

Rapport nr.: 2003.048		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Forslag til akseptkriterier av PCB-forurenset grunn basert på helsevurderinger og forskrift om farlig avfall				
Forfatter: Rolf Tore Ottesen og Jan Alexander			Oppdragsgiver: Statsbygg	
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall:	Pris:	
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 27. august 2003	Prosjektnr.: 301700	Ansvarlig: Jan Cramer
Sammendrag: Det er utarbeidet et forslag til akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike arealbruk (mest følsom, følsom og ikke følsom). Grunnlaget for kriteriene er basert på helserisikovurderinger og forskrift om farlig avfall.				
Emneord: PCB	Forurenset grunn		Helsevurdering	
Farlig avfall				

INNHold

1. Forslag til akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike arealbruk	4
2. Bakgrunn	4
3. Problemstilling	5
4. Akseptkriterier for ulike arealbruk.....	5
5. Datagrunnlag	6
6. Vurdering av datagrunnlaget.....	7
7. Utvikling av helsebaserte akseptkriterier for ulike arealbruk	8
8. Forslag til akseptkriterier basert på helsevurderinger	10
9. Litteraturliste	10
Vedlegg 1: Hva er PCB?	13

FIGURER

Figur 1 PCB-profiler for asfalt fra Fornebu

Figur 2 PCB-profiler for frest asfalt fra Fornebu

Figur 3 PCB-profiler i jord fra Fornebu

Figur 4 PCB-profiler i sedimenter fra Koksa og Hundesundet

TABELLER

Tabell 1 Innhold av PCB_{sum 7} i prøver av asfalt og jord fra Fornebu.

Tabell 2 Oversikt over eksponerte, eksponeringstid og eksponeringsveier ved ulike arealbruk

VEDLEGG

Vedlegg 1 Hva er PCB?	13
---	----

1. Forslag til akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike arealbruk

Det er utarbeidet et forslag til akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike arealbruk basert på helse- og risikovurderinger og forskrift om farlig avfall. Følgende arealbruk er vurdert:

- *Mest følsom*: Boliger inklusive fellesarealer, barneinstitusjoner, lekeplasser
- *Følsom*: Rekreasjonsområder, byområder (gater, torg), bolig-gater
- *Ikke følsom*: Industri, hovedvei

Komponent	Jorddyp	Arealbruk 1 Mest følsom	Arealbruk 2 Følsom	Arealbruk 3 Ikke følsom
PCB (mg/kg)	<0,3 meter < 1 meter	0,7	0,7 ¹	5,4 ¹
PCB (mg/kg)	>1 meter	5,4 ¹	5,4 ¹	< 50 ²

¹ Verdier er beregnet ut fra SFTs veiledning

(³ Verdier er anbefalt av det svenske Naturvårdsverket ?? fås ved SFTs modell med bare hudkontakt og inhalasjon.)

² Verdi hentet ut fra FOR 2002-12-20 nr 1817: Forskrift om farlig avfall

2. Bakgrunn

Arealene på Fornebu skal endres fra flyplass til boligarealer, parker og næringsdrift. Mange mennesker vil komme til å bo og ferdes her i fremtiden. Statsbygg og Oslo kommune har et hovedansvar for opprydding av grunnforurensninger som kan gi konflikt i forhold til planlagt arealbruk. En av de store miljøutfordringene på Fornebu er å håndtere overskuddsmasser fra riving og nedbygging av flyplassen, og fra den nye utbyggingen. Massene som skal gjenvinnes omfatter:

- Asfalt fra rullebaner
- Betong og tegl fra bygg som skal rives
- Utsprengt fjell
- Gravemasser
- Jord som er rensset for forurensning.

Egnede gravemasser skal benyttes i produksjon av vekstjord til grønntanlegg. Asfalt, betong og utsprengt fjell skal hovedsakelig benyttes til bygging av veier og grøfteamlegg. Massene som ikke er egnet til gjenvinning skal benyttes til terrengforming på Fornebu.

