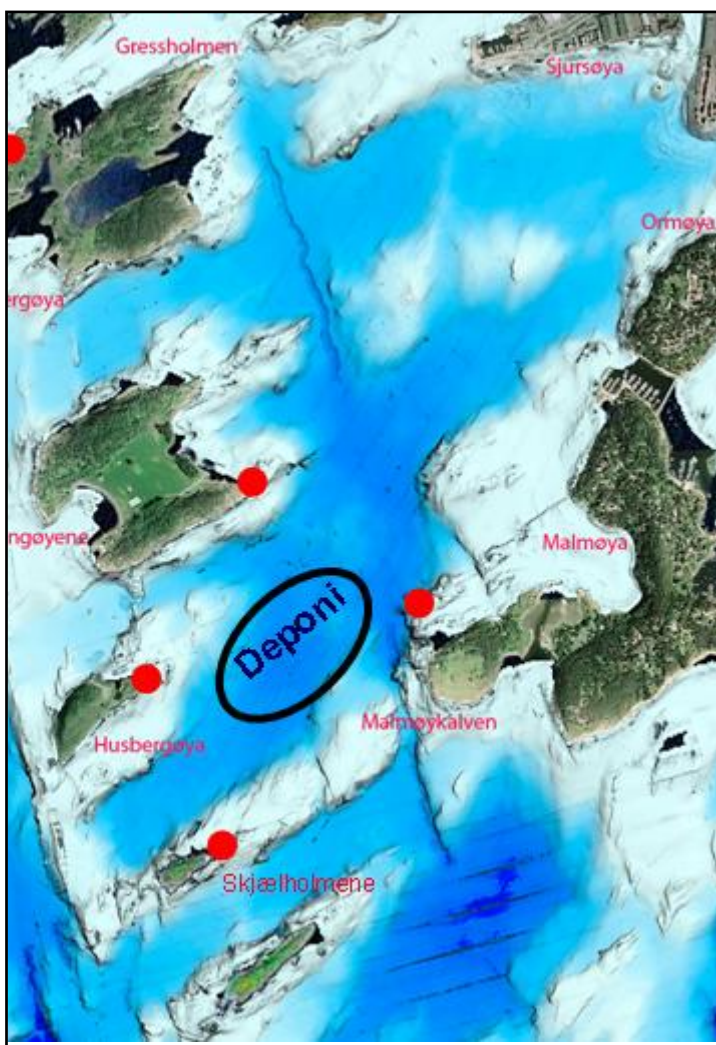


Figur 1. Kart som viser områder/stasjoner for innsamling av blåskjell i tiltaks/mudrings-områdene i indre havn og på Gressholmen. Innsamlingspunktene i indre havn ligger i 3 områder (innringet). Innenfor hvert av disse 3 områdene innsamles skjell fra 3 nærliggende lokaliteter. Innsamlingspunktet på Gressholmen er markert med en rød prikk.

Fra hvert område som er innringet i **Figur 1** samles 30 skjell ved hver prøvetaking. En delprøve fra hver av de 3 områdene tas ut til en blandprøve som analyseres. Det resterende av prøvene lagres for eventuelt senere analyse av skjell fra individuelle stasjoner.

Videre samles skjell inn på fire stasjoner rundt deponeringsområdet. Disse samsvarer med stasjoner som ble benyttet i en undersøkelse i 2001 (Berge, 2001, se også **Figur 2**):

- Langøya
- Husbergøya
- Malmøykalven
- Skjælholmene



Figur 2. Kart som viser stasjoner for innsamling av blåskjell rundt deponiet og på Gressholmen (Illustrasjonsgrunnlag:NGU).

På samme måte som i mudringsområdet samles 30 skjell fra hver stasjon rundt deponiet ved hver prøvetaking. En delprøve fra hver av de 4 stasjonene tas ut til en blandprøve som analyseres. Det resterende av prøvene lagres for eventuelt senere analyse av skjell fra individuelle stasjoner.

Det samles også skjell fra et område (Gressholmen) som ligger mellom i tiltaks/mudrings-områdene og deponiområdet (se **Figur 1** og **Figur 2**). Skjell fra Gressholmen har i annen sammenheng vært overvåket over lang tid (JAMP-stasjon 30A). Skjell fra Gressholmen analyseres som én prøve.

Innsamlingsstrategien gjør at en for hvert innsamlingstidspunkt får data fra 3 prøver.

1. Tiltak-/mudringsområdet (Rådhuskaia/Pipervika, Frognerkilen, Bispevika/Bjørvika)
2. Gressholmen
3. Deponiet (Langøya, Husbergøya, Malmøykalven, Skjælholmene)

2.2 Analyseparametere

De kjemiske parametrene som analyseres/rapporteres er følgende:

- Metaller: Hg, Cd, Pb, Cu, As, Cr
- Tinnorganiske forbindelser: TBT, DBT, MBT, TPhT, DPhT, MPhT
- PCB (Sum PCB₇) (og andre klororganiske forbindelser, se vedlegg)
- PAH (Sum PAH, sum KPAH)

I beregning av sumPCB₇ inngår følgende polyklorerte bifenyler: 28,52,101,118,138,153 og 180.

I beregning av sum PAH inngår her følgende komponenter: Acenaftylen, acenaften, fluoren, dibenzotiofen, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, benzo(k) fluoranten, benzo(e)pyren, benzo(a)pyren, perylen, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(ac+ah)antrac, benzo(ghi)perylene, benzo(b+j)fluoranten og chrysen.

I beregningen av SUM KPAH inngår summen av benz(a)antracen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenz(a,c+a,h)antracen. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige kreftframkallende).

3. Resultater

3.1 Tiltak-/mudringsområdet

Figur 3 til **Figur 14** viser konsentrasjoner av de ulike kjemiske parametrene i blåskjell fra tiltak/mudringsområdet. Figurene viser prøver tatt frem t.o.m. april 2008 (rådata for april 2008 resultatene finnes i vedlegg).

Konsentrasjoner av metaller, TBT og TPhT er i figurene oppgitt som **mg/kg tørrvekt**, mens de organiske forbindelsene er gitt som **µg/kg våtvekt**. Grensene for SFTs tilstandsklasser er også angitt (Molvær et al. 1997) i figurene på følgende måte:

- Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
- Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset
- Over gul strek/under oransje strek: Kl. III, Markert forurenset
- Over oransje strek/under rød strek: Kl. IV, Sterkt forurenset
- Over rød strek: Kl. V, Meget sterkt forurenset

For alle metallene unntatt arsen var de observerte konsentrasjonene i april 2008 noe lavere enn det som ble observert i februar 2008. Arsenkonsentrasjonen var imidlertid ubetydelig høyere.

I hele overvåkingsperioden har det vært relativt lave konsentrasjoner av alle metaller (dvs. klasse I eller II) (se **Figur 3** til **Figur 8**). Kobber (**Figur 4**) og bly (**Figur 6**) har omtrent i hele observasjonsperioden ligget i klasse II, mens de øvrige metallene i hovedsak har ligget i tilstandsklasse I (**Figur 3**, **Figur 5**, **Figur 7**, **Figur 8**).

Klassifisering basert på observerte konsentrasjoner av metaller fra skjell tatt i tiltaks-/mudringsområde i april 2007 ga følgende resultat.

April 08

Pb, Cu, As: Moderat forurenset

Cd, Hg, Cr: Ubetydelig/lite forurenset

Resultatet av klassifiseringen er den samme som i februar 2008.

PCB-konsentrasjonen som ble observert i april 2008 lå svakt lavere enn det som ble observert på de 5 foregående målingene (**Figur 9**) og omtrent i samme nivå som ett år tidligere (april 2007). Det ble fra oktober 2007 til april 2008 oppservert en nedadgående trend i PCB konsentrasjonen (**Figur 9**).

Resultater fra analyse av DDD og DDE (nedbrytningsproduktene av DDT) viser at nivået som er observert er ikke spesielt høyt og nivået som ble observert i april 2008 er det laveste som er registrert i hele observasjonsperioden (**Figur 10**).

Konsentrasjonen av sum PAH har vist en stigende tendens på de 4 siste innsamlingene (oktober 2007 til april 2008) og observasjonen i april 2008 var den høyeste som er registrert i i hele observasjonsperioden (**Figur 11**).

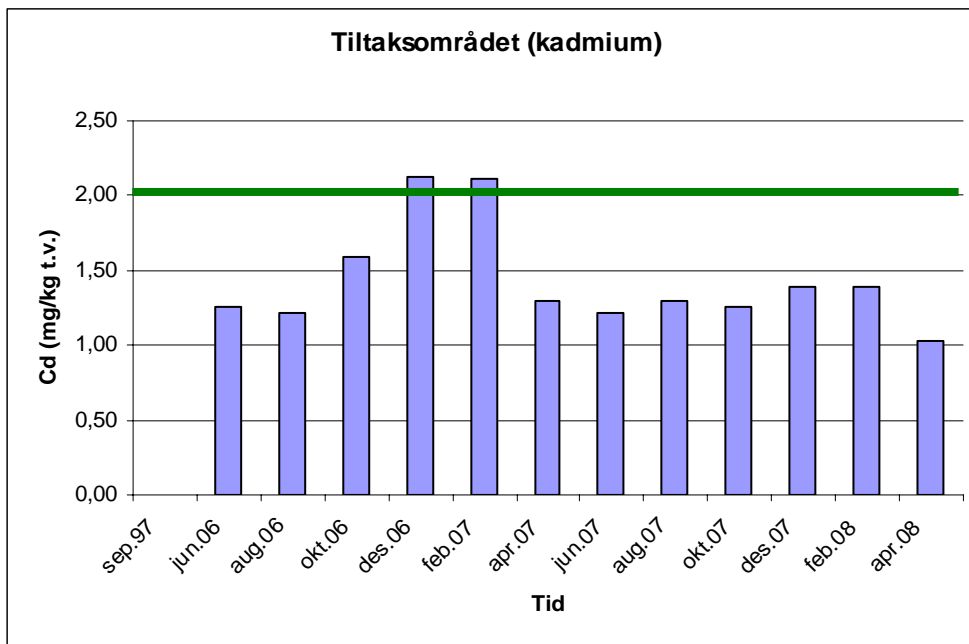
Observasjonene av de kreftfremkallende PAH-komponentene (**Figur 12**) har tidligere variert omtrent tilsvarende det som ble observert for sum PAH (**Figur 11**), men økningen som ble observert fra februar 08 til april 08 for sum PAH (**Figur 11**) ble ikke fulgt opp av en tilsvarende økning for sum KPAH (**Figur 12**): Dette skyldes at de PAH komponentene som bidro til konsentrasjonsøkningen av

sum PAH var acenaftylen, acenaften, fluoren, dibenzotiofen, fenantren, antracen, fluoranten, pyren som ikke inngår i sum KPAH.

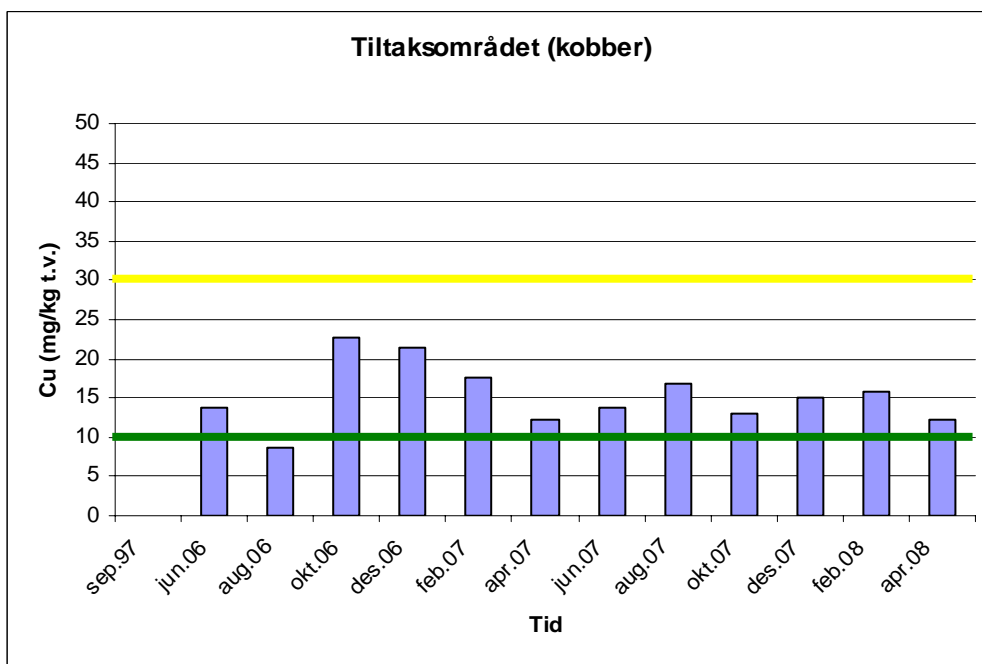
Klassifisering basert på observerte konsentrasjoner av sum PAH og KPAH i skjell tatt i tiltaks-/mudringsområdet i april 2008 viser at skjellene var markert forurenset.

Konsentrasjonen av TBT var ubetydelig lavere enn forutgående måling i februar 2007. Tidligere TBT-observasjoner har imidlertid vist en svakt nedadgående trend fra april 2007 og frem til desember 2007 (**Figur 13**). Resultatene fra prøven fra desember 2007 frem til april tyder på at TBT nivået har stabilisert seg på ca 1000 µg/kg t.v. (**Figur 13**). Konsentrasjonsnivået av TBT som ble observert i april 2008 kunne karakteriseres som markert forurenset av tributyltinn (TBT) dvs. tilsvarende som de 5 forutgående målingene (**Figur 13**).

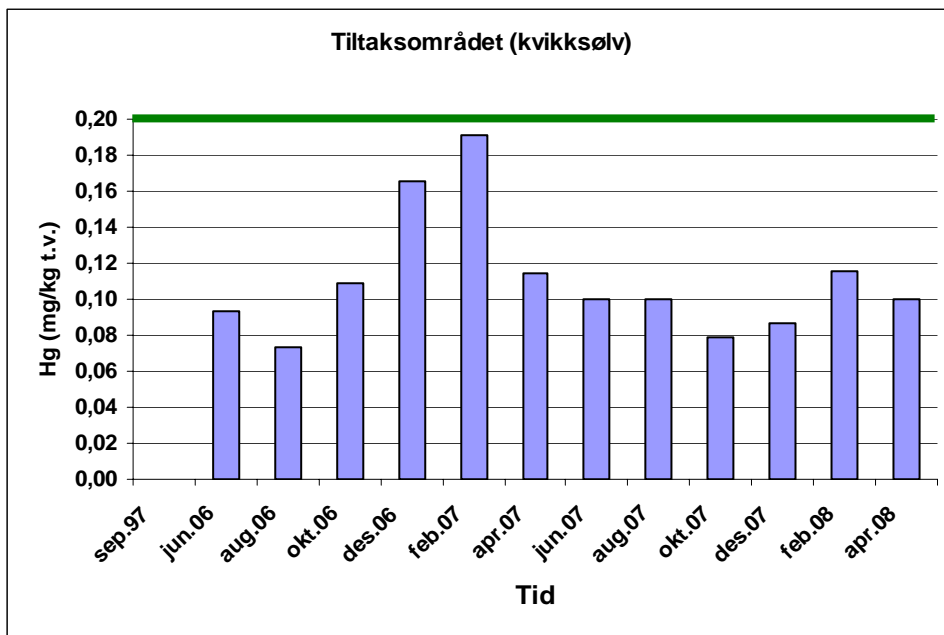
Konsentrasjonen av trifenylytinn (TPhT) var i april 2008 litt lavere enn ved målingen i februar 2007, men klart høyere enn ett år tidligere (**Figur 14**).