Statsbygg har utarbeidet en ”Revidert brukerveiledning for stedsspesifikk risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu” (Statsbygg 2002). På Fornebu skal følgende miljømål legges til grunn:

1. Det må ikke forekomme forurensninger i jord som kan skade menneskers helse.

2. Det skal ikke foreligge fare for spredning av miljøskadelig forurensning.
3. Ingen miljøskadelig utlekking til sjø skal forekomme.
4. Eventuelle stoffer som kan omdannes til farkige stoffer, må kartlegges.
5. Flyktige stoffer som gir ubehagelig lukt eller mistriivsel, skal ikke forekomme.

3. Problemstilling

Sommeren 2002 ble det påvist spor av PCB i noen av asfaltprøvene. Det ble igangsatt ytterligere prøvetaking. Resultatene fra dette prosjektet dokumenterte at store deler av asfalten på nord-syd banen inneholder PCB. I enkelte partier er det registrert 8 ulike asfaltlag. Det er påvist meget høye konsentrasjoner av PCB i den gamle asfalten (Vidar Ellefsen 2002, personlig meddelelse). Disse funnene førte til at Statsbygg ønsket en vurdering av arealbruksrelaterte akseptkriterier for PCB-innholdet i grunnen under asfaltdekket som skal eller allerede er fjernet.

4. Akseptkriterier for ulik arealbruk

SFT har utviklet et system for hvordan risiko skal vurderes ved grunnforurensning i forhold til konflikter med areal- og reseipientbruk. Det er utarbeidet generelle normverdier for mest følsom arealbruk og dokumentasjon for hvordan disse er fremkommet (SFT 1999). I alle de tilfeller hvor forurensningsnivået i grunnen overskrider SFT normverdier må det foretas risikovurderinger hvor akseptkriterier utvikles med hensyn til aktuell og planlagt bruk. I stedet for å foreta risikovurderinger i hvert enkelt tilfelle er det ønskelig å etablere generelle akseptkriterier for ulike typer arealbruk slik at det blir unødvendig med stedsspesifikke risikoanalyse for hver eneste tomt.

Nasjonalt folkehelseinstitutt (Folkehelseinstituttet) (tidligere Folkehelsa) har tidligere bistått i utviklingen av SFTs normverdier med hensyn til helse (Weideborg et al 1998a,b) og med helsemessige vurderinger av forurenset grunn i konkrete tilfeller med tanke på tiltaksgrenser i tilfeller der en har påvist forurensninger i grunnen i forbindelse med barneparker og skolegårder i Bergen (Ottesen et al. 1999) og et boligområde i Trondheim (Ottesen et al. 2003).

Statsbygg har bedt Norges geologiske undersøkelse Nasjonalt Folkehelseinstituttet om å utarbeide et forslag til helsebaserte akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike typer arealbruk på Fornebu.

1. *Mest følsom*: Boliger inklusive fellesarealer, barneinstitusjoner, lekeplasser
2. *Følsom*: Rekreasjonsområder, byområder (gater, torg), boligater
3. *Ikke følsom*: Industri, hovedvei

5. Datagrunnlag

Statsbygg har gjennomført en begrenset undersøkelse av PCB-inholdet i jord (5 prøver), frest asfalt (3) og asfalt (6 prøver) på Fornebu (Tabell 1). Betydelig mengder PCB ble påvist asfalten. Jorda under asfaltdekket har et varierende innhold av PCB (< 0,005 – 2.6 mg/kg). Asfalten er sterkt forurenset (0.12 – 99 mg/kg).

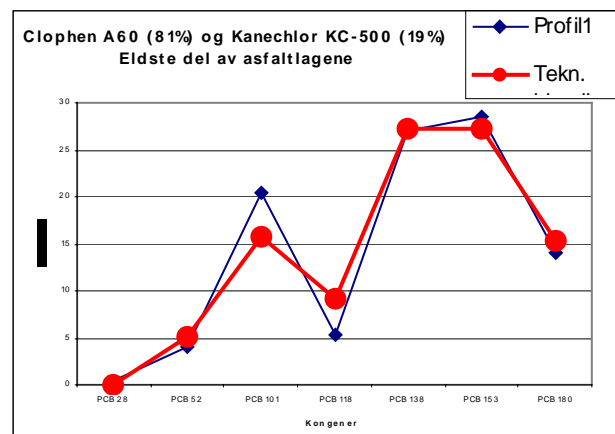
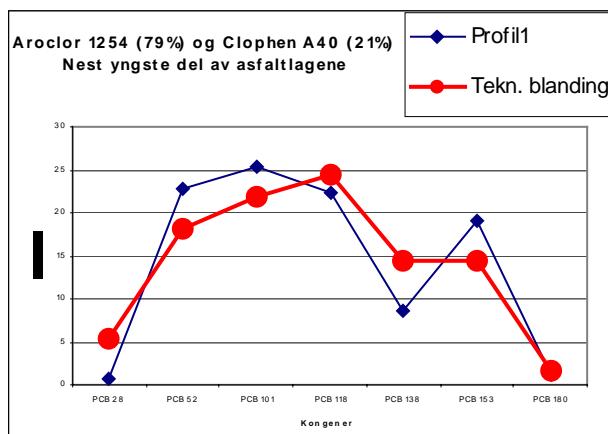
Den eldste asfaltlagene inneholder rester av PCB-produktet ClophenA60 (Figur 1) mens de yngste lagene har rester av PCB-produktet Aroclor1254. Prøvene av frest asfalt har samme typer PCB. Jordprøve tatt under asfaltlagene inneholder PCB av typen ClophenA60. Den samme som i de overliggende eldste asfaltlagene.

De marine sedimentene i de indre delene av Hundesund, Koksa og Holtekilen inneholder relativt lave PCB-konsentrasjoner. Profilene indikerer en blanding av ulike PCB-typer.

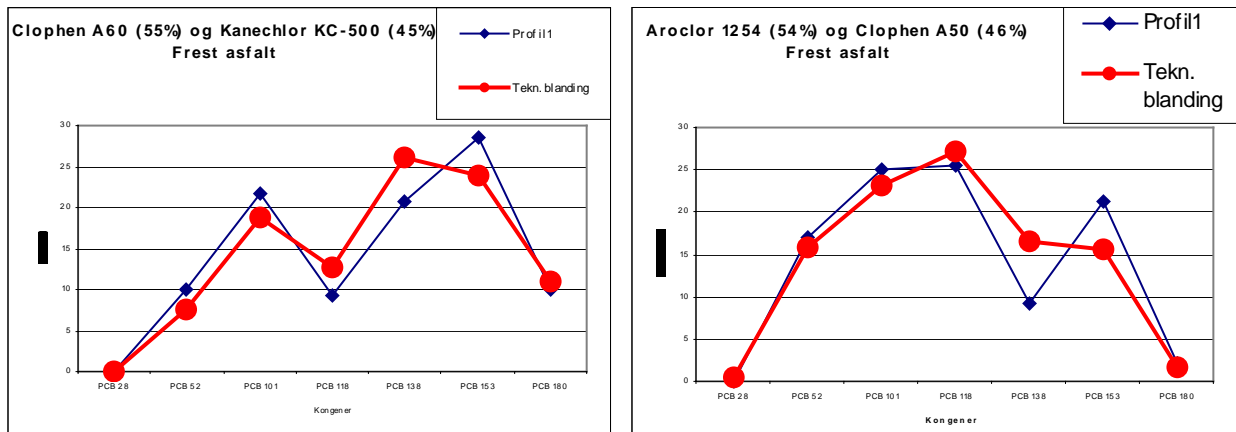
Tabell 1 Innhold av PCB_{sum 7} i prøver av asfalt, frest asfalt og jord fra Fornebu.