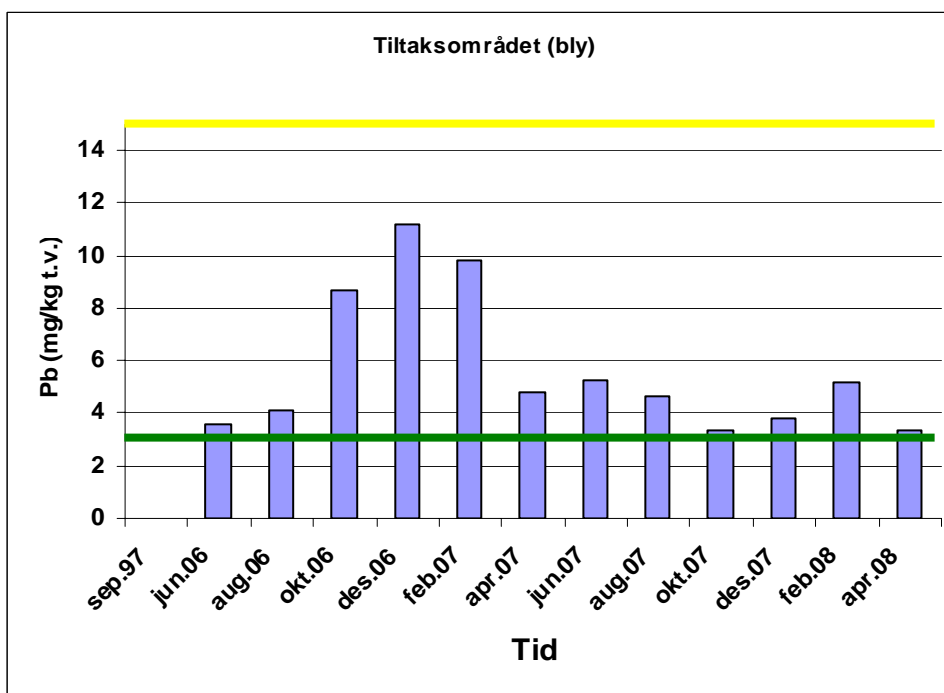
Figur 3. Kadmium (Cd), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



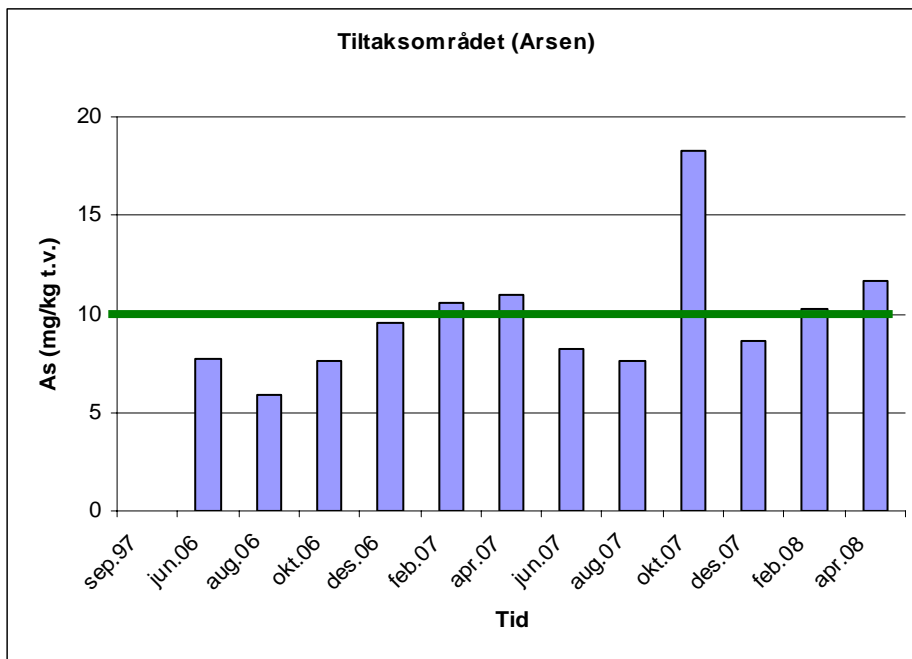
Figur 4. Kobber (Cu), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset
 Over gul strek: Kl. III, Markert forurenset



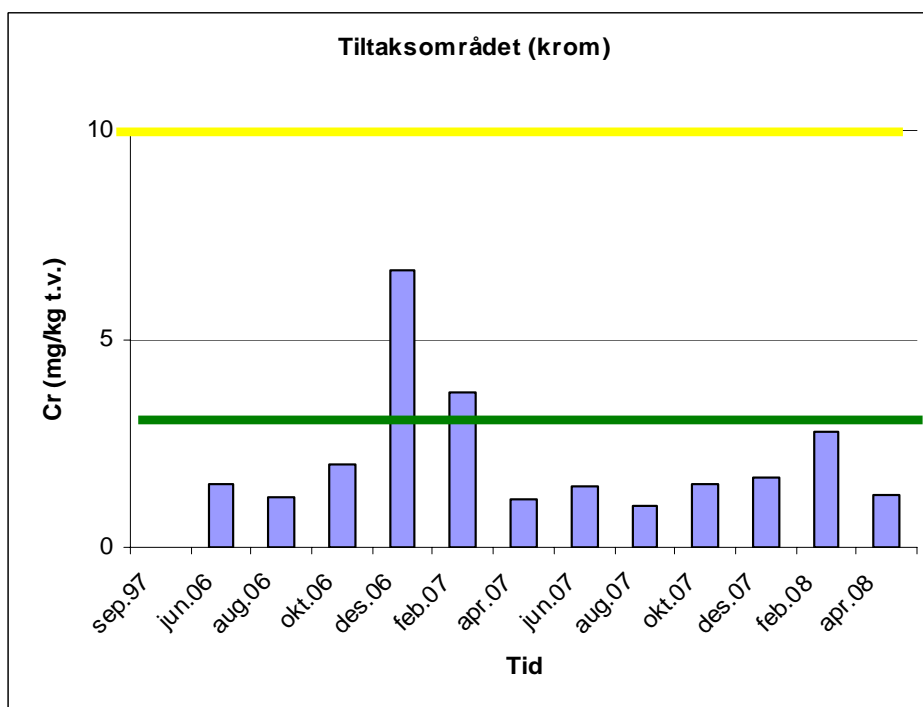
Figur 5. Kvikksølv (Hg), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset



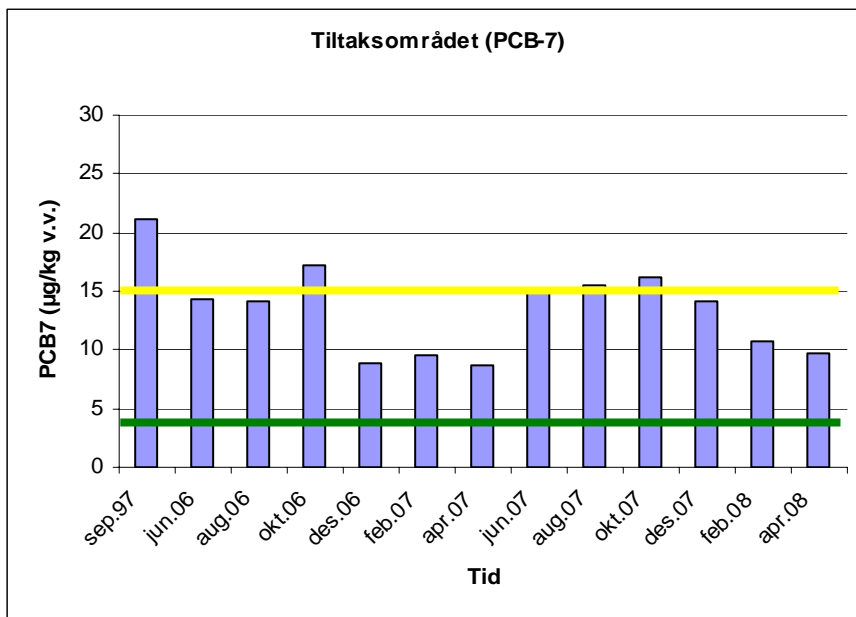
Figur 6. Bly (Pb), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 7. Arsen (As), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 8. Krom (Cr), tiltaks-/mudringsområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 9. PCB-7, mudringsområdet.

Under grønn strek:

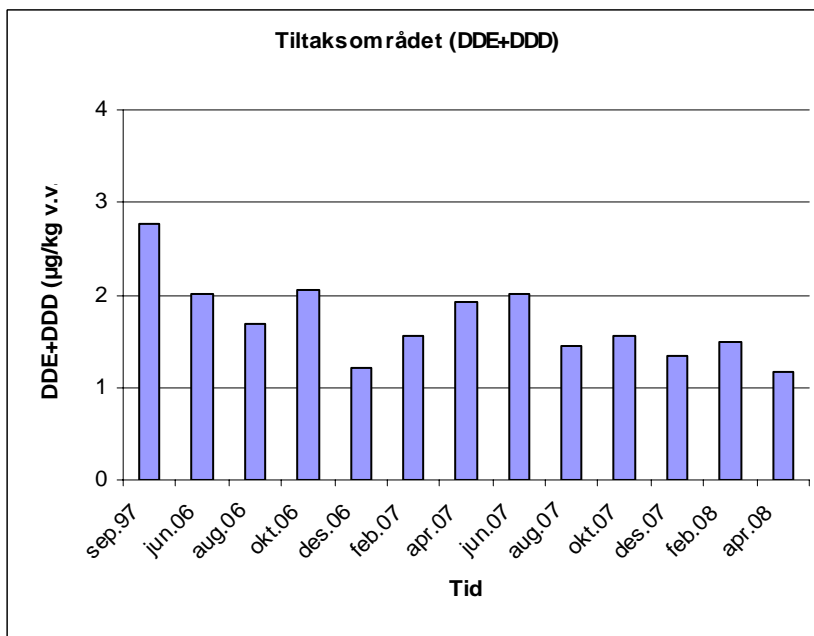
Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

Over grønn strek/under gul strek:

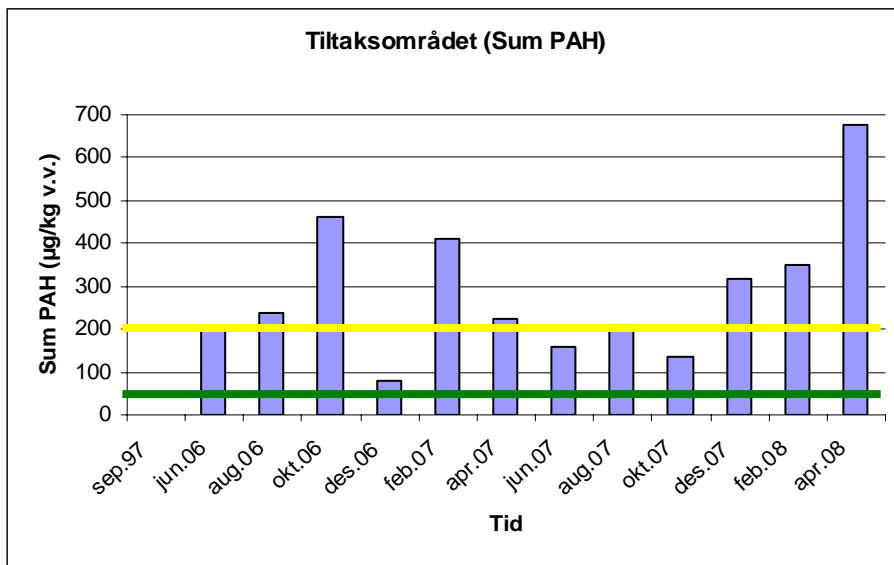
Kl. II, Moderat forurenset

Over gul strek:

Kl. III, Markert forurenset

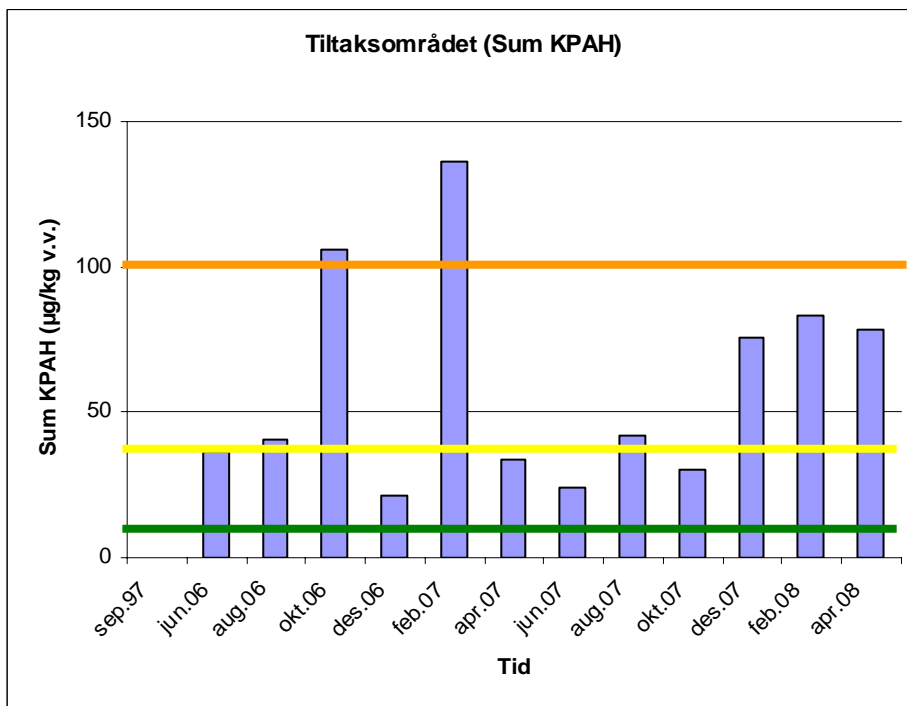


Figur 10. Summen av DDE og DDE, mudringsområdet. DDE og DDD inngår ikke i SFTs klassifiseringssystem.



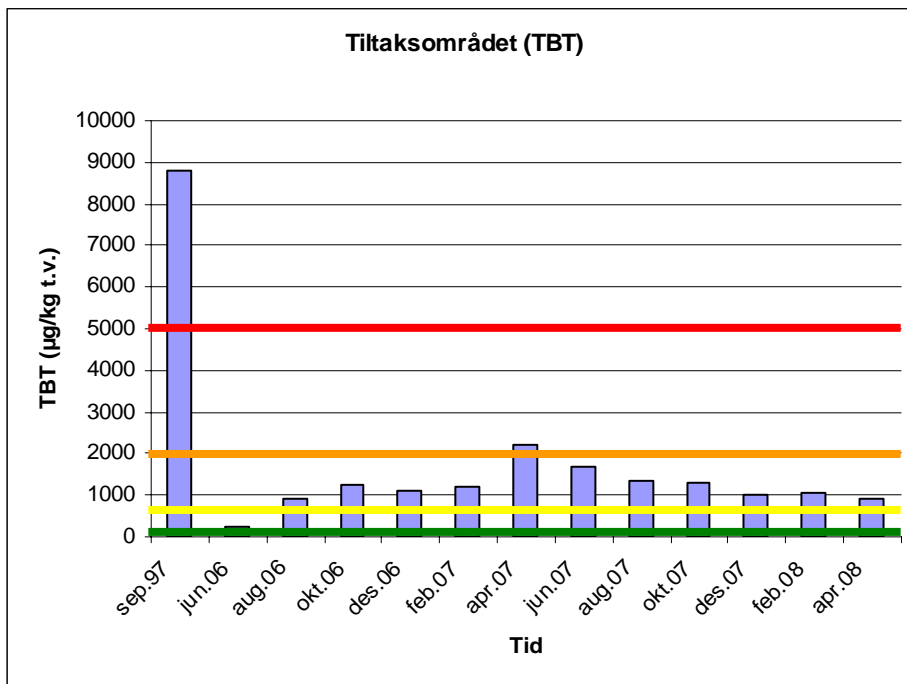
Figur 11. Sum PAH, tiltaks-/mudringsområdet.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset
 Over gul strek: Kl. III, Markert forurenset



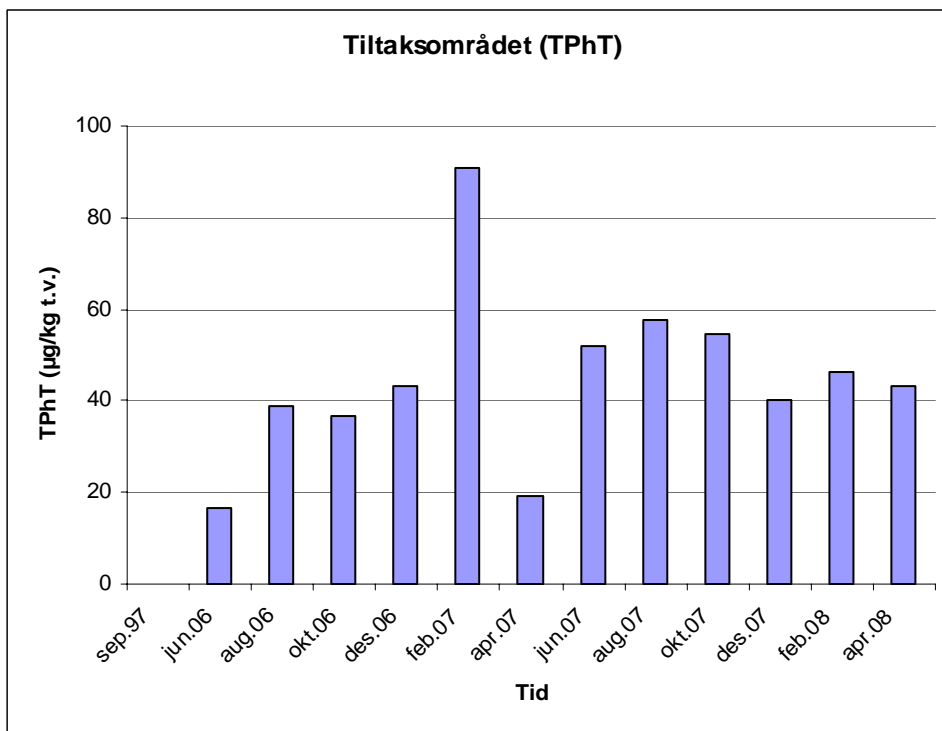
Figur 12. Sum KPAH, tiltaks-/mudringsområdet.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset
 Over gul strek: Kl. III, Markert forurenset
 Over oransje strek: Kl. IV, Sterkt forurenset



Figur 13. Tributyltinn (TBT), tiltaks-/mudringsområdet.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek/under gul strek: Kl. II, Moderat forurenset
 Over gul strek/under oransje strek: Kl. III, Markert forurenset
 Over oransje strek/under rød strek: Kl. IV, Sterkt forurenset
 Over rød strek: Kl. V, Meget sterkt forurenset



Figur 14. Trifenylyltinn (TPhT), tiltaks-/mudringsområdet. TPhT inngår ikke i SFTs klassifiseringssystem.