Prøvetype	Aritmetrisk gjennomsnitt (mg/kg)	Median (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Antall prøver
Jord	0.65	0.048	0.006 - 2.6	5
Frest asfalt	0.76	0.29	0.123 - 1.86	3
Asfalt	44.6	38.6	13.9 - 98.9	6

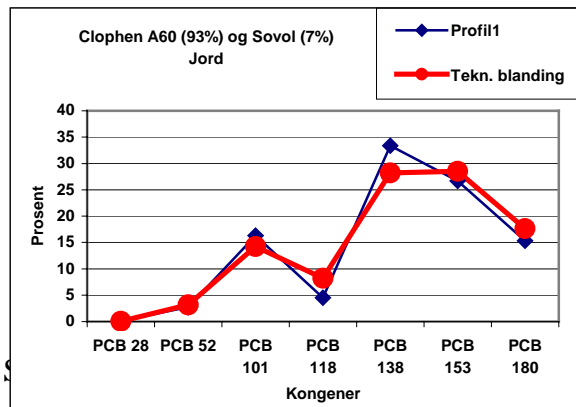
Figur 1 PCB-profiler for asfalt fra Fornebu



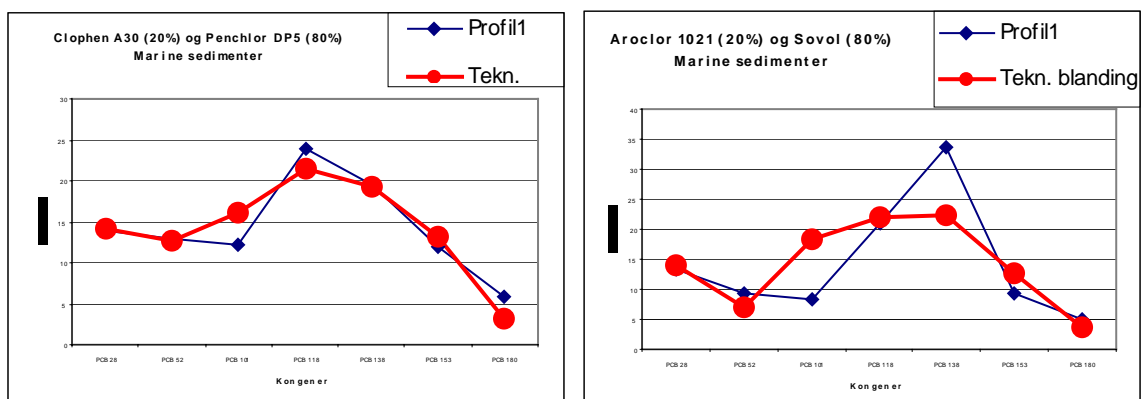
Figur 2 PCB-profiler for frest asfalt fra Fornebu



Figur 3 PCB-profiler i jord fra Fornebu



Figur 4 PCB-profiler i sedimenter fra Koksa og Hundesundet



6. Vurdering av datagrunnlaget

Ut fra NGUs empiriske erfaring fra miljøkjemiske undersøkelser, er datagrunnlaget fra asfalt, frest asfalt og den underliggende jord, noe tynt hva angår antall observasjoner. Videre er det

ønskelig med data fra utlekkingsforsøk fra de delene av asfalten som skal brukes i veier, grøfter og til terrengutformingsformål.