3.2 Gressholmen

I **Figur 15** til **Figur 26** vises konsentrasjoner av de ulike kjemiske parametrene i blåskjell fra Gressholmen til og med april 08 (rådata for april 2008 finnes i vedlegg).

For alle metallene ble det observert lave konsentrasjoner i april 2008 og alle verdier med unntak av arsen lå under det som anses som bakgrunnsverdier (dvs. under øvre grense for klasse I). Med unntak av arsen ble det også observert en konsentrasjonsnedgang fra februar 2008 til april 2008.

Klassifisering basert på observerte konsentrasjoner av metaller fra skjell tatt på Gressholmen i desember 2007 ga følgende resultat.

April 2008

As: Moderat forurenset
Cd, Hg, Cr, Cu, Pb: Ubetydelig/lite forurenset.

Konsentrasjonen av PCB viste fra oktober 2007 til februar 2008 en nedadgående trend (**Figur 21**). Denne tendensen fortsatte ikke og konsentrasjonen i april 2008 var ubetydelig høyere enn i februar samme år (**Figur 9**). Konsentrasjonen av PCB fra Gressholmen har svingt med maksimumsverdier i august 2006, februar 2007 og i oktober 2007 (**Figur 21**). I hele observasjonsperioden med unntak av en veldig lav verdi i juni 2006 har imidlertid skjellene kunne klassifiseres som moderat forurenset (klasse II) med PCB. Konsentrasjonen av PCB ved Gressholmen har i hele observasjonsperioden ligget noe lavere enn det som ble observert i tiltaks-/mudringsområdet på samme tidspunkt (**Figur 9**).

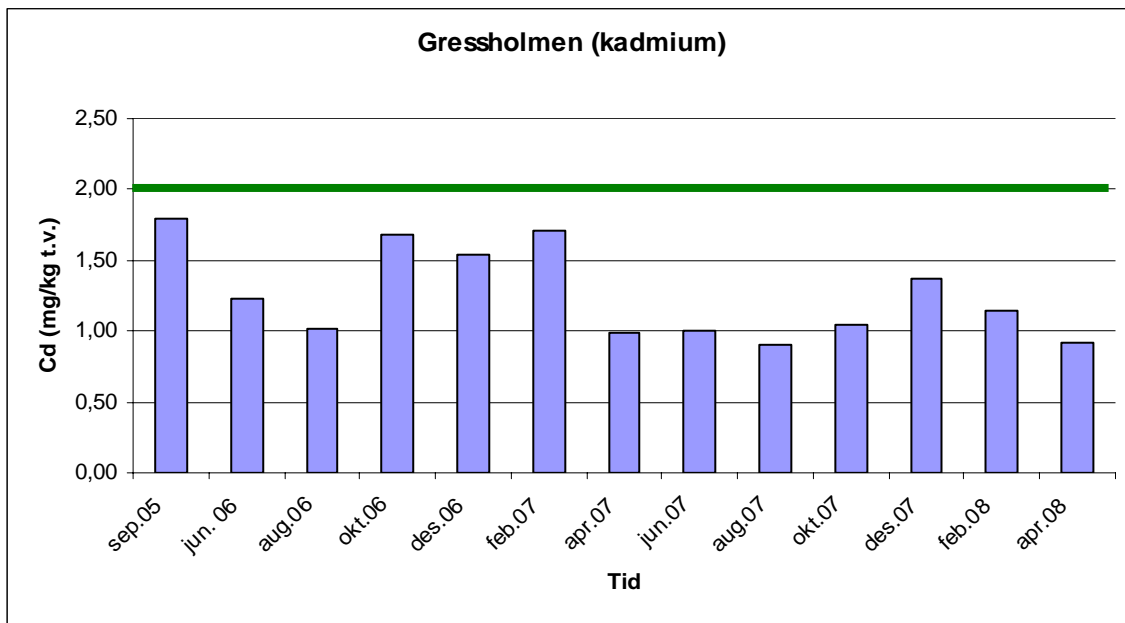
Konsentrasjonen av DDD og DDE (nedbrytningsproduktene av DDT) i skjellene fra februar 2008 var til sammen omtrent som observert ved foregående innsamling (**Figur 22**). Forekomsten av DDD og DDE var ikke spesielt høy (**Figur 22**) og lavere enn i tiltaks-/mudringsområdet (**Figur 10**).

Konsentrasjonen av PAH i skjellene viste en stigende tendens fra oktober 2007 til februar 2008, men denne tendensen fortsatte ikke frem til april 2008 (**Figur 23**) og avvek dermed fra det som ble observert i tiltaksområdet (**Figur 11**).

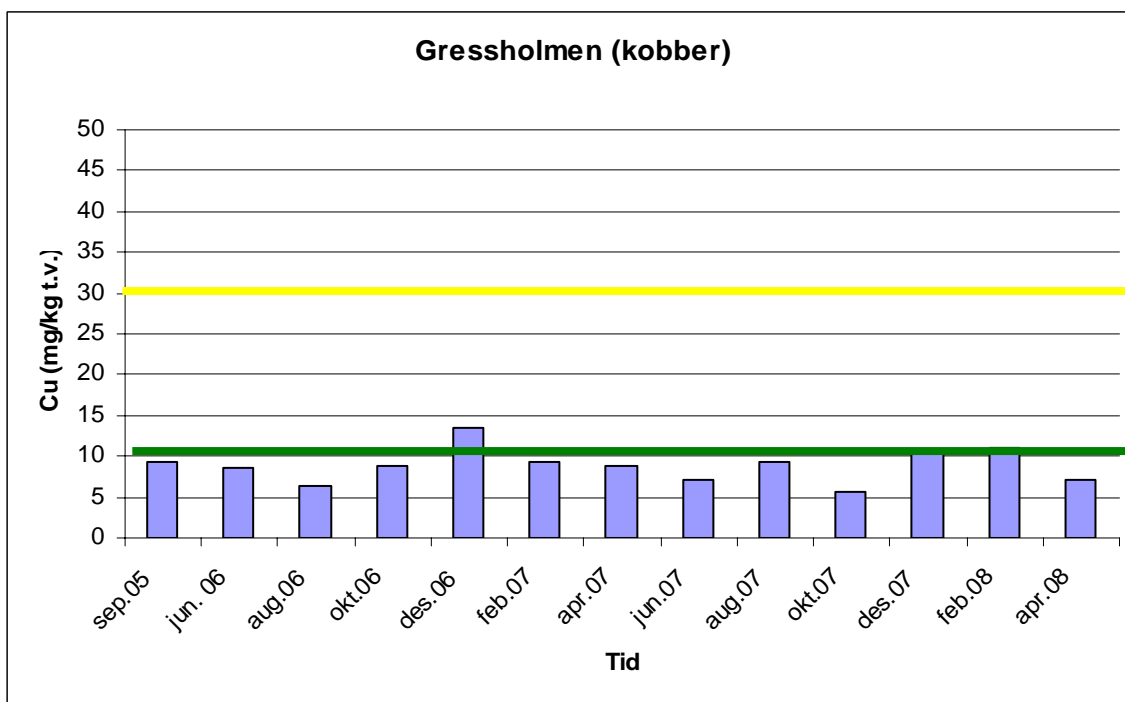
Observasjonene av de kreftfremkallende PAH-komponentene (**Figur 24**) varierte omtrent tilsvarende det som ble observert for sum PAH. Skjellene innsamlet i april 2008 kunne klassifiseres som moderat forurenset med sum PAH (**Figur 23**) og KPAH (**Figur 24**). I hele observasjonsperioden har konsentrasjonen av PAH ved Gressholmen ligget lavere enn det som ble observert i tiltaks-/mudringsområdet på samme tidspunkt (**Figur 11**).

Skjellene innsamlet i april 2008 inneholdt omtrent samme konsentrasjon med TBT som ved forutgående måling og kunne klassifiseres som moderat forurenset med TBT (**Figur 25**). Konsentrasjonen av TBT i skjell fra Gressholmen har med unntak av en noe høy observasjon i februar 2007 vært relativt stabil.

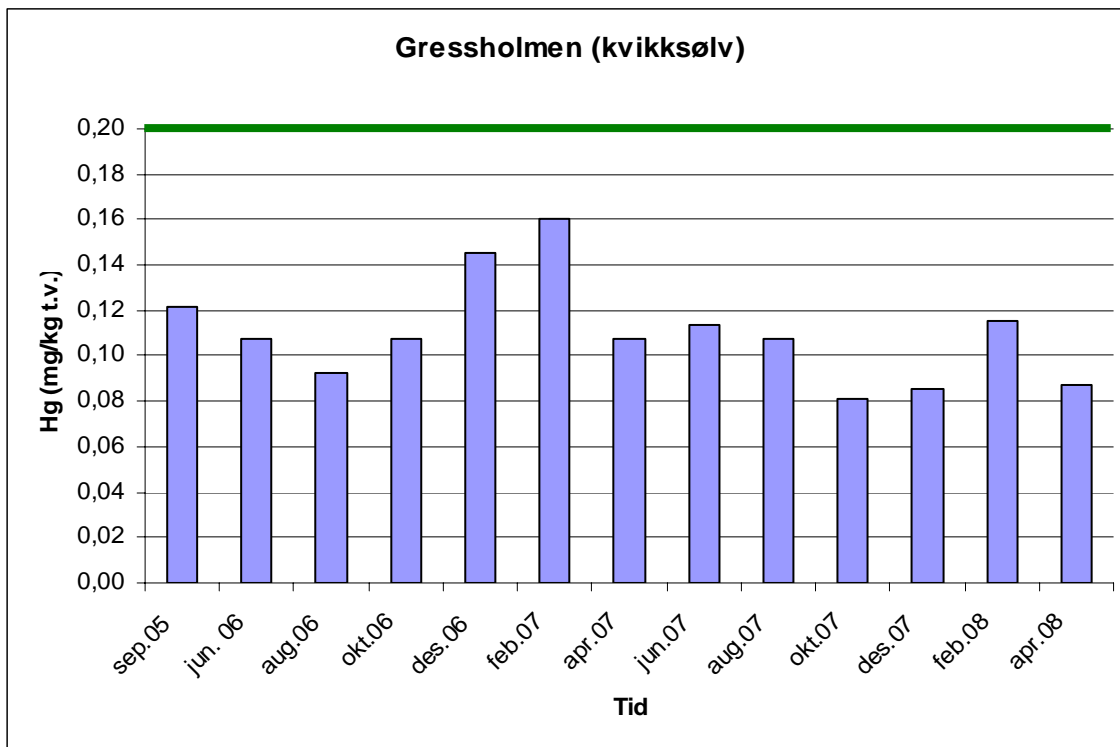
Forekomsten av trifenylytinn har også holdt seg relativt konstant i perioden desember 06 til april 08 (**Figur 26**).



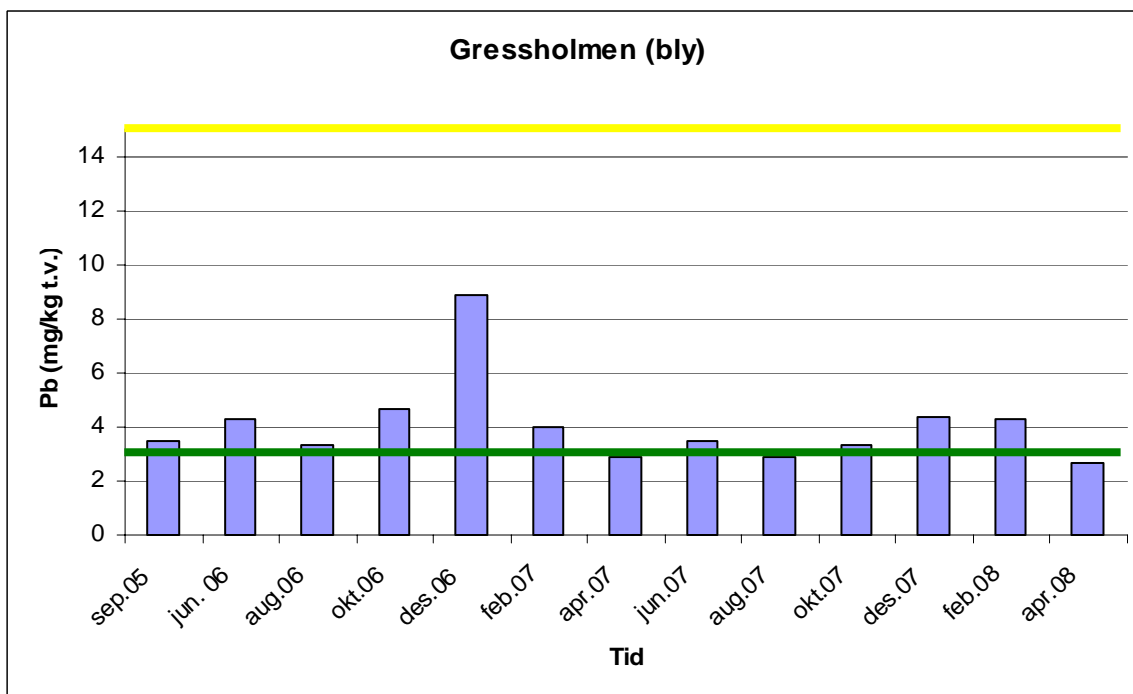
Figur 15. Kadmium (Cd), Gressholmen.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset



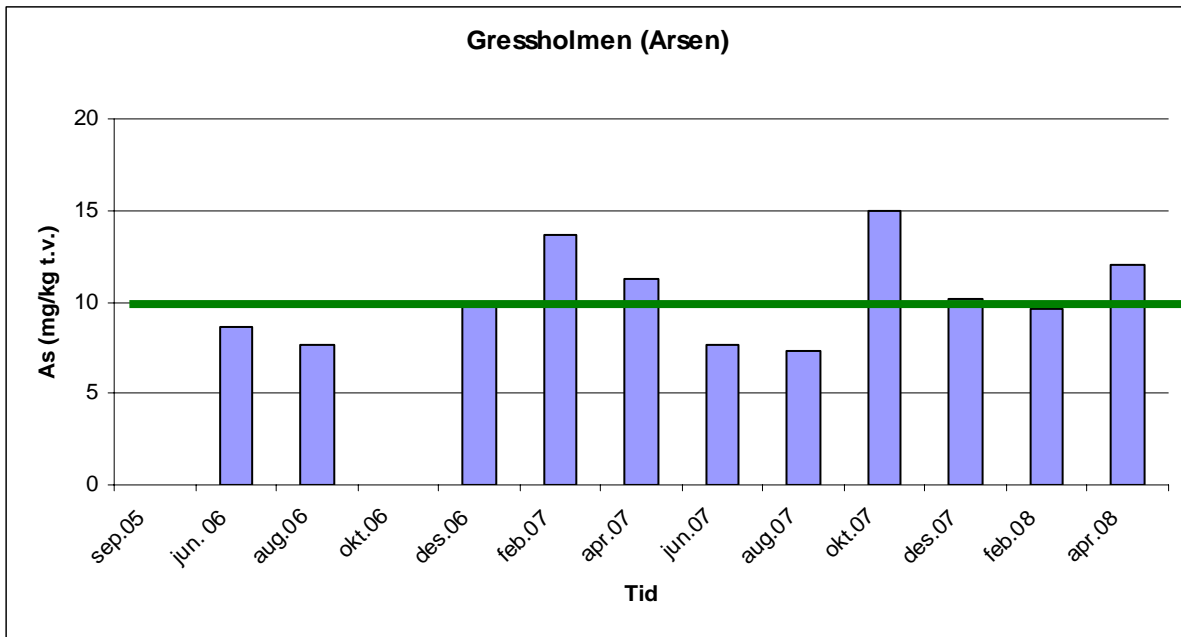
Figur 16. Kobber (Cu), Gressholmen.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 17. Kvikksølv (Hg), Gressholmen.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset



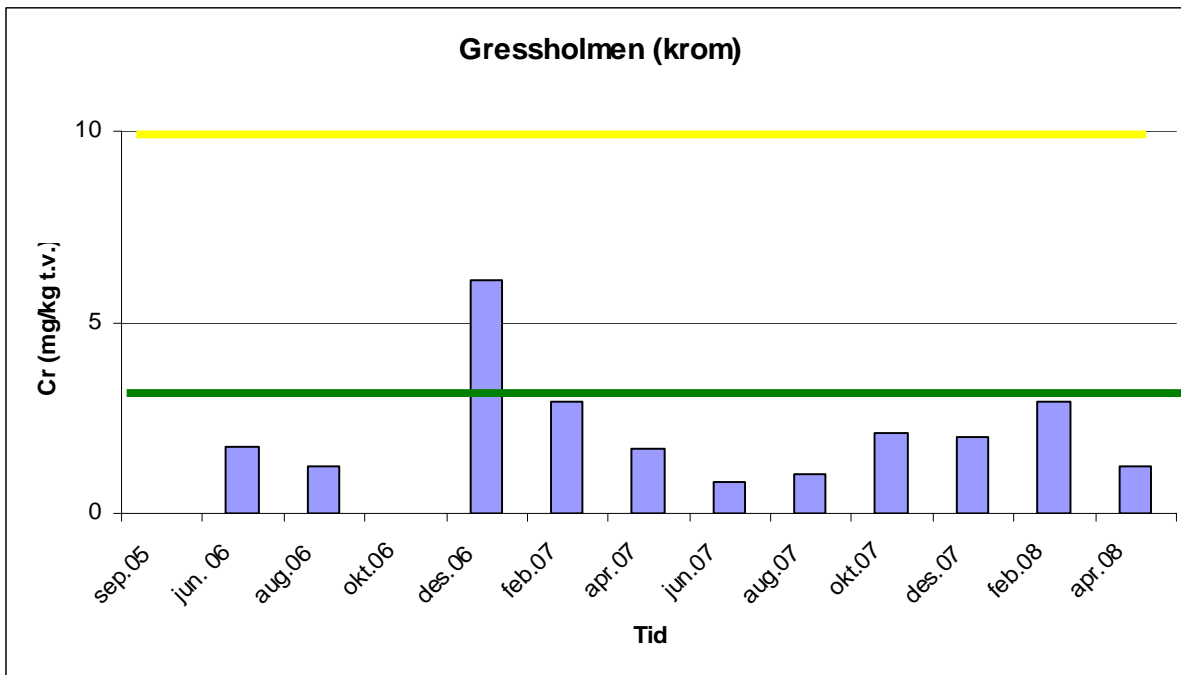
Figur 18. Bly (Pb), Gressholmen.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 19. Arsen (As), Gressholmen.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

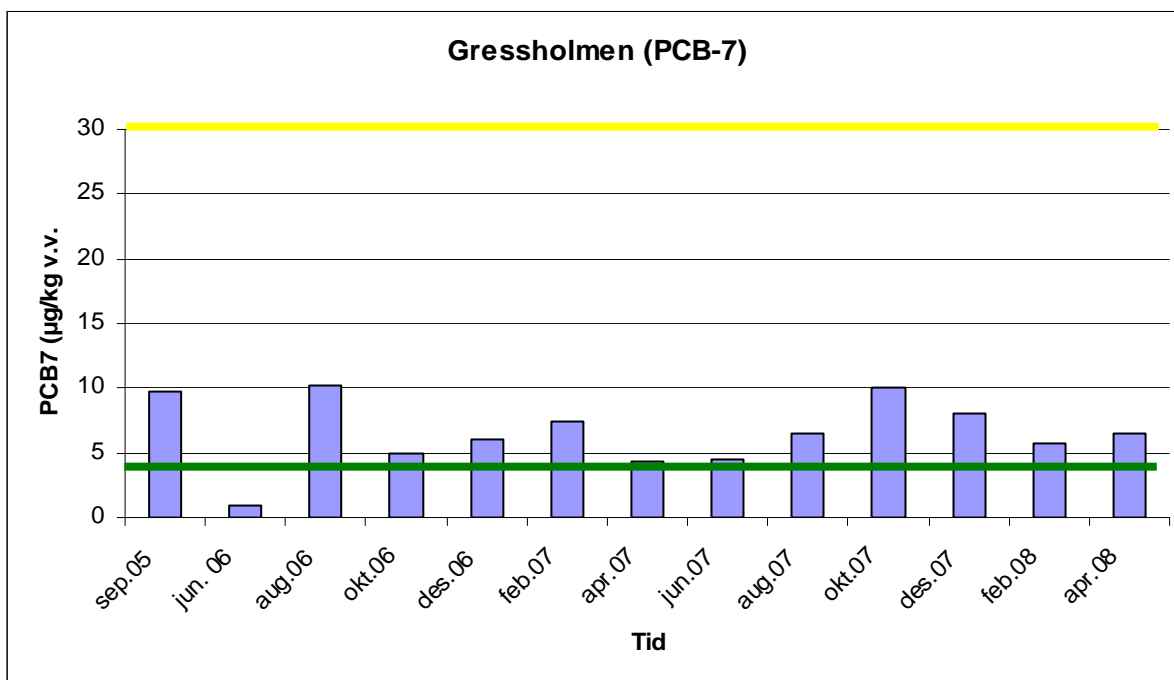
Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 20. Krom (Cr), Gressholmen.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

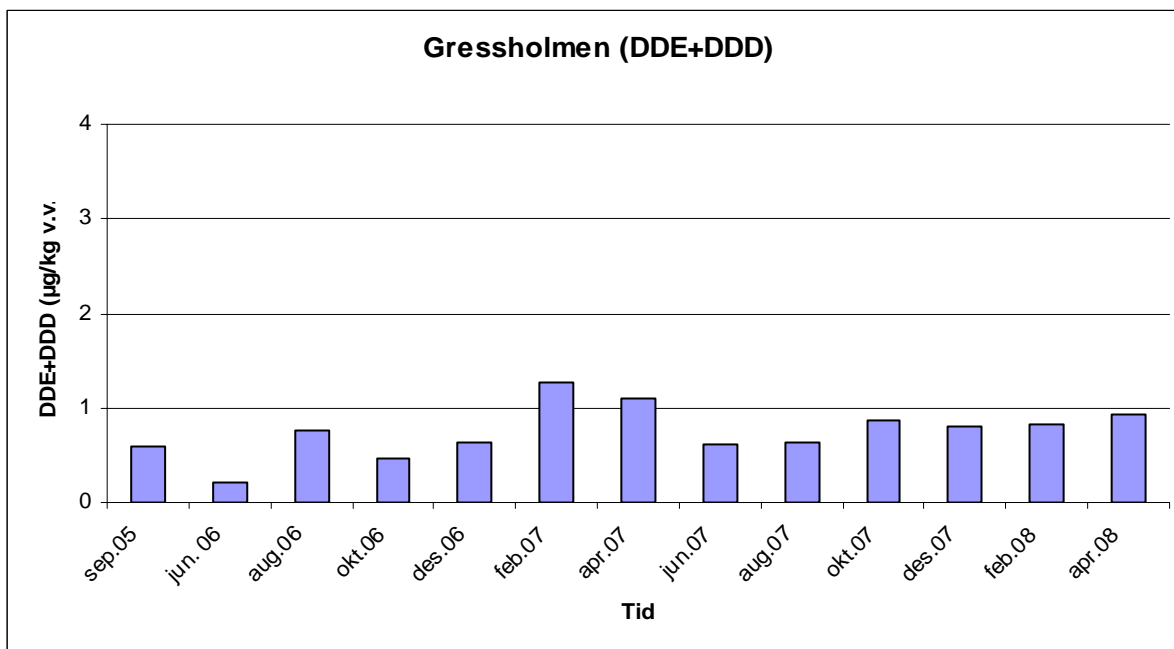
Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



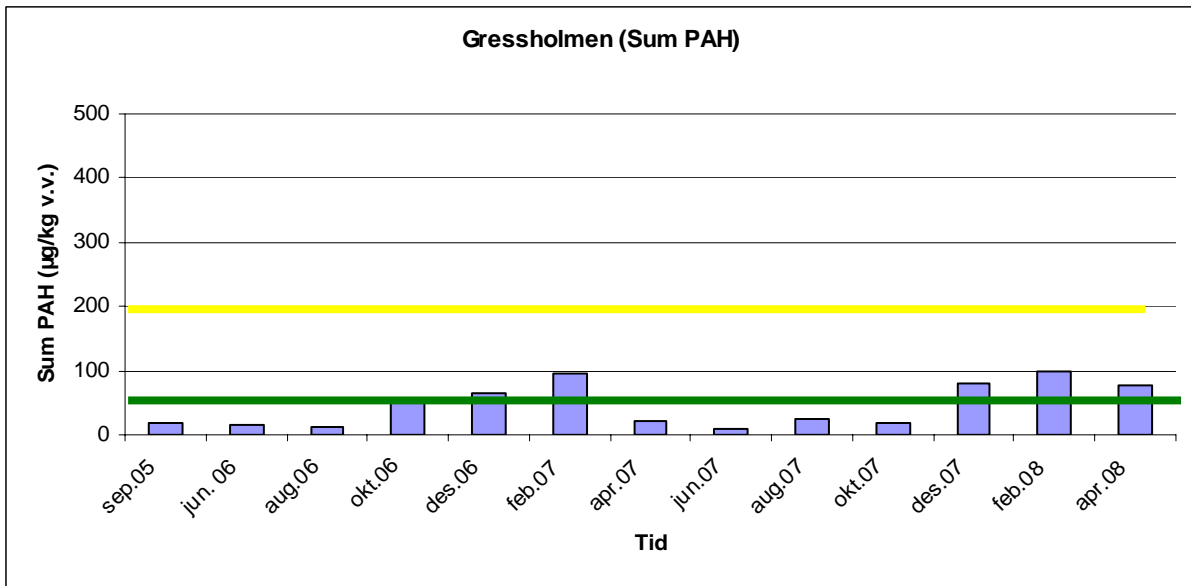
Figur 21. PCB-7, Gressholmen.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



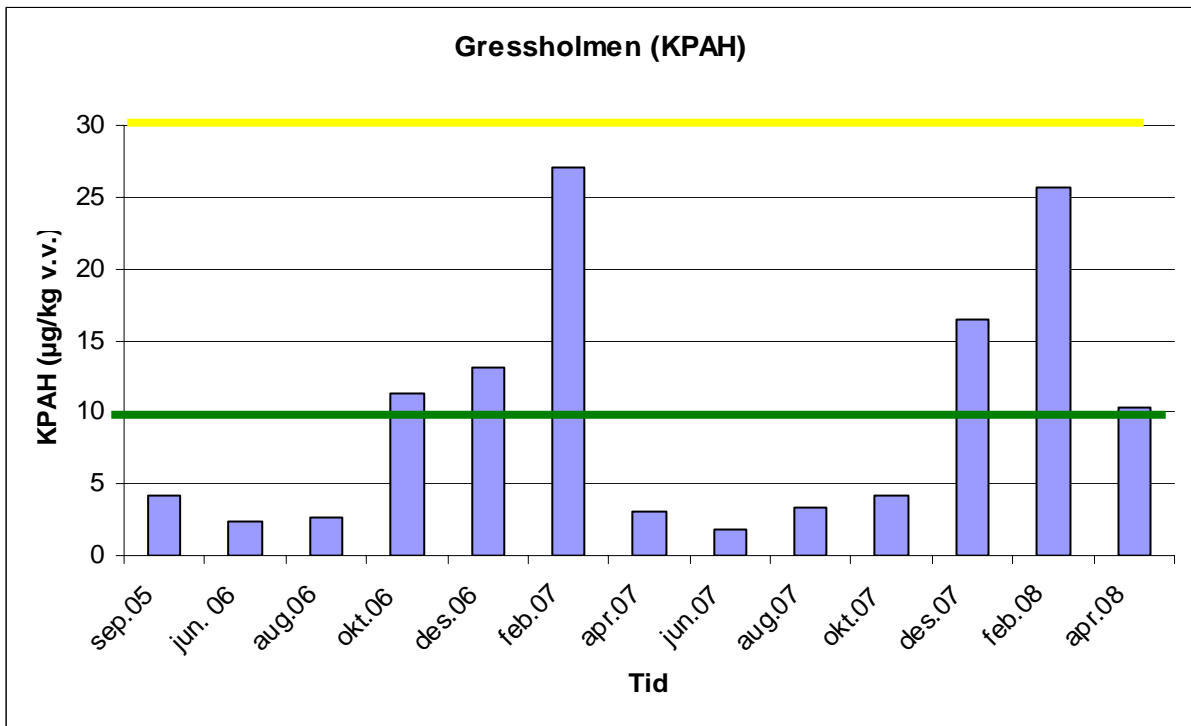
Figur 22. DDE+DDD, Gressholmen. Forbindelsene inngår ikke i SFTs klassifiseringssystem.



Figur 23. Sum PAH, Gressholmen.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

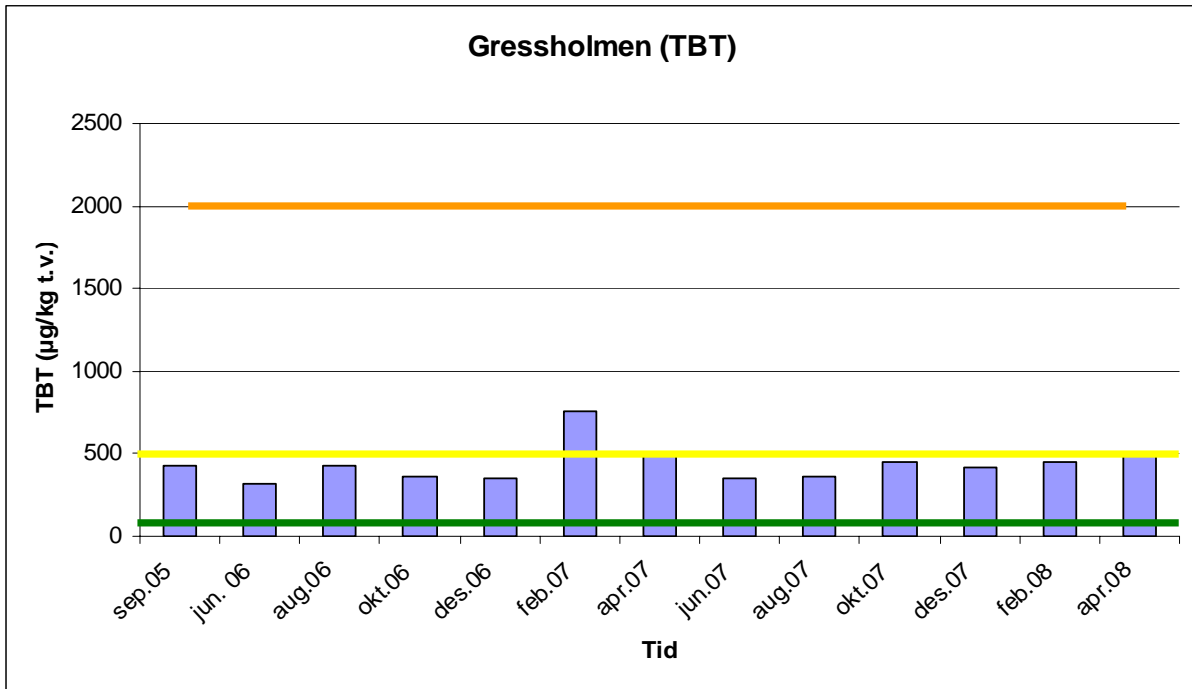
Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 24. Sum KPAH, Gressholmen.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 25. Tributyltinn (TBT), Gressholmen.

Under grønn strek:

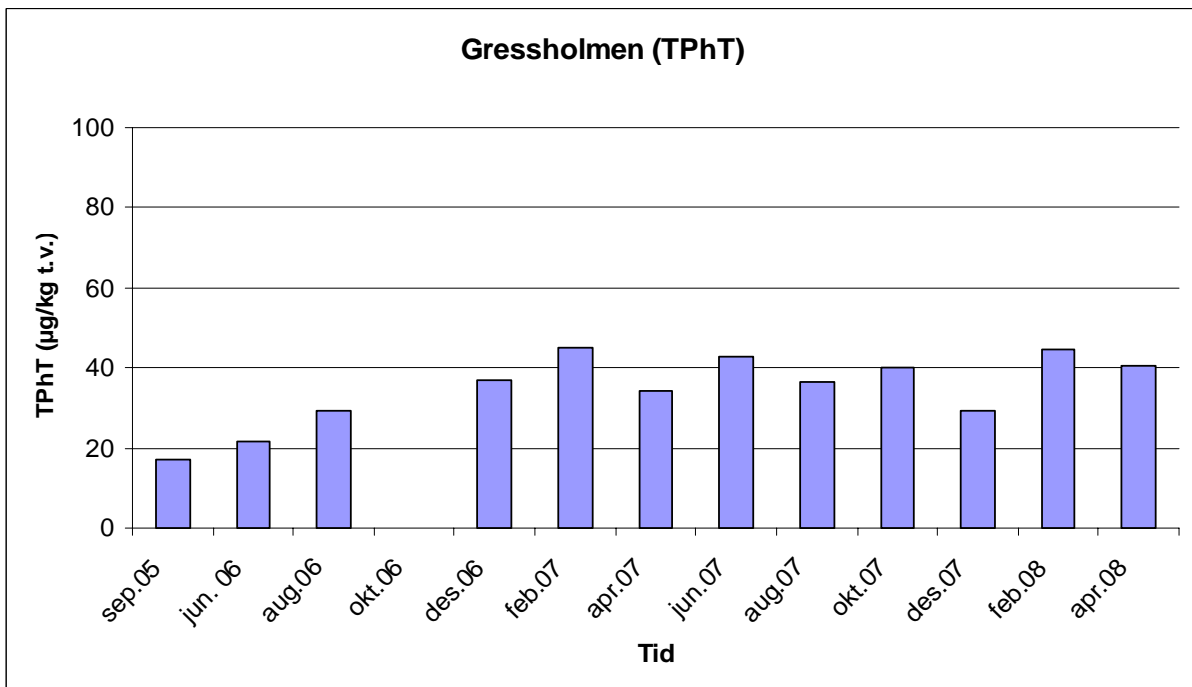
Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

Over grønn strek/under gul strek:

Kl. II, Moderat forurenset

Over gul strek

Kl. III, Markert forurenset



Figur 26. Trifenyltinn (TPhT), Gressholmen. Forbindelsen inngår ikke i SFTs klassifiseringssystem.

3.3 Deponiområdet

I **Figur 27** til **Figur 38** vises konsentrasjoner av de ulike kjemiske parametrene i blåskjell fra øyene som omkranser deponiområdet (rådata for april 2008 finnes i vedlegg).

For alle metallene ble det rundt deponiet observert lave konsentrasjoner i april 2008 og verdiene lå i hovedsak under eller svært nær det som anses som bakgrunnsverdier (øvre grense for klasse I). Med unntak av arsen ble det også observert en konsentrasjonsnedgang fra februar 2008 til april 2008.

Klassifisering basert på observerte konsentrasjoner av metaller fra skjell tatt i deponiområdet i januar 2008 ga følgende resultat

April 2008

As: Moderat forurenset
Cr, Hg, Cd, Cu, Pb: Ubetydelig/lite forurenset.

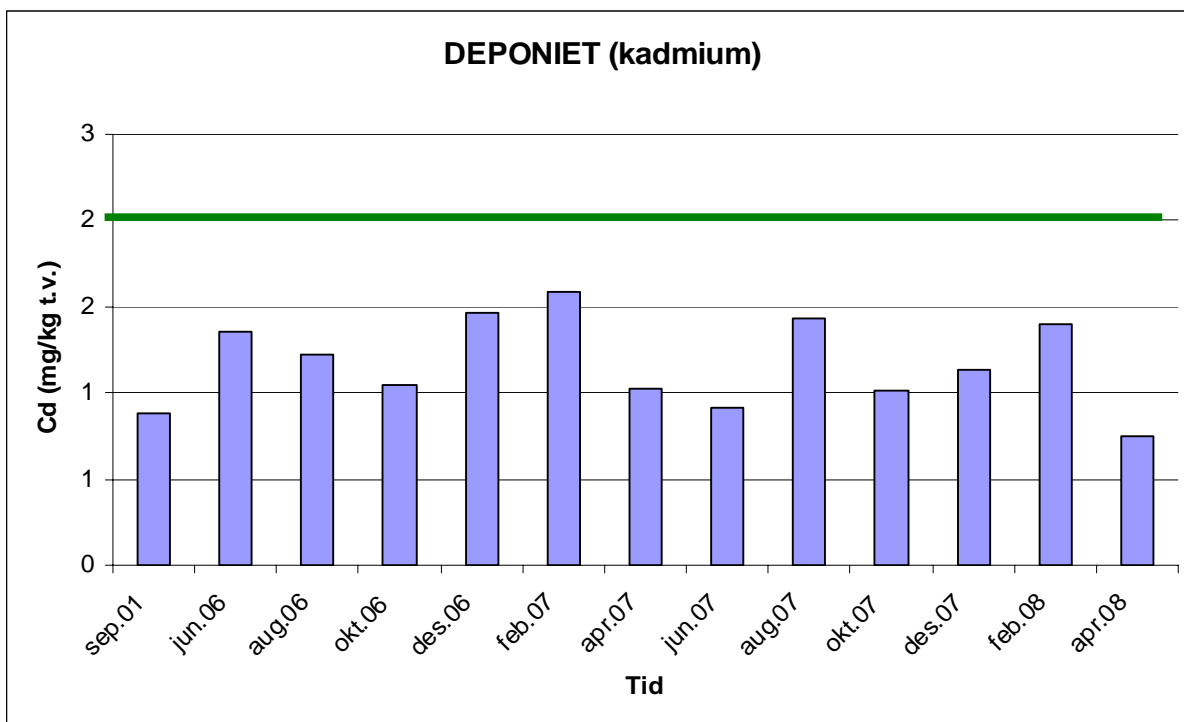
Konsentrasjonen av PCB i skjellene som ble innsamlet i deponiområdet i april 2008 lå som i januar samme år, så vidt over øvre grense for klasse I og ble dermed karakterisert som moderat forurenset (klasse II). Konsentrasjonsnivået var svært likt de 4 forutgående observasjoner (**Figur 33**). Konsentrasjonen av PCB fra deponiområdet har variert en del i overvåkingsperioden (**Figur 33**), men har hele tiden vært relativt lav (Klasse I-II) og nær øvre grense for klasse I. I hele observasjonsperioden har konsentrasjonen i skjell fra deponiområdet (**Figur 33**) vært lavere enn i tiltaksområdet (**Figur 9**). I april 2008 var konsentrasjonen i skjell fra deponiområdet (**Figur 33**) også litt lavere enn i skjell fra Gressholmen (**Figur 21**).

Forekomsten av DDD og DDE var også beskjeden (**Figur 34**) og svært likt det som ble observert ved Gressholmen (**Figur 22**), men lavere enn i tiltaks-/mudringsområdet (**Figur 10**).

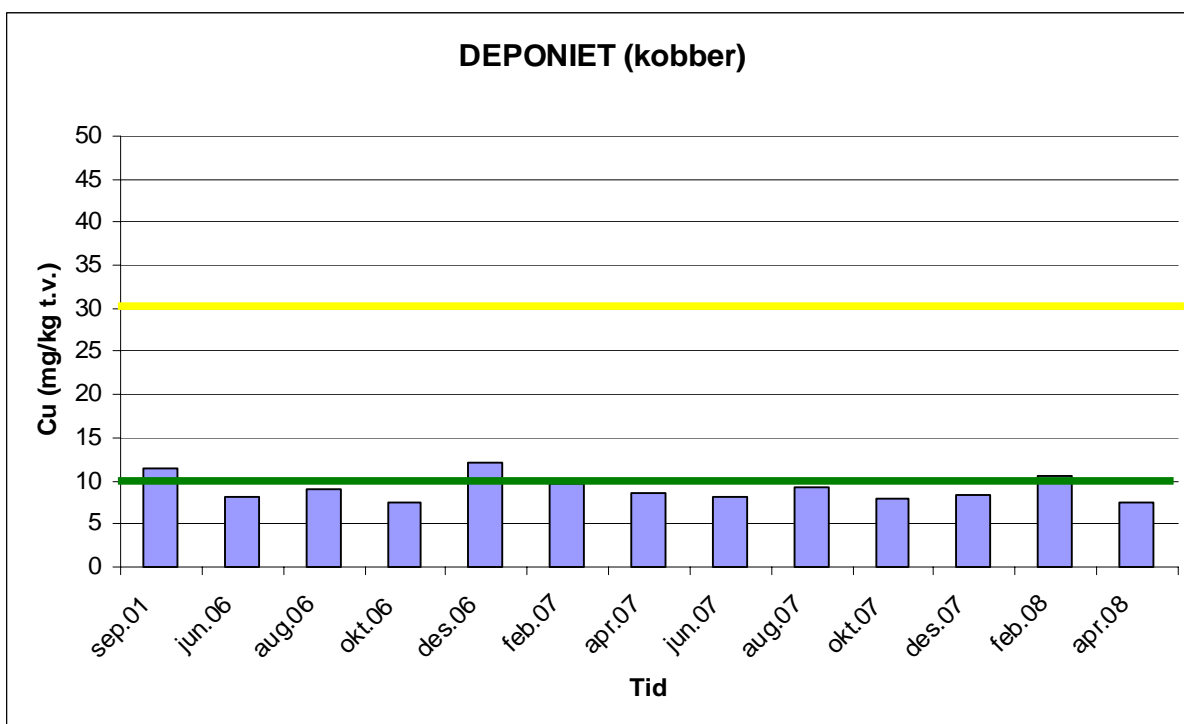
Konsentrasjonen av Sum PAH viste en stigende tendens fra oktober 2007 til februar 2008. Denne tendensen fortsatte ikke frem til april (**Figur 35**) og viste en utvikling lik den som ble observert ved Gressholmen (**Figur 23**). Det ble altså ikke observert en tilsvarende økning i deponiområdet som i tiltaks-/mudringsområdet i april 2008 (**Figur 11**). Skjellene fra deponiområdet kunne i april 2008 karakteriseres som moderat forurenset med sum PAH (**Figur 35**) og KPAH (**Figur 36**). Konsentrasjonsnivåene av PAH og KPAH som er observert i skjell fra deponiområdet i april 2008 (**Figur 35**, **Figur 36**) var omtrent som ved Gressholmen (**Figur 23**, **Figur 24**), men spesielt for sum PAH var konsentrasjonen lavere enn i tiltaks-/mudringsområdet på samme tidspunkt (**Figur 11**, **Figur 12**).

Konsentrasjonen av TBT i skjellene fra deponiområdet var i april 2008 (**Figur 37**) klart lavere enn i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet (**Figur 13**) og noe lavere enn ved Gressholmen (**Figur 25**). Skjellene innsamlet fra området rundt deponiet i april 2008 kunne karakteriseres som moderat forurenset (tilstandsklasse II) med TBT dvs. tilsvarende som hele siste år.

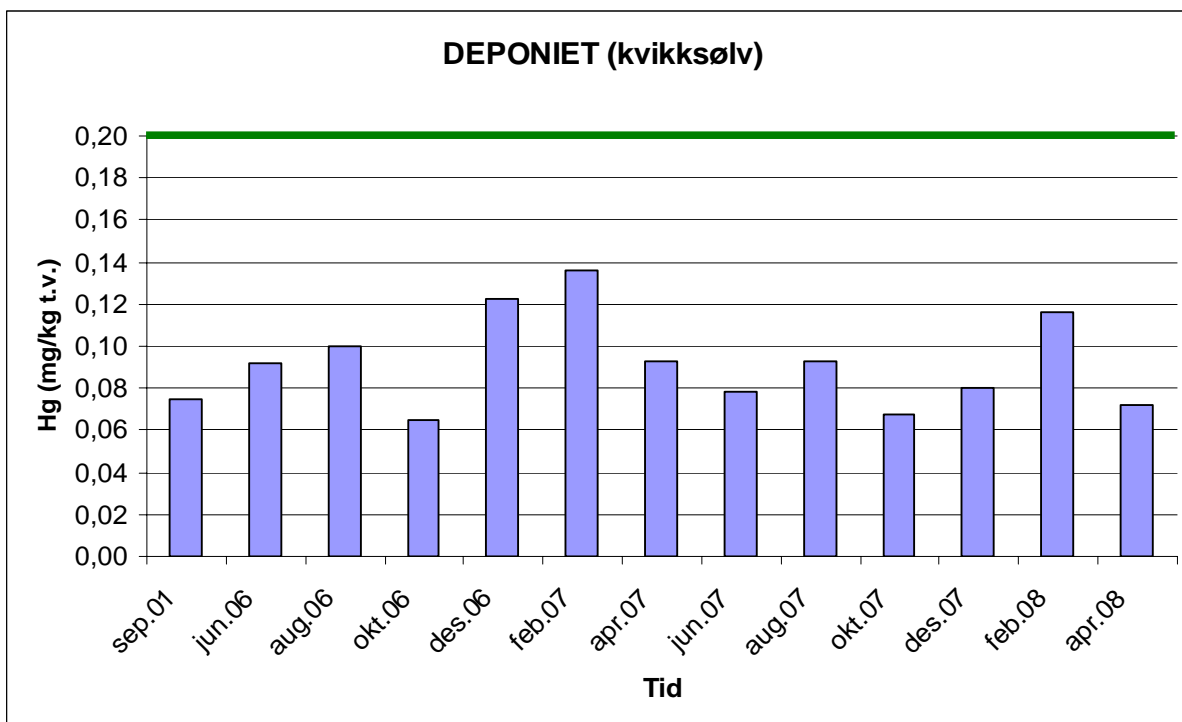
Forekomsten av trifenylytinn (TPhT) har variert en del i området rundt deponiet (**Figur 38**). Konsentrasjonen som ble observert i april 2008 (**Figur 38**) representerer en svak nedgang i forhold til målingen i februar 2008. Nivået som ble observert i februar april 2008 ved deponiet (**Figur 38**) avviker ikke vesentlig i forhold til det som ble observert på Gressholmen (**Figur 26**) og i tiltaksområdet (**Figur 14**) på samme tidspunkt.



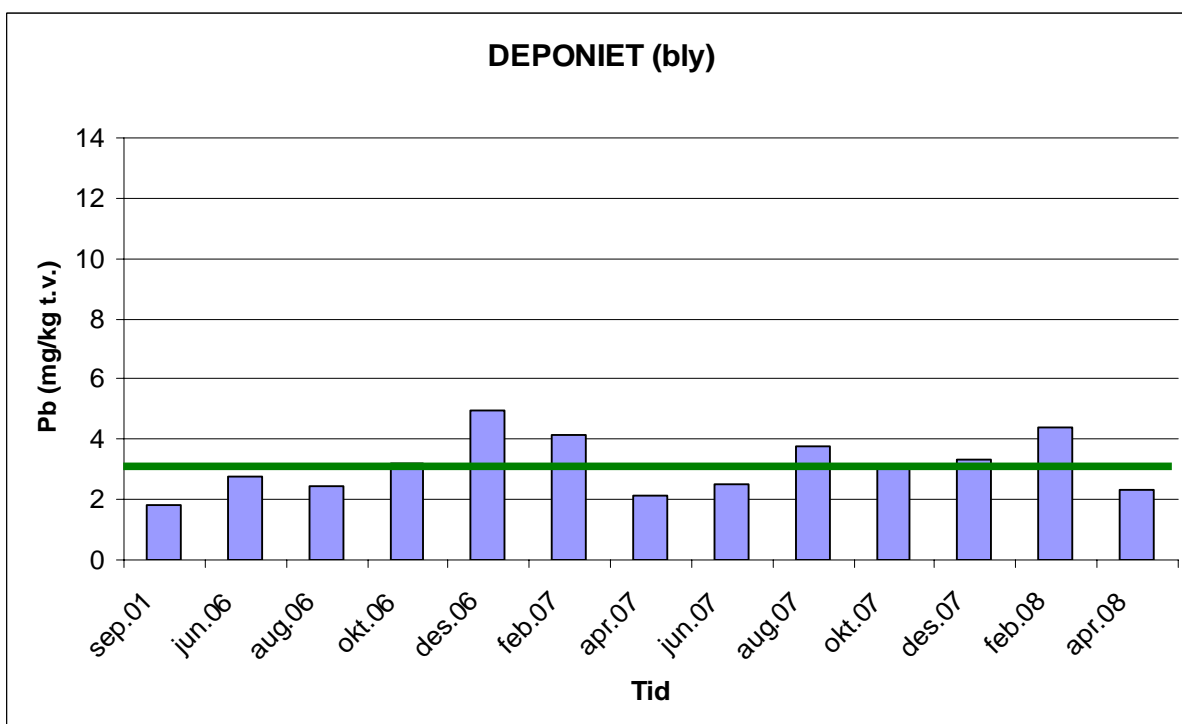
Figur 27. Kadmium (Cd), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset



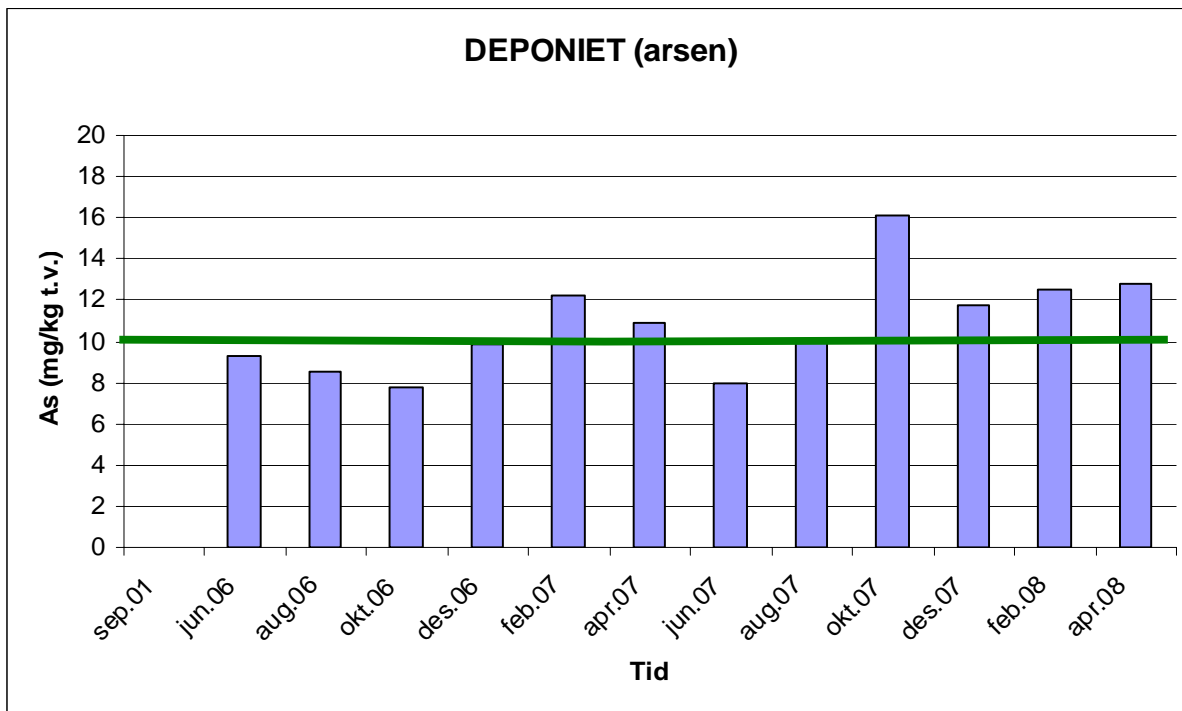
Figur 28. Kobber (Cu), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



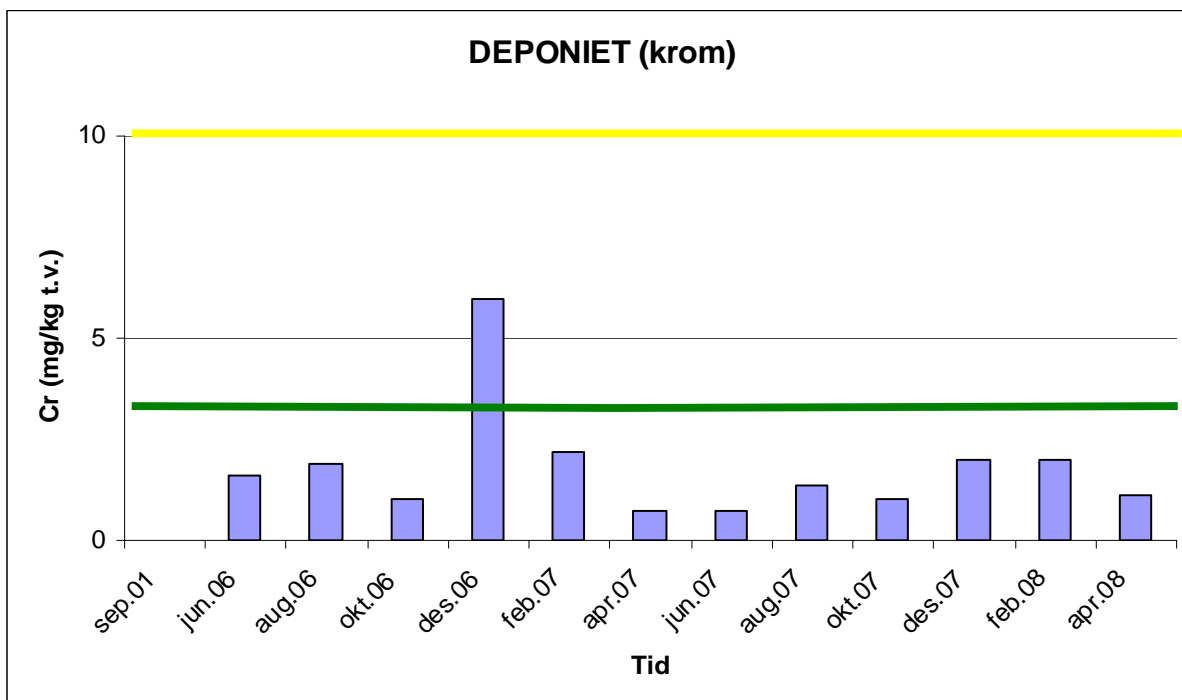
Figur 29. Kvikksølv (Hg), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset



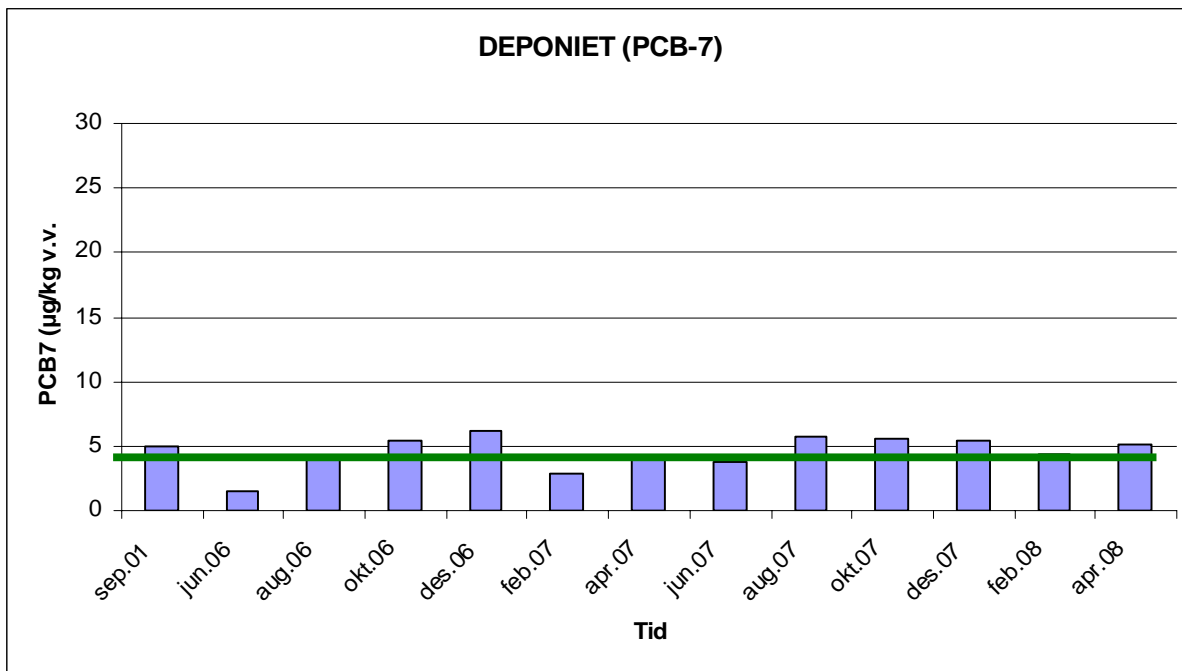
Figur 30. Bly (Pb), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 31. Arsen (As), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



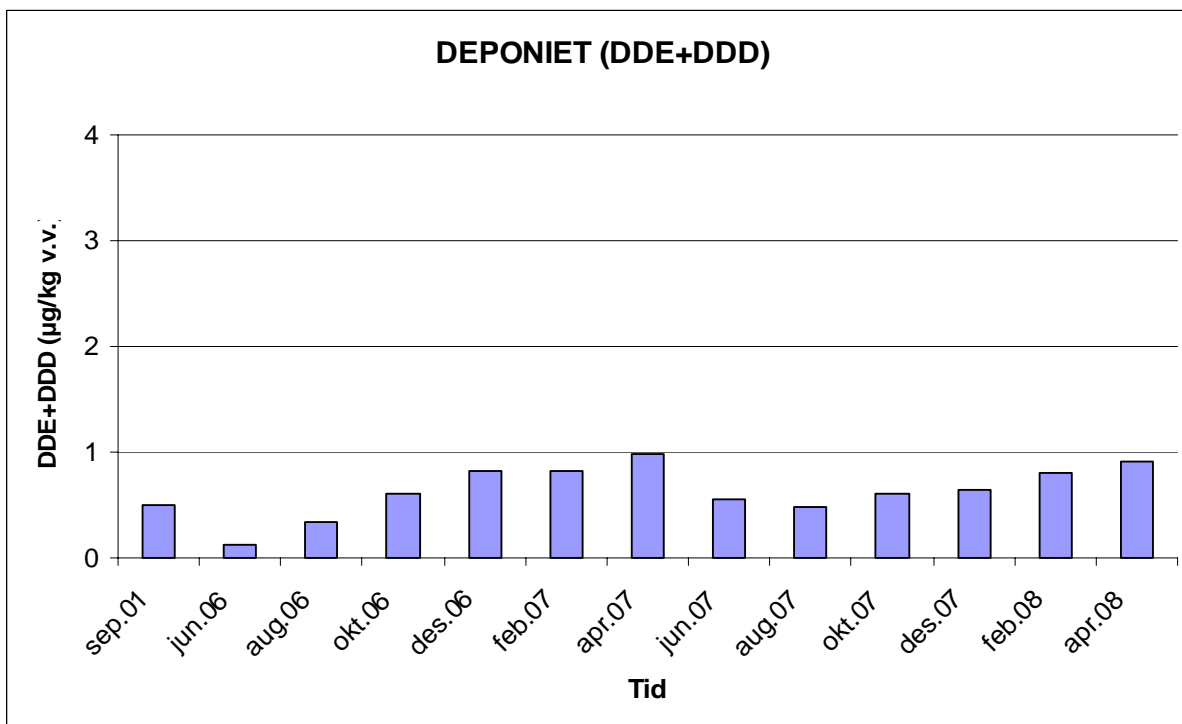
Figur 32. Krom (Cr), deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 33. PCB-7, deponiområdet.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

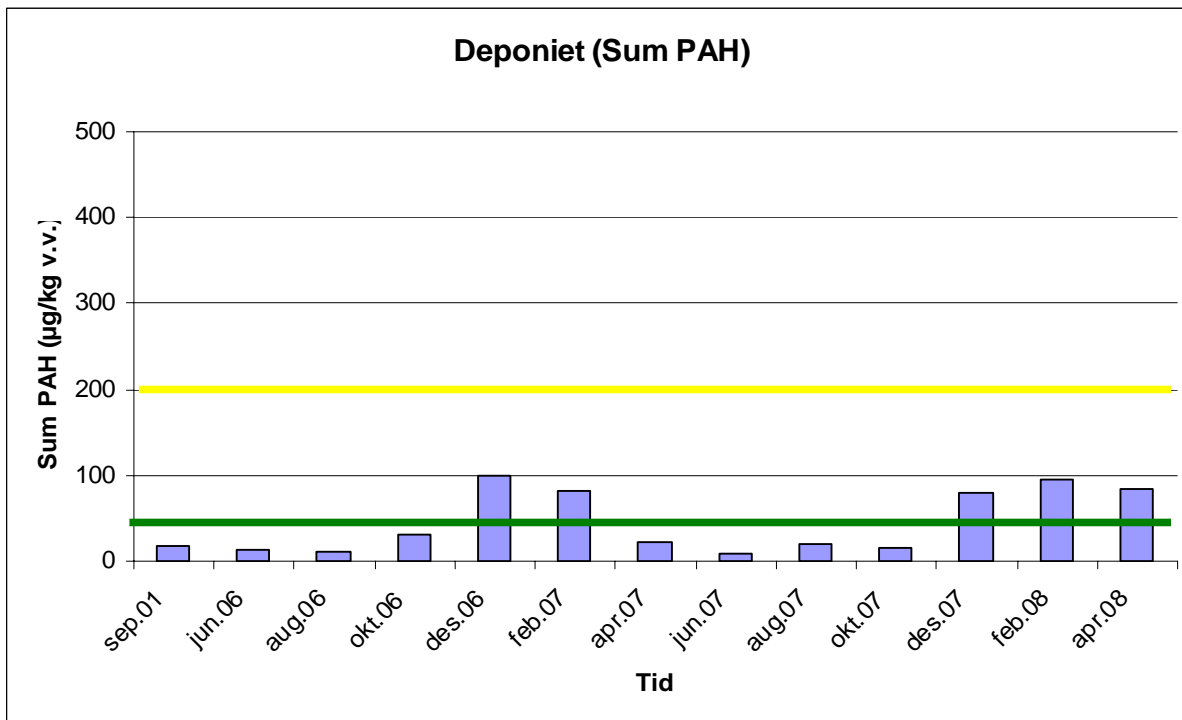
Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



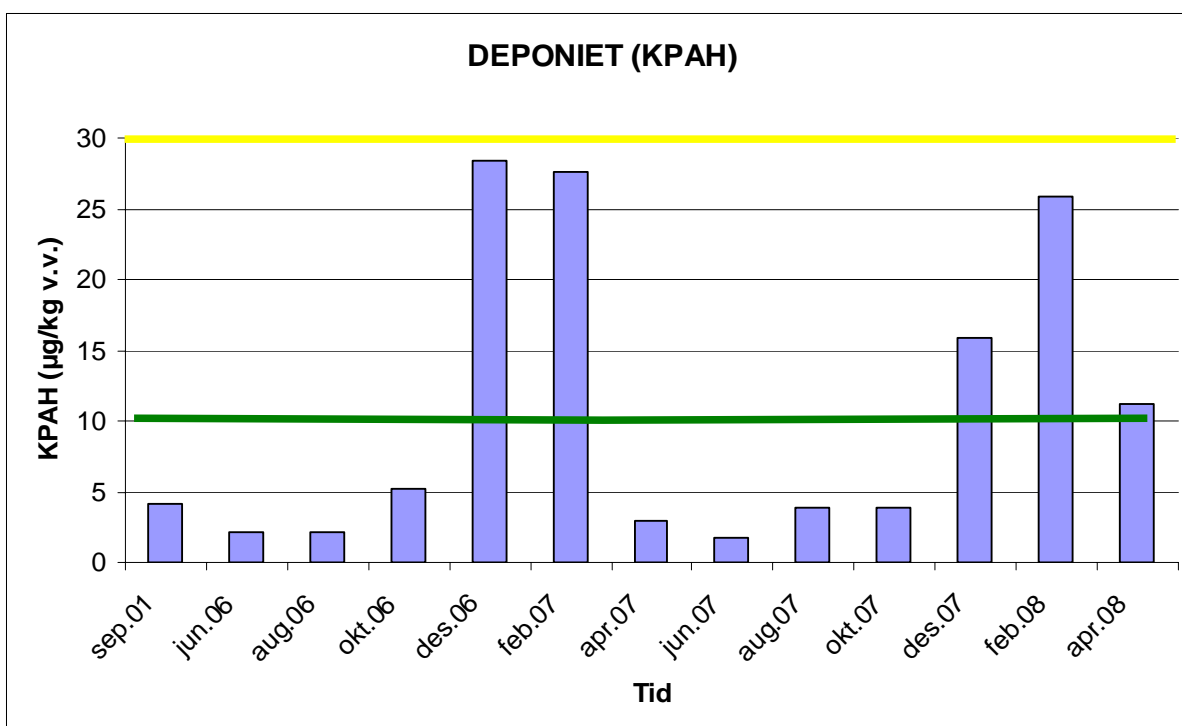
Figur 34. DDE+DDD, deponiområdet.

Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

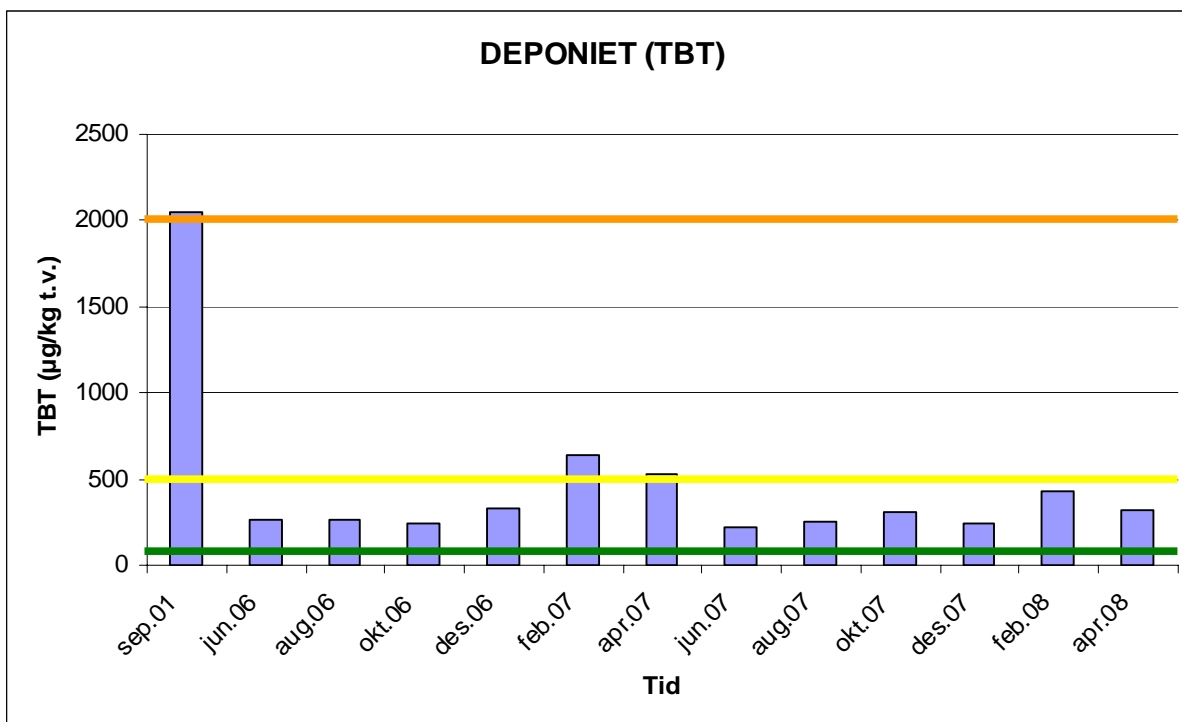
Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 35. Sum PAH, deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 36. Sum KPAH, deponiområdet.
 Under grønn strek: Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset
 Over grønn strek: Kl. II, Moderat forurenset



Figur 37. Tributyltinn (TBT), deponiområdet.

Under grønn strek:

Kl. I, Ubetydelig/lite forurenset

Over grønn strek/under gul strek:

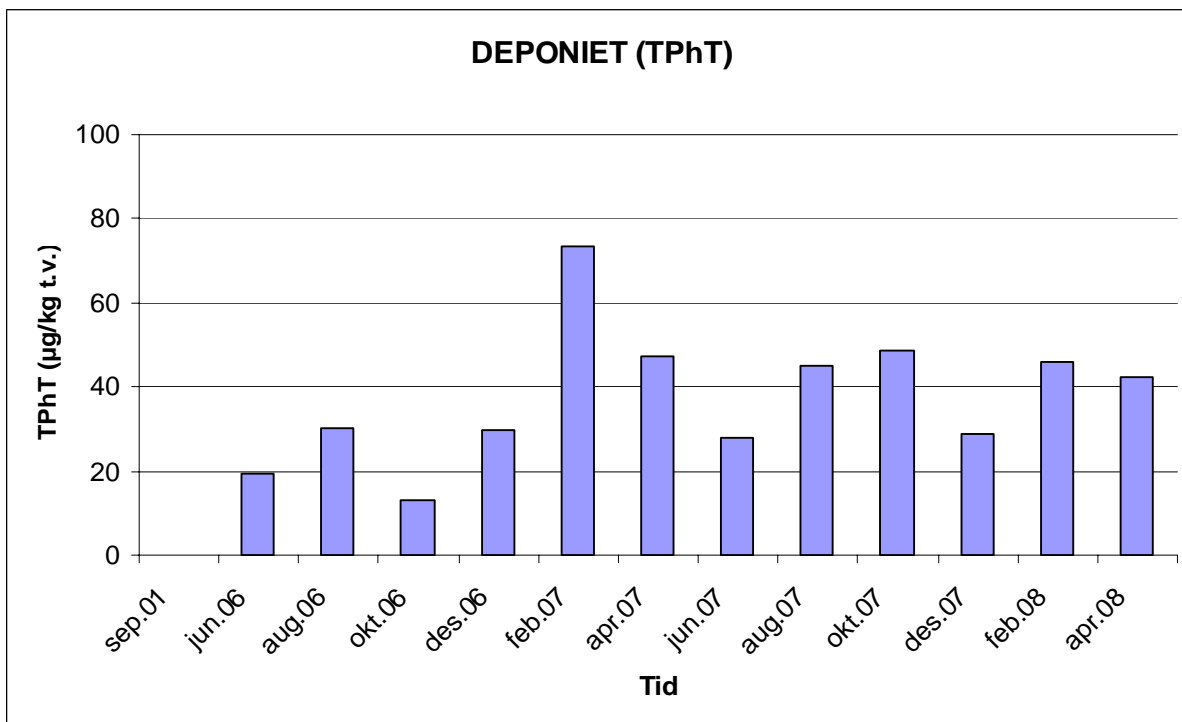
Kl. II, Moderat forurenset

Over gul strek/under oransj strek:

Kl. III, Markert forurenset

Over oransje strek:

Kl. IV, Sterkt forurenset



Figur 38. *Trifenyltinn (TPhT), deponiområdet. Forbindelsen inngår ikke i SFTs klassifiseringssystem.*

3.4 Avstandsgradienter

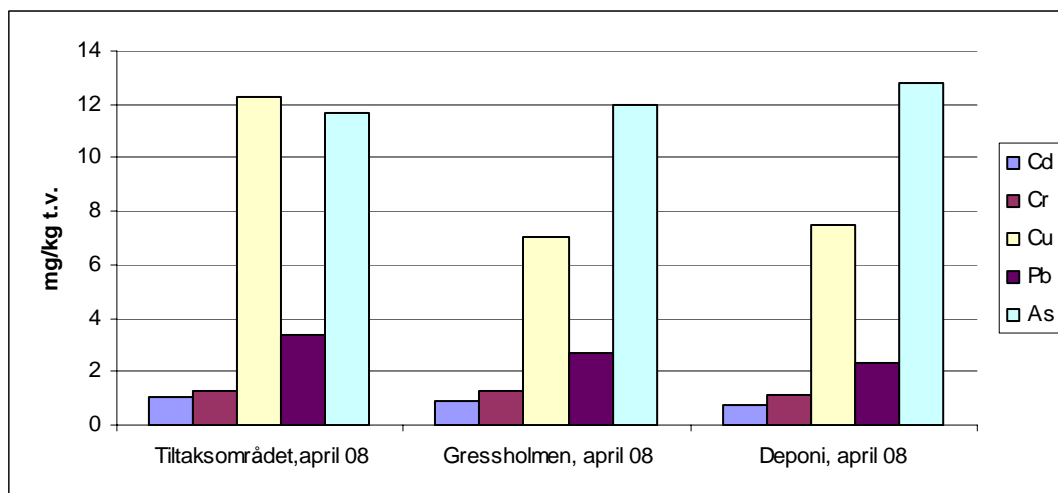
I figurene **Figur 39** til **Figur 46** vises konsentrasjonen av de ulike hovedforbindelser i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiet innsamlet i april 2008. Hovedhensikten med figurene er å illustrere forskjellen i konsentrasjon mellom de ulike områder og dermed også gi et bilde av avstandsgradienter. På basis av at det antas å være en sammenheng mellom konsentrasjonene av de ulike miljøgifter i vannet og det som observeres i skjellene kan de romlige konsentrasjonsgradienter også gi en pekepinn om muligheten for transport av vannbårne miljøgifter i området.

I februar 2008 var det i hovedsak lave nivåer av metaller i skjell fra alle de 3 hovedområdene. Med unntak av kobber (muligens også bly og kvikksølv) ble det ikke observert klare geografiske gradienter (**Figur 39** og **Figur 40**).

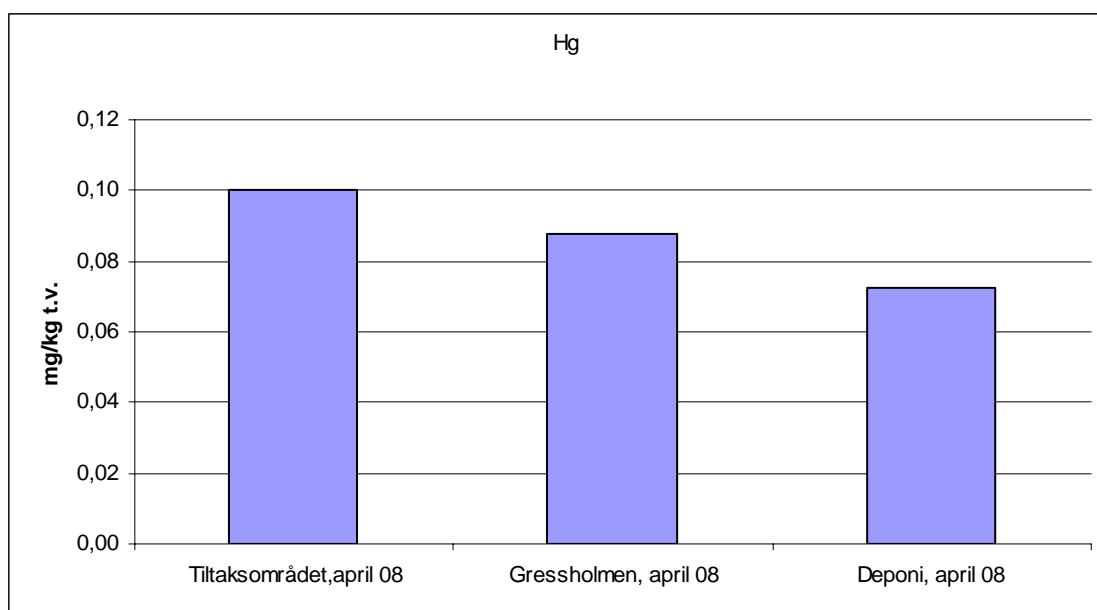
Hovedbildet i april 2008 var som observert tidligere, dvs. at en for de organiske forbindelser (PAH, KPAH, Sum PCB7, DDE+DDD, TBT) og kobber observerte de laveste konsentrasjoner i deponiområdet (dels også på Gressholmen) og de høyeste konsentrasjonene i tiltaks-/mudringsområdet.

For metallene (unntatt kobber) og TPhT var forskjellen i konsentrasjon mellom områdene i februar 2008 relativt liten (**Figur 39**, **Figur 45**), og det var for disse forbindelsene ingen klar tendens til at konsentrasjonen i tiltaksområdet var høyere enn ved deponiet.

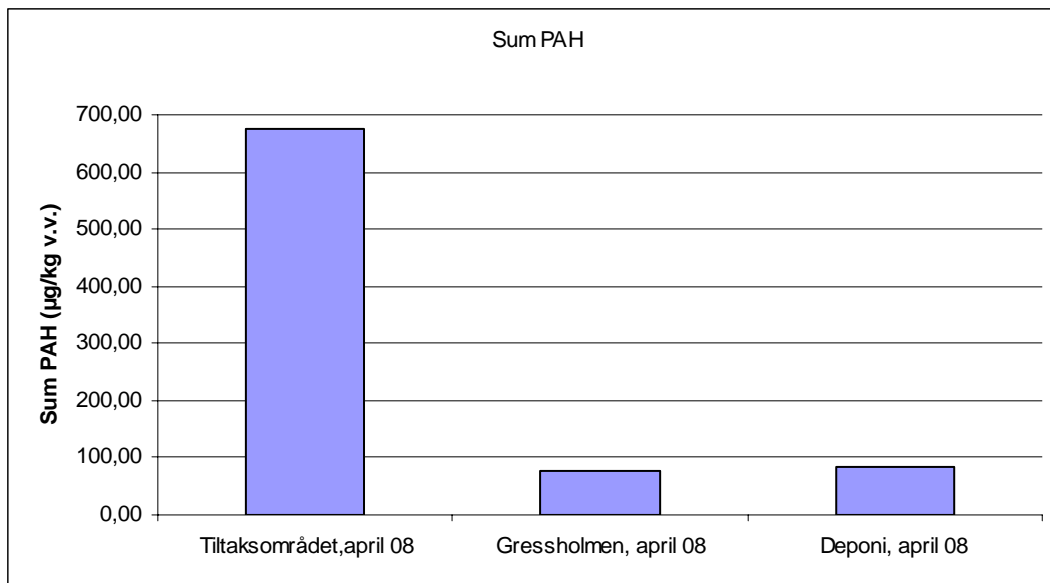
De observerte romlige konsentrasjonsgradienter som ble observert i april 2008 var svært lik det som tidligere er observert og tyder på at det særlig for de organiske forbindelsene er et potensial for en viss netto transport av miljøgifter via overflatevann fra tiltaks-/mudringsområdet til områder som Gressholmen og deponeringsområdet. For alle metallene unntatt kobber var det i februar 2008 ikke noe potensial for slik transport.



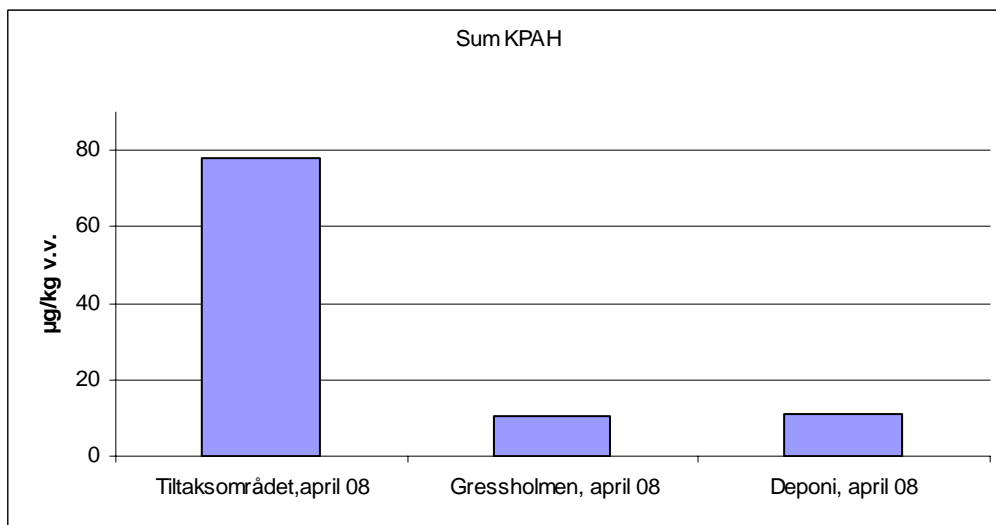
Figur 39. Metallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), bly (Pb) og arsen (As) i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



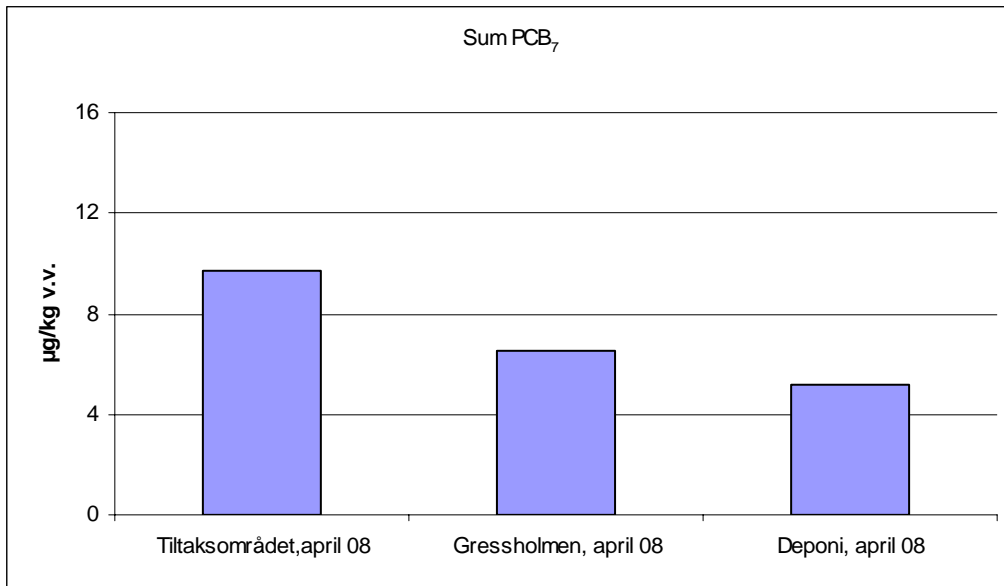
Figur 40. Kvikksølv (Hg) i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