7. Utvikling av helsebaserte akseptkriterier for ulik arealbruk

Ved utvikling av de helsebaserte akseptkriteriene er det tatt hensyn til eksponeringsveier (inntak gjennom munnen av jord, inhalasjon av gass eller støv, opptak gjennom hudkontakt med jord), tid for eksponering og hvilke personer som er eksponert, for eksempel barn og voksne eller bare voksne. I tillegg kommer indirekte eksponering ved forurensninger i grunnen kan nå drikkevannskilde, forurensning vann slik at matfisk forurenses eller at grønnsaker som dyrkes i jorda forurenses og siden spises. Eksponering fra alle disse kilder skal ikke overskride et tolererbart totalinntak av forurensingen. I de helsebaserte normene til SFT ligger det store sikkerhetsmarginer slik at overskridelse ikke nødvendigvis fører til risiko for uønskede helseeffekter. Dette skyldes at det ligger sikkerhetsmarginer i det tolererbare inntaket. Dessuten er det brukt store sikkerhetsmarginer ved estimering av inntaket. Det gjelder både tidsperioden og mengden. For eksempel er det brukt et inntak av jord for barn på 150 mg / dag, hvilket er en mengde som ligger over det barn vanligvis får i seg. Det tolererbare inntaket for ulike helseskadelige stoffer utvikles ofte internasjonalt i regi av WHO, EU eller i de enkelte land. Nyere toksikologiske vurderinger er trukket inn der dette er relevant.

Vanligvis vil eksponering via munnen være den viktigste og mest bestemmende for hvor lavt det helsebaserte akseptkriterium skal være. Indirekte eksponering via fisk og skaldyr er heller ikke aktuelt i og med at det aller meste som konsumeres fanges andre steder. Et unntak er dem som fisker innerst i fjorden ved havnen, der det er forurensede sedimenter, men dette er ikke relevant i denne sammenheng.

Den helsebaserte normen er sammensatt slik for mest følsomt arealbruk der en ikke har tatt hensyn til inntak fra drikkevann og forurensede marine organismer (SFT, 1999):

$$C_{\text{totalinntak}} = \frac{1}{\frac{1}{C_{\text{inntak munnen}} + \frac{1}{C_{\text{hudkontakt}} + \frac{1}{C_{\text{innånding støv}} + \frac{1}{C_{\text{innånding gass}} + \frac{1}{C_{\text{inntakgrønnsaker}}}}$$

Der C er akseptabel jordkonsentrasjon i mg/kg for de ulike eksponeringsveier.

Denne formelen er brukt som et utgangspunkt ved forslag til akseptkriterier. Det er tatt hensyn til aktuell eksponeringsvei og oppholdstid.

Tabell 2 Oversikt over eksponerte, eksponeringstid og eksponeringsveier ved ulike arealbruk

Kategori	Bruk	Eksponerte	Eksponeringstid	Eksponeringsveier
Mest følsom	Bolig Barnehager Lekeplasser	Beboerne: barn og voksne	Stor del av døgnet	Inhalasjon, hudkontakt og inntak. Gjelder boligområder: inntak via dyrkede grønnsaker
Følsom	Rekreasjonsområder Gater og torg Boligveier	Voksne og barn	Mindre del av døgnet	Inhalasjon Barn: inntak via munnen, hudkontakt
Ikke følsom	Industri Hovedvei	Voksne og barn	Hovedvei: Mindre del av døgnet Industri: Arbeidstakerne større del av døgnet	

Den mest følsomme arealbruken er boligområder med friområder, lekeområder og hager hvor det kan foregå dyrking av grønnsaker. I tillegg kommer barnehager, barnepark og lekeområder ved barneskoler. Den mest utsatte gruppen for denne arealbruken er små barn som kan ha et stort inntak av jord i munnen. En stor del av tiden tilbringes på slike arealer. Grunnforurensning på lekeområder ved barneskoler der det fortrinnsvis leker større barn medfører mindre risiko da større barn inntar betydelig mindre mengder jord.

Følsom arealbruk omfatter både rekreasjonsområder og bolig-gater og torg. Selv om barn ferdes på disse områdene, er det mindre aktuelt med høyt inntak via munnen. Dessuten er oppholdstiden langt mindre.

Fra ikke følsom arealbruk er det først og fremst inhalasjon som er aktuelt, også for barn. Bare arbeidstakere som arbeider i industri vil ha lang oppholdstid.

8. Forslag til akseptkriterier basert på helsevurderinger

Det er utarbeidet et forslag til akseptkriterier for PCB-forurenset grunn ved ulike arealbruk:

- *Mest følsom*: Boliger inklusive fellesarealer, barneinstitusjoner, lekeplasser
- *Følsom*: Rekreasjonsområder, byområder (gater, torg), boligkvarterer
- *Ikke følsom*: Industri, hovedvei

Tabell 3 Eksponerte, eksponeringstid og eksponeringsveier ved ulike arealbruk

Komponent	Jorddybde	Arealbruk 1 Mest følsom	Arealbruk 2 Følsom	Arealbruk 3 Ikke følsom
PCB (mg/kg)	<0,3 meter < 1 meter	0,7	0,7 ¹	5,4 ¹
PCB (mg/kg)	>1 meter	5,4 ¹	5,4 ¹	< 50 ²

¹ Verdier er beregnet ut fra SFTs veiledning

(³ Verdier er anbefalt av det svenske Naturvårdsverket ?? fås ved SFTs modell med bare hudkontakt og inhalasjon.)

² Verdi hentet ut fra FOR 2002-12-20 nr 1817: Forskrift om farlig avfall

Forslaget til helsebaserte akseptkriterier for mest følsom og følsom arealbruk er basert på aktuelle eksponeringsveier og eksponeringstid hvor også hudkontakt og inntak via munnen er inkludert som laveste verdi. Ved å anvende SFTs beregningsmåte for helsebaserte normverdier og ta hensyn til alle tenkelige eksponeringsveier, eksklusive drikkevann, vil en komme til 0,0047, avrundet til 0,01 mg/kg jord for mest følsom arealbruk. Indirekte inntak via grønnsaker er den faktor som driver verdien ned. Vi må imidlertid anta at det i boligområder og villahager bare i begrenset grad vil dyrkes grønnsaker og at disse igjen bare utgjør en begrenset del av kostinntaket. Det er derfor rimelig å se bort fra dette. Ved å anvende SFTs beregningsmåte fås en verdi på 0,7 mg /kg jord. I Bergen og Trondheim (Ottesen et al 1999 og Ottesen et al 2003) er det benyttet en maksimal PCB-konsentrasjon på 0,5 mg/kg (tørrestoff) med basis i det svenske Naturvårdsverkets anbefalinger for mest følsom arealbruk. Disse to verdiene er i samme størrelsesorden og en foreslår for konsekvensens skyld å anvende SFTs beregningssystem som gir 0,7 mg/kg.

I dypere jordlag er det foreslått en høyere grense som bare tar hensyn til hudkontakt og inhalasjonseksponering, men dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Ved ikke følsom arealbruk er denne verdien lagt til grunn. Det kan ikke aksepteres PCB-konsentrasjoner i grunnen som er høyere enn grensverdiene for PCB i farlig avfall (50 mg/kg). Denne verdien er brukt for dypere jordlag for ikke følsomt arealbruk.

9. Litteraturliste

Alexander, J. 2002: Forslag til akseptkriterier av forurenset grunn basert på helsevurderinger. Notat.

Hellman, S. 2000: PCB-yhdistee elementtitalon piha-alueen maaperässä. Pirkamaan ympärikeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 182.

Hoag, G. og Alexander, S. 1986: Polychlorinated biphenyles in bituminous materials. Journal of transportation engineering, vol 112, 265-275.

Jensen, T., Bjørnholm, E. og Brønstad, G. 2000: Sedimentundersøkelse i sjøområdet rundt Fornebu. Marin miljøundersøkelse. DNV-rapport 2000-3069.

Langedal M og Ottesen RT (2001). Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim: Status- og erfaringsrapport. Trondheim kommune, Miljøavdelingen Rapport nr. 03/01.

Naturvårdsverket 1996: Development of generic guideline values. Report 4639

Ottesen RT, Volden T, Finne TE, Alexander J. Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Skjold skole. NGU Rapport 99.049, Trondheim 1999a, 18 sider.

Ottesen RT, Volden T, Finne TE, Alexander J. Undersøkelse av arseninnhold i jord i skolegården i Stormyra barnehage. NGU Rapport 99.058, Trondheim 1999b, 13 sider

Ottesen RT, Volden T, Finne TE, Alexander J. Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Hellen skole. NGU Rapport 99.062, Trondheim 1999c, 18 sider.

Ottesen RT, Volden T, Finne TE, Alexander J. Jordforurensing i Bergen – Undersøkelse av barnehager, barnepark og lekeplasser på Nordnes, Jekteviken og Dokken. Helse- og risikovurdering. NGU Rapport 99.077, Trondheim 1999d, 57 sider.

Ottesen RT, Langedal M, Cramer J, Elvebakk H, Finne TE, Haugland T, Jæger Ø, Longva O, Storstad TM, Volden T. (2000) Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Datarapport. NGU Rapport nr. 2000,115, 57 sider, 62 kartblad.

SFT (1999) Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Veiledning 99:01a.

Weideborg M, Alexander J, Norseth T, Vik EA. (1998a). Human toksikologi. Delrapport 1 i SFT/GRUFs Miljøprosjekt. Aquateam-rapport nr. 97-107.

Statens institutt for folkehelse (1998). Miljø og helse – en forskningsbasert kunnskapsbase. Rapport, http://www.fhi.no/publ/rapporter/1999_3_miljooghelse.html#TopOfPage

Vik, E. A. og medarbeidere 2002: Revidert brukerveiledning for stedsspesifikk risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu. Statsbygg-veiledning.

Weideborg M, Alexander J, Vik EA, Norseth T, Bjørnstad B, Kaland T, Breedveld G (1998b). Normverdier for mest følsomt arealbruk. Delrapport 6 i SFT/GRUFs miljørisikoprosjekt. Aquateam-rapport nr. 98-064.

WHO (1998a) Guidelines for drinking-water quality. Second edition Volume 2 Health criteria and other supporting information. WHO, Geneva.

WHO (1998b) Guidelines for drinking-water quality. Second edition Addendum to Volume 2 Health criteria and other supporting information. WHO, Geneva.

Ôberg, T. 1994: Förekomst av PCB och PCN i varoroch kemiska produkter i Sverige. Kemikalieinspektionen PM-18/94.

Vedlegg 1: Hva er PCB?

PCB er navnet på en stoffgruppe som består av to fenyl-ringer knyttet sammen av en enkeltbinding og et varierende antall kloratomer på bindingene. Det finnes 209 PCB-forbindelser med forskjellige egenskaper. PCB er meget stabilt både kjemisk, biologisk og termisk. Disse egenskapene har vært stoffenes viktigste bruksegenskaper. PCB er nå forbudt, men ble tidligere brukt som transformatoroljer, kondensatorer i lysstoffrør, impregneringsmiddel for bomull og asbest og som tilsatsmiddel til gummi og enkelte malinger. De 209 PCB-forbindelsene har svært ulike gifteffekter. PCB er svært tungt nedbrytbart og har lang oppholdstid i miljøet. PCB bioakkumuleres ved lagring i fettvev og oppkonsentreres i næringskjeder. PCB utskilles i morsmelk og overføres derved til neste generasjon. PCB har meget høy akutt giftighet overfor marine organismer. Akutt giftighet overfor pattedyr inklusive mennesker er relativt lav. PCB har kroniske giftvirkninger overfor akvatiske og terrestriske organismer selv i små konsentrasjoner. På samme måte som for dioksiner er det molekylens form som utgjør de biologiske egenskapene til PCB.

PCB brukes ikke lenger. Men PCB kan finnes i grunnen som følge av tidligere forurensing med transformatorolje, bruk av PCB-holdig tilsats i asfaltproduksjon og som et resultat av rehabilitering av bygningen der PCB har vært anvendt i bygningsmaterialer som for eksempel murpuss og isolerglass (Ottesen et al 1999a). PCB brytes langsomt ned i naturen og har en tendens til å hoppe opp i næringskjeden. PCB er lite akutt giftig, men kan ha en rekke effekter ved opphopning i kroppen. En regner at fosteret er mest utsatt og da som en følge av mors eksponering. Befolkningen PCB eksponering er for nedadgående.