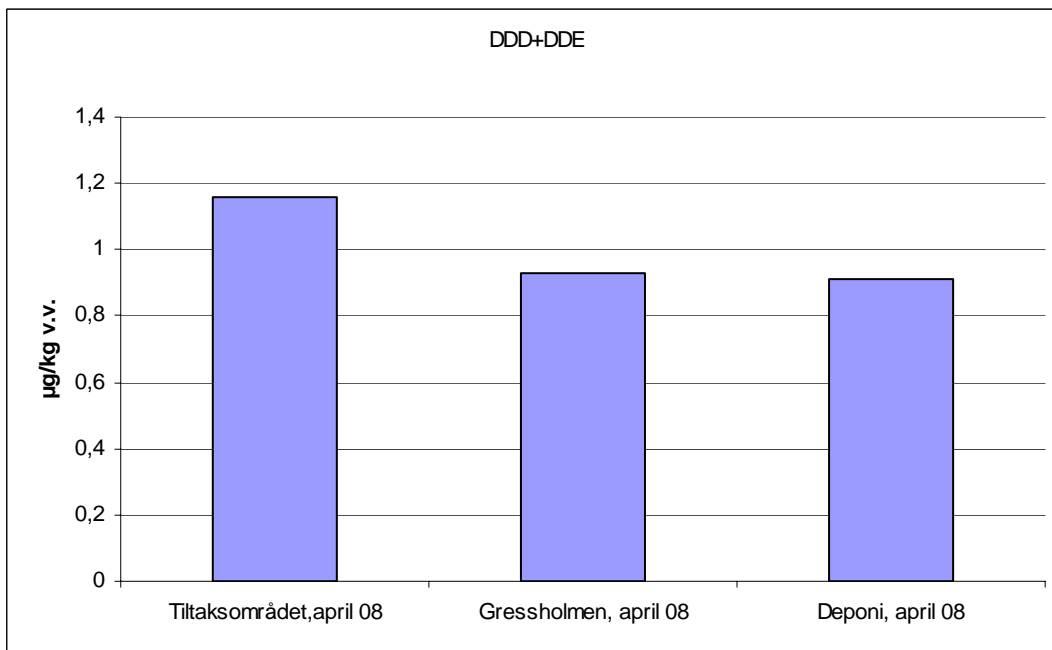
Figur 41. Sum PAH i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



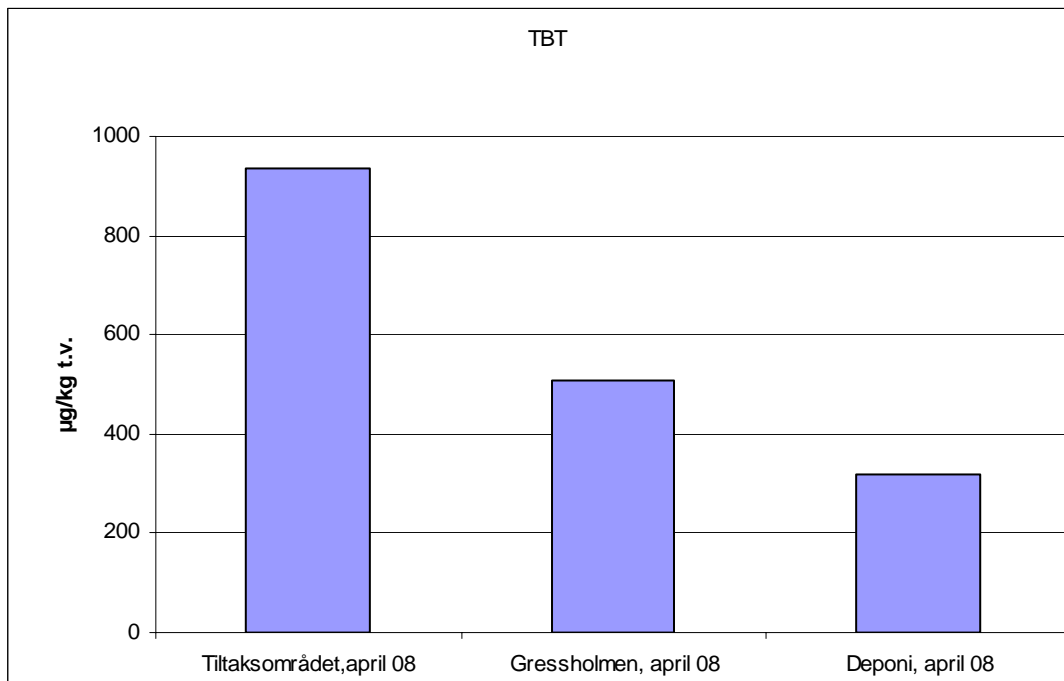
Figur 42. Sum KPAH i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



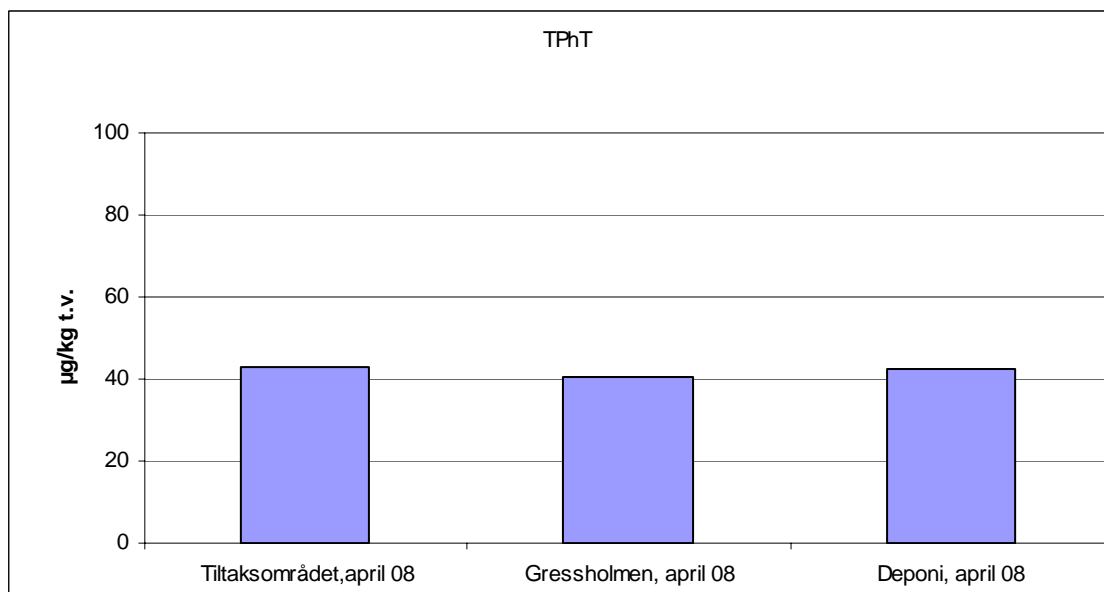
Figur 43. Sum PCB₇ i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet deponiområdet i april 2008.



Figur 44. Konsentrasjonen av summen av DDD og DDE i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



Figur 45. TBT i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.



Figur 46. TPhT i skjell fra tiltaks-/mudringsområdet, Gressholmen og deponiområdet i april 2008.

4. Konklusjoner

Hovedhensikten med denne rapporten er å gi en oppdatert oversikt over i hvilken grad oppryddingsaktiviteten i Oslo havnedistrikt påvirker miljøgiftinnholdet i blåskjell. Oppdateringen er basert på nye data fra analyse av blåskjell innsamlet i april 2008.

Dersom forhøyede nivåer observeres i skjell, og målingene viser en økning i forhold til tidligere målinger (og det som må påregnes i fm naturlige svingninger), tyder dette på at disse har vært eksponert for økte konsentrasjoner av miljøgifter via overflatevannet. Målinger av miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell kan imidlertid alene ikke si noe om hva som er kilden, hvis en da ikke observerer klare avstandsgradienter, og vil uansett ikke kunne belyse en eventuell spredning av miljøgifter i dypere deler av vannsøylen.

Dataene fra april 2008 viser i hovedsak ikke store endringer i miljøgiftkonsentrasjonen i skjell fra noen av de 3 undersøkelsesområdene i forhold til målinger gjort fra våren 2007 og ut året (Berge 2007b, Berge 2008a,b og d). I tiltaksområdet ble det imidlertid observert en klar økning i konsentrasjonen av sum PAH fra oktober 2007 til april 2008 (**Figur 11**). Tilsvarende økning ble ikke observert i skjell fra Gressholmen (**Figur 23**) eller deponiet (**Figur 35**).

For de organiske forbindelsene (Sum PAH, KPAH, Sum PCB7, DDE+DDD, TBT) og metallet kobber ble de laveste konsentrasjoner i april 2008 observert i deponiområdet (dels også på Gressholmen) og de høyeste konsentrasjonene i tiltaks-/mudringsområdet. For metallene (unntatt kobber) var forskjellen i konsentrasjon mellom områdene i februar 2008 relativt liten (**Figur 39, Figur 40**).

Vår hovedkonklusjon fra prøvetakingen av blåskjell i april 2008 i tiltaks-/mudringsområdet er at selve mudringen og forholdene i havneområdet forøvrig (dvs. havneaktivitet og nærheten til en storby) har ført til svakt forhøyede konsentrasjoner av kobber, bly, arsen og PCB (tilstandsklasse II) og noe mer forhøyet nivåer (tilstandsklasse III) av sumPAH, KPAH og TBT. Vi kan ikke skille ut hva som er den bakenforliggende forklaringen på de observerte forhøyede nivåer av sumPAH, KPAH og TBT i tiltaks-/mudringsområdet, men også for disse forbindelsene må den samlede påvirkning fra selve mudringen og forholdene i havneområdet for øvrig være hovedforklaringen.

Når det gjelder resultatene fra blåskjellene innsamlet fra deponeringsområdet ved Malmøykalven i april 2008 har vi ingen holdepunkter for at selve deponeringen har gitt vesentlig forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter (dvs. klasse III eller høyere) og det var ingen parametre som ga en dårligere tilstandsklasse enn II (moderat forurenset). Heller ikke resultatene fra skjell innsamlet i februar 2008 på Gressholmen indikerer noen tydelig miljøgiftbelastning.

I hovedsak avviker ikke konklusjonen basert på april 2008 resultatene vesentlig fra de som har fremkommet tidligere. Vi konkluderer derfor som tidligere med at miljøgiftkonsentrasjonene i skjell fra deponiområdet ved Malmøykalven og Gressholmen er lave, slik at eventuelle tilførsler, uansett kilder, er små.

5. Referanser

- Berge JA. 2001. Miljøgifter i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra grunnområdene rundt et planlagt dypvannsdeponi ved Malmøykalven, indre Oslofjord. NIVA-rapport nr. 4463-2001. 23 s.
- Berge, J.A., 2007a. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. februar, 2007. NIVA notat av 16. august 2007.
- Berge, J.A., 2007b. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. august, 2007. NIVA notat av 07. november 2007.
- Berge, J.A., 2008a. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. oktober, 2007. NIVA notat av 19. januar 2008.
- Berge, J.A. 2008b. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. desember, 2007. NIVA notat av 31. januar 2008. 39s.
- Berge, J.A, Schøyen, M. og Øxnevad, S. 2008c. Supplerende tiltaksovervåking i indre Oslofjord – miljøgifter i blåskjell, fisk og reker. Årsrapport 2007, (TA 2383/2008), NIVA-rapport nr 5591, 66s.
- Berge, J.A. 2008d. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. februar, 2007. NIVA notat av 07. mai 2008. 39s.
- Knutzen J, Brevik EM, Følsvik NAH, Schlabach M. 1999. Overvåking i indre Oslofjord. Miljøgifter i fisk og blåskjell 1997-1998. Overvåkingsrapport 784/99, TA-nr. 1964/1999, NIVA-rapport nr. 4126-99. 89 s.
- Molvær, J., Rygg, B. og Walday, M., 2004. Fjordområdene rundt Ålesund og Sula kommune. Vurdering av tilstand og utslipp av kommunalt avløpsvann sett i forhold til EUs Avløpsdirektiv om sekundærforurensing. NIVA-rapport nr. 4928, 59s.
- Ruus, A, 2007. Oppsummering av overvåkingsdata – Blåskjell fra indre Oslofjord
Pr. desember, 06, NIVA notat oversendt SFT mars 2007.

6. Vedlegg

6.1 Rådata fra analyse av skjell innsamlet i april 2008

Side nr.37/41

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn SUPOSLO
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2008-795

O.nr. O 27476

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av prosjektmedarbeider, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Gressholmen	2008.04.16	2008.04.24	2008.04.24-2008.06.20
2	Frognerkil,Bjør/Bisp,Råd/Pipe	2008.04.16	2008.04.24	2008.04.24-2008.06.20
3	Malmøyk,Huseb.ø,Skjælha,Lan gø	2008.04.16	2008.04.24	2008.04.24-2008.06.20

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
Tørrstoff	%	B 3	16	16	18
Fett	% pr. v.v.	H 3-4	3,6	2,3	2,5
Arsen	µg/g	E 8-3	1,92	1,87	2,30
Kadmium	µg/g	E 8-3	0,148	0,165	0,134
Krom	µg/g	E 9-5	0,2	0,2	0,2
Kobber	µg/g	E 8-3	1,13	1,96	1,35
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,014	0,016	0,013
Bly	µg/g	E 8-3	0,43	0,54	0,42
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,22	0,51	0,20
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,63	1,2	0,62
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	1,1	1,8	0,91
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	0,95	1,4	0,79
PCB-105	µg/kg v.v.	H 3-4	0,43	0,55	0,38
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	1,9	2,3	1,3
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	1,6	2,1	1,2
PCB-156	µg/kg v.v.	H 3-4	0,07	0,12	0,06
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,13	0,42	0,12
PCB-209	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	<7,08	<10,45	<5,63
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	6,53	9,73	5,14
Pentaklorbenzen	µg/kg v.v.	H 3-4	0,03	0,05	0,03
Alfa-HCH	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05
Hexaklorbenzen	µg/kg v.v.	H 3-4	0,19	0,43	0,27
Gamma-HCH	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05
Oktaklorstyren	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05
4,4-DDE	µg/kg v.v.	H 3-4	0,58	0,61	0,54
4,4-DDD	µg/kg v.v.	H 3-4	0,35	0,55	0,37
Naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	s1,7	5,5	2,1
Acenaftylen	µg/kg v.v.	H 2-4	s1,7	2,1	<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4	s1,9	14	1,9

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

Kommentarer

- RET: Vannprøvene i retur til kunden
Lag blandprøve etter homogenisering.
Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.
PCB Et sertifisert materiale ble opparbeidet sammen med prøvene. DDE og TDE var mer enn 30% under sert. verdi
Resten av komponentene lå innenfor +/-30% av sert. verdi
PAH, avvik fra akkreditert metode, gjelder kun prøve 1:
Pga et uhell under opparbeidingen ble analysen utført på rå-ekstraktet etter DMF-behandling (ingen GPC-opprensing).
s= Fett-ekstraktet var tørt før opprensing. Det er derfor knyttet noe større usikkerhet til kvantifiseringen av de mest flyktige forbindelsene.
SnOrg: Et sertifisert referansemateriale ble analysert parallelt med prøvene. Resultatet for TBT var høyere enn øvre aksjonsgrense.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-795

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Gressholmen	2006.04.16	2008.04.24	1900.09.09-2008.06.20
2	Frognerkil,Bjør/Bisp,Råd/Pipe	2006.04.16	2008.04.24	1900.09.09-2008.06.20
3	Malmøyk,Huseb.ø,Skjælha,Lan gø	2006.04.16	2008.04.24	1900.09.09-2008.06.20

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
Fluoren	µg/kg	v.v. H 2-4	3,8	19	4,5
Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	1,5	11	1,3
Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	19	120	20
Antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	4,9	20	2,9
Fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	20	200	14
Pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	13	150	16
Benz(a)antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	2,7	32	2,8
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	0,73	9,5	1,2
Benzo(e)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	1,2	25	6,7
Benzo(a)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	3,4	7,0	1,0
Perylen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	4,9	0,53
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	3,6	1,1
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	1,1	<0,5
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	v.v. H 2-4	i	3,5	1,4
Sum PAH	µg/kg	v.v. Beregnet	si<77,23	680,2	<87,53
Sum PAH16	µg/kg	v.v. Beregnet	si<74,03	639,3	<79
Sum KPAH	µg/kg	v.v. Beregnet	<10,33	78,2	<11,2
Monobutyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	2,3	2,4	2,9
Dibutyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	9,4	17	8,5
Tributyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	81	150	57
Monophenyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	<1	<1	<1
Diphenyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	<1	<1	<1
Triphenyltinn	µg/kg	v.v. H 14-2*	6,5	6,9	7,6
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	2,5	25	4,6
Chrysen	µg/kg	v.v. H 2-4	3,0	27	4,5

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Eva Hagebø
Cand.scient.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-795

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PCB er summen av polyklorete bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorete bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenz(a,c+a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper