

# RAPPORT

Rapport nr.: 2000.089		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
<b>Tittel:</b> Jordforurensning i Bergen – Oppfølgende undersøkelser av jordforurensning i barns lekemiljø i Sentrum-, Laksevåg-, Løvtakken-, Sandviken og Landås bydeler. Helserisikovurderinger.				
<b>Forfatter:</b> Rolf Tore Ottesen, Tore Volden, Toril Haugland og Jan Alexander		<b>Oppdragsgiver:</b> Bergen kommune og Norges geologiske undersøkelse		
<b>Fylke:</b> Hordaland		<b>Kommune:</b> Bergen		
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Bergen		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1115 1 Bergen		
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b>		<b>Sidetall:</b>	<b>Pris:</b>	
<b>Feltarbeid utført:</b> Desember 1999 - mars 2000		<b>Rapportdato:</b> 31. august 2000	<b>Prosjektnr.:</b> 280802	<b>Ansvarlig:</b>
<b>Sammendrag:</b> Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Statens institutt for folkehelse (Folkehelsa) har undersøkt innholdet av bly, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenylter (PCB) i jorden i 73 barnehager, barnepark og lekeplasser i Sentrum-, Løvtakken-, Landås-, Sandviken-, og Laksevåg bydeler i Bergen.				
Det øverste jordlaget i de undersøkte lekearealer er i varierende grad forurenset med bly, PAH og PCB. Resultatene er brukt i en helserisikovurdering. Det foreslås tiltak i 21 av de undersøkte lekearealer.				
Forurensningskildene i "gammel" byjord er mange. Typiske kilder er avfall, slagg, bygningsrester/rivningsavfall (malingsflak, betong og murpuss). Kildene for bly og PAH er sannsynligvis historiske, mens PCB-kildene fremdeles er aktive.				
Som et resultat av disse undersøkelsene anbefales følgende tiltak for bedring av situasjonen:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fjerning av jord/sand hvor blyinnholdet er høyere enn 150 mg/kg, benzo(a)pyren-innholdet er høyere enn 0,5 mg/kg og PCB-innholdet er høyere enn 0,5 mg/kg. Volumet av masse som foreslås fjernet utgjør til sammen mellom 900 og 1400 m<sup>3</sup>.</li> <li>Massene erstattes med ren jord.</li> <li>Kildene for PCB-forurensningen bør kartlegges og isoleres for å forhindre fremtidig ny forurensning.</li> </ul>				
Emneord: Jordforurensning		Barnehager		Bly
PCB		PAH		Benzo(a)pyren
Helserisikovurdering		Bymiljø		Bergen kommune

## INNHold

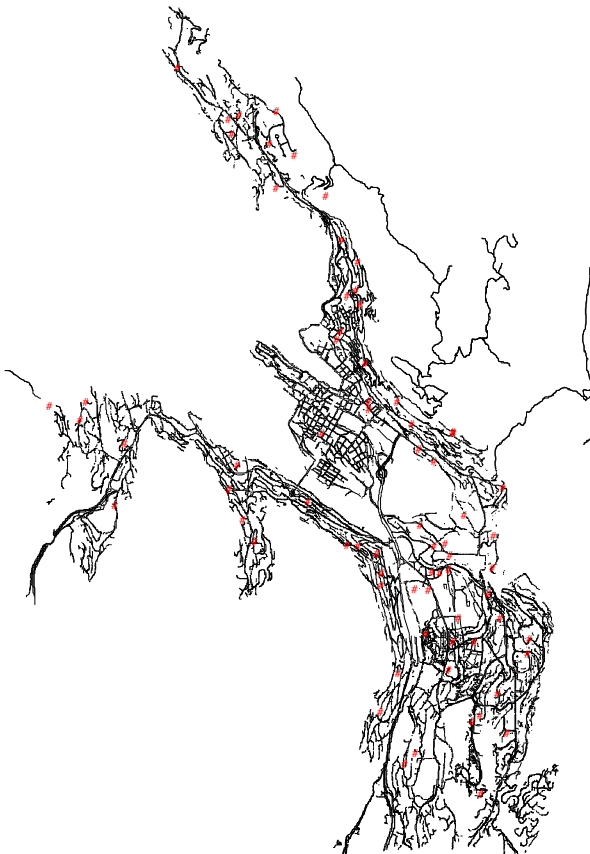
1	INNLEDNING .....	4
2	VURDERING OG FORSLAG TIL TILTAK .....	5
2.1	Bergen Barneasyl (Asylplass).....	9
2.2	Fløyen barnehage (Fløyenbakken 39A).....	10
2.3	Marken barnehage (Kong Oscars gt 55).....	13
2.4	Fagertun barnehage (Kalfarveien 59).....	15
2.5	Hundstad barnehage (Haukeland Sykehus).....	17
2.6	Stemmeveien barnepark (Stemmeveien 33).....	19
2.7	Søre Skogvei barnehage (Firdagaten 37).....	21
2.8	Kronstad barnehage (Inndalsveien 7a).....	23
2.9	Kronen barnehage (St. Olavs v 1).....	25
2.10	Solheim kirkes korttidsbarnehage (Hordagaten 28).....	27
2.11	Camilla Collets gt barnepark (Camilla Collets gt 8A).....	29
2.12	Minde barnehage (Bendixens v 49).....	31
2.13	Roald Amundsens vei barnepark (R. Amundsens v 11).....	33
2.14	Nyhavn barnehage (Nyhavnsveien 2).....	35
2.15	Persenbakken barnehage (Gutenbergs v 14).....	37
2.16	Sandviken menighets barnehage (Kirkegaten 1).....	39
2.17	Sølvberget barnehage (Skytterveien 23 A).....	41
2.18	Flagghaugen barnepark (Hatleveien 3).....	43
2.19	Sudmannsvei barnepark (Sudmannsvei 16).....	45
2.20	Sjøkrigsskolens foreldrebarnehage.....	47
2.21	Lekeplass ved Damsgård skole.....	49
3	METODER OG GJENNOMFØRING .....	50
3.1	Prøvetaking, prøvepreparering og kjemisk analyse.....	50
3.2	Kartfremstilling og datalagring.....	50
3.3	Kildekarakterisering.....	50
3.4	Karakterisering av spredningsveier.....	50
3.5	Stedsspesifikk risikovurdering.....	51
4	DATAGRUNNLAG .....	52
5	Toksikologisk grunnlag.....	56
5.1	Bly.....	56
5.2	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	56
5.3	Polyklorerte bifenyler (PCB) .....	57
6	HELSE-RISIKOVURDERING .....	58
6.1	Akseptkriterier.....	58
6.2	Barns eksponering av bly, benzo(a)pyren og PCB i barnehager, barneparker og lekeplasser i Sentrum-, Løvestakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler.....	58
6.2.1	Bly.....	58
6.2.2	Benzo(a)pyren.....	59
6.2.3	PCB .....	60

7	KONKLUSJON.....	61
8	BAKGRUNNSLITTERATUR .....	62

## 1 INNLEDNING

Tidligere er innholdet av arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly, sink og utvalgte organiske miljøgifter kartlagt i overflatejord fra parker, plener, enger og hager i Bergen (Ottesen og Volden 1999). I det indre byområdet (Sentrum-, Løvstakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler) er innholdet av miljøgifter oppkonsentrert i forhold til gjennomsnittet for hele kommunen. Innenfor Bergen sentrum har Nordnes de høyeste konsentrasjonene av bl.a. arsen og bly, mens Jekteviken og Dokken har de høyeste konsentrasjonene av polysykliske hydrokarboner (PAH). Basert på funnene som ble gjort i den byovergripende undersøkelsen, gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Statens institutt for folkehelse en kartlegging av tilstanden i barns utendørs lekearealer (21 steder) på Nordnes og i Dokken. Det ble gjennomført opprydningstiltak i 20 av de 21 undersøkte lekearealene (Ottesen, Volden, Finne og Alexander 1999 a, b, c, d).

Denne undersøkelsen tar for seg 73 lekearealer fra de tidligere nevnte Sentrum-, Løvstakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler. Det er til sammen samlet inn 403 prøver av lokal jord (ikke tilkjørt sand). Alle prøvene er analysert på bly og 29 andre grunnstoffer. Innholdet av PAH-forbindelser er bestemt i 177 prøver, mens mengden polyklorerte bifenyler (PCB) er bestemt i 77 prøver.

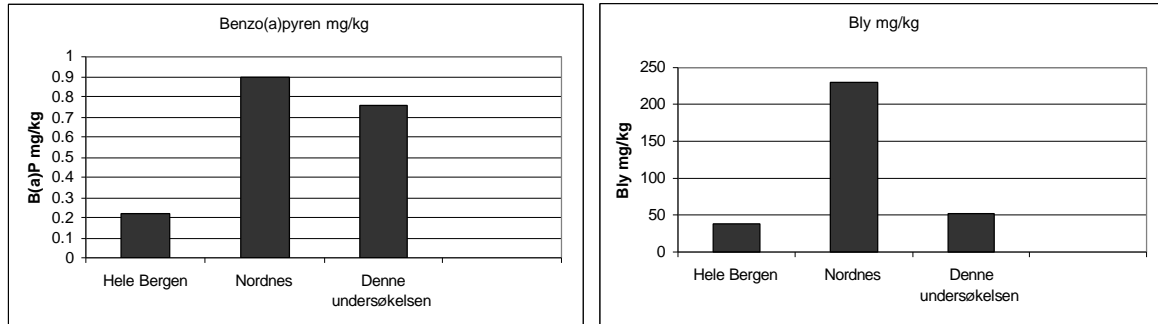


*Kartet viser geografisk plassering av de undersøkte lekearealer.*

## 2 VURDERING OG FORSLAG TIL TILTAK

Kartleggingen av lekearealene har avdekket tildels sterk forurensning av jorden med PAH og PCB1 og begrenset forurensning med bly.

*Gjennomsnittlig innhold av benzo(a)pyren og bly i hele Bergen kommune, Nordnes/Dokken og denne undersøkelsen*



I helserisikovurderingene er det valgt å bruke verdiene for benzo(a)pyren som markør for PAH-forbindelsene. Vurderingene har resultert i forslag til tiltak i 21 av de 73 undersøkte lekearealene (Tabell 1- 5). Tiltakene går ut på fjerning av forurenset masse som erstattes med ren jord (til sammen 900 - 1400 m<sup>3</sup> masse). Kildene for bly og PAH er hovedsakelig historiske, og fjerning av forurenset jord er derfor et godt tiltak. Når det gjelder PCB, kan kildene være knyttet til eksisterende bygningsmasse. Ved fremtidig rehabilitering/oppussing av bygningene, kan det derfor være fare for ny spredning av PCB.

*Fløen barnehage holder til i sokkelen i en boligblokk fra 1952, som senere er rehabilitert i ca. 1990. Det er mulig at deler av bygningen inneholder PCB som har lekket til grunnen. Det er gjennomført tiltak i barnehagen. Forurenset jord er fjernet og erstattet med ren jord. Bygningen kan fremdeles inneholde PCB og på den måten representere en fremtidig forurensningskilde.*



Tabell 1 Oppsummering for de undersøkte lekearealer i Sentrum bydel. Forurensningsgrad (uforurenset, svak, moderat, sterk og meget sterk ). Bly = Pb, benzo(a)pyren = B(a)P og polyklorerte bifenyl = PCB.

Lekeareal	Forurensningsgrad og type	Forslag til tiltak
<b>Bergen barneasyl</b>	<b>Moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Fjellveien barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Fløen barnehage	Meget sterk PCB	Omfattende fjerning av masser
Kalfarveien barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Marken barnehage</b>	<b>Moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Rosetårnet barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Stiftelsen Domkirken barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Birkebeiner barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Fagertun barnehage</b>	<b>Moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
<b>Hunstad barnehage</b>	<b>Sterk B(a)P, moderat Pb</b>	<b>Omfattende fjerning av masser</b>
Karusellen barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Nye Starefossen barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Vognstølen barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Skansemyren barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Stemmeveien barnepark	Uforurenset	Ingen tiltak
Skansebakken barnepark	Sv ak Pb	Ingen tiltak

Tabell 2 Oppsummering for de undersøkte lekearealer i Løvstakken bydel. Forurensningsgrad (uforurenset, svak, moderat, sterk og meget sterk ). Bly = Pb, benzo(a)pyren = B(a)P og polyklorerte bifenyl = PCB.

Lekeareal	Forurensningsgrad og type	Forslag til tiltak
Gyldenpris barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Ny Krohnborg barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Storetveit menighets barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Søre Skogvei barnehage</b>	<b>Sterk B(a)P</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Pinnelien barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Kronstad barnehage</b>	<b>Svak til moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Kronen barnehage	Sv akt PCB	Ingen tiltak
<b>Kronen barnehage</b>	<b>Sterk til meget sterk B(a)P</b>	<b>Fjerning av masser</b>
Lekefabrikken barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Olivers familiebarnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Solheim kirkes korttidsbarnehage</b>	<b>Moderat B(a)P</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
<b>Camilla Collets barnepark</b>	<b>Moderat til sterk B(a)P</b>	<b>Omfattende fjerning av masser</b>
Grønnestølen barnepark	Uforurenset	Ingen tiltak
Solhaug barnepark	Uforurenset	Ingen tiltak
Hordagaten barnepark	Uforurenset	Ingen tiltak
Solheimslien barnepark	Uforurenset	Ingen tiltak

Tabell 3 Oppsummering for de undersøkte lekearealer i Landås bydel. Forurensningsgrad (uforurensset, svak, moderat, sterk og meget sterk ). Bly = Pb, benzo(a)pyren = B(a)P og polyklorerte bifenyler = PCB.

Lekeareal	Forurensningsgrad og type	Forslag til tiltak
Inndalen barnehage	Svak Pb	Ingen tiltak
<b>Minde barnehage</b>	<b>Sterk til meget sterk B(a)P</b> <b>Svak til moderat Pb</b>	<b>Omfattende fjerning av masser</b>
Mannsv erk barnehage	Svak PCB	Ingen tiltak
Slettebakken barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Sletten barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Øvrebø barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Låven barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Løbergstien barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Kanonhaugen barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Rugdev eien barnepark	Uforurensset	Ingen tiltak
Soleiv eien barnepark	Uforurensset	Ingen tiltak
Fridalen barnepark	Uforurensset	Ingen tiltak
<b>Roald Amundsen vei barnepark</b>	<b>Moderat B(a)P</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Slettebakken barnepark	Uforurensset	Ingen tiltak

Tabell 4 Oppsummering for de undersøkte lekearealer i Sandviken bydel. Forurensningsgrad (uforurensset, svak, moderat, sterk og meget sterk ). Bly = Pb, benzo(a)pyren = B(a)P og polyklorerte bifenyler = PCB.

Lekeareal	Forurensningsgrad og type	Forslag til tiltak
Biskopshavn kirkes barnehage	Svak PCB	Ingen tiltak
Christinegård barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Hellebakken barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Ladegården barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
<b>Nyhavn barnehage</b>	<b>Svak til moderat B(a)P</b>	<b>Tildekking med rene masser</b>
<b>Persenbakken barnehage</b>	<b>Sterk til meget sterk B(a)P</b>	<b>Omfattende fjerning av masser</b>
<b>Sandviken menighets barnehage</b>	<b>Moderat til sterk (B(a)P)</b>	<b>Omfattende fjerning av maser</b>
Solbakken barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
<b>Sølvberget barnehage</b>	<b>Svak til sterk Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av maser</b>
<b>Blokksberg barnehage</b>	<b>Svak til moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
Hellemyren barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Vinterdvalen barnehage	Uforurensset	Ingen tiltak
Christinegård barnepark	Uforurensset	Ingen tiltak
<b>Sudmannsvei barnepark</b>	<b>Svak til moderat B(a)P</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
<b>Flagghaugen barnepark</b>	<b>Svak til moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>

Tabell 5 Oppsummering for de undersøkte lekearealer i Laksevåg bydel. Forurensningsgrad (uforurenset, svak, moderat, sterk og meget sterk). Bly = Pb, benzo(a)pyren = B(a)P og polyklorete bifenyler = PCB.

Lekeareal	Forurensningsgrad og type	Forslag til tiltak
Laksevåg barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Laksevåg kirkes barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Nygård menighets barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Solhaug barnehage	Svak (PCB)	Ingen tiltak
Den internasjonale barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Laksevåg husmorlags korttidsbarnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Nutec foreldre barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
Solgløtt barnehage	Uforurenset	Ingen tiltak
<b>Sjøkrigsskolens foreldre barnehage</b>	<b>Moderat Pb</b>	<b>Begrenset fjerning av masser</b>
<b>Lekeplass ved Damsgård skole</b>	<b>Svak til moderat B(a)P</b>	<b>Fjerning av masser</b>

Tabell 6 Anbefalte tiltaksgrenser for forurenset jord i små barns lekemiljø.

Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	SFTs normverdi <sup>1</sup>	NGUs og Folkehelsas anbefalte tiltaksgrense i små barns lekemiljø
Bly	60 mg/kg	150 mg/kg
Benzo(a)pyren	0,1 mg/kg	0,5 mg/kg
PCB (Sum 7)	0,01 mg/kg	0,5 mg/kg

<sup>1</sup> Normverdiene angir konsentrasjoner som ikke skal kunne skade mennesker eller andre levende organismer uavhengig av arealbruk. De er ikke tiltaksgrenser, men ved overskridelse skal det utføres stedsspesifikke risikovurderinger, som tar hensyn til lokale miljømål, arealbruk og økosystemet.

Tabell 7 Innhold av bly, benzo(a)pyren og PCB i overflatejord fra 73 barnehager, barneparker og lekeplasser fra Sentrum-, Løvstakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler.

Grunnstoff eller kjemisk forbindelse	Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Minimum	Maksimum
Bly (mg/kg)	53	29	3	844
Benzo(a)pyren (mg/kg)	0,76	0,15	0,01	20,0
PCB <sub>Sum 7</sub>	1,50	0,023	0,001	22,0



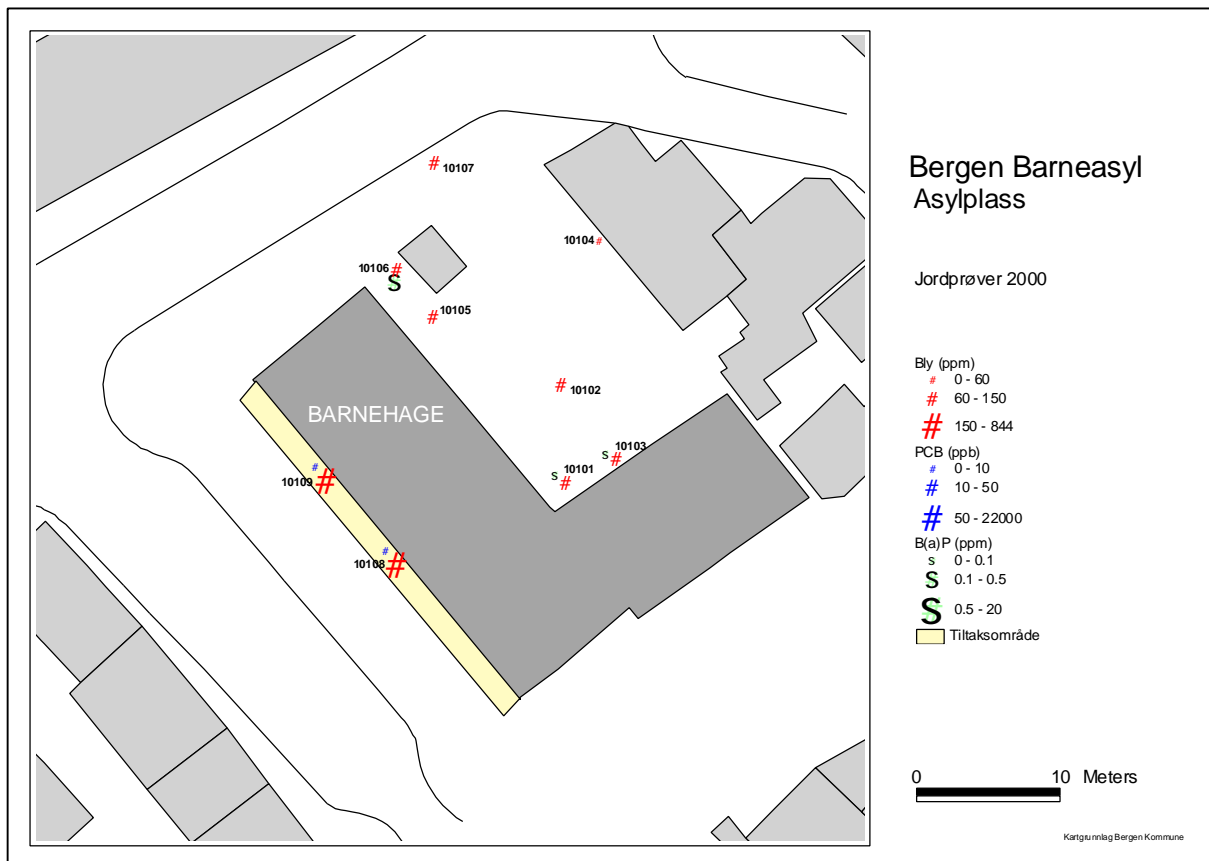
## 2.1 Bergen Barne asyl (Asylplass)

Sanden langs grunnmuren på forsiden av huset er forurenset med bly (Figur 2.1a og b). Blykilden er sannsynligvis gammel maling, dvs. kilden er historisk. Den høyeste blyverdien er nesten 6 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 150 mg/kg.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.1 a og b viser hvor i barnehagen det er behov for tiltak. Tiltakene består i å fjerne sand hvor blyinnholdet er høyere enn 150 mg/kg. Massene graves ut i 20-30 cm dyp og ca. 2 meter ut fra veggen. Massene erstattes med ren sand.

Figur 2.1.a



*Figur 2.1.b Bergen Barneasyl. Avmerket område er forurenset med bly og anbefales gravd bort og erstattet med ren sand.*



## 2.2 Fløen barnehage (Fløenbakken 39A)

Store deler av utearealet var sterkt forurenset med PCB. De høyeste verdiene var omtrent 60 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrænse på 500µg/kg. På grunn av de meget høye verdiene, ble tiltak iverksatt umiddelbart. Forurenset jord er nå skiftet ut og erstattet med rene masser. Det er påvist tre ulike typer PCB i den forurensete jorden (aroklor, clophen og kaneklor). Barnehagen holder til i en boligblokk bygget i 1952, som senere er rehabilitert i ca. 1990. Ulike produkter i bygningsmassene kan være kildene til PCB.

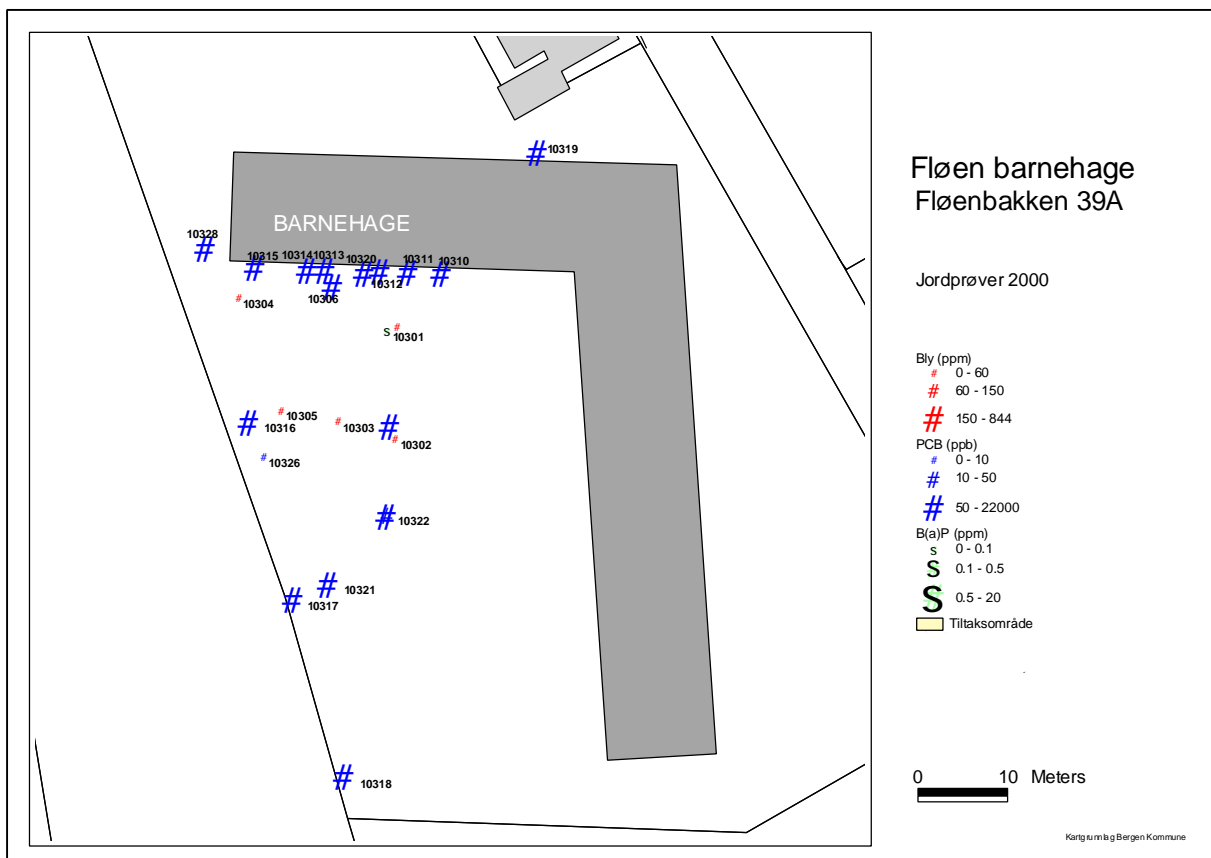
Tabell 7 Innhold av PCB i jordprøver fra Fløen barnehage (mg /kg)

	103-6	103-10	103-11	103-12	103-13	103-14	103-15	103-16	103-17	103-18	103-19
PCB-28	10	10	100	5	10	20	900	1	2	1	1
PCB-52	1200	460	4100	500	1200	1900	2700	17	12	100	70
PCB-101	2200	750	5500	850	2000	3300	4300	38	26	180	280
PCB-118	1800	650	4500	750	1600	2800	3800	34	23	170	170
PCB-138	1600	600	3900	750	1500	2700	3600	41	27	180	600
PCB-153	1300	500	3300	600	1200	1600	2400	28	18	150	600
PCB-180	170	70	500	110	180	340	550	7	4	33	360
sum7	8500	3100	22000	3600	8000	13000	18000	170	110	800	2100

### Forslag til tiltak

Det anbefales at undersøkelser utføres for å bestemme kilden til PCB-fourensningen, slik at fremtidig forurensning kan forhindres.

Figur 2.2.a



*Figur 2.2.b Fotografier fra Fløen barnehage før tiltak ble iverksatt.*



*Figur 2.2.c Fotografier fra Fløen barnehage etter at tiltak ble iverksatt. Den forurensede jorden ble fjernet og erstattet med ren jord. Inntil husveggen ble det lagt asfalt.*



### 2.3 Marken barnehage (Kong Oscars gt 55)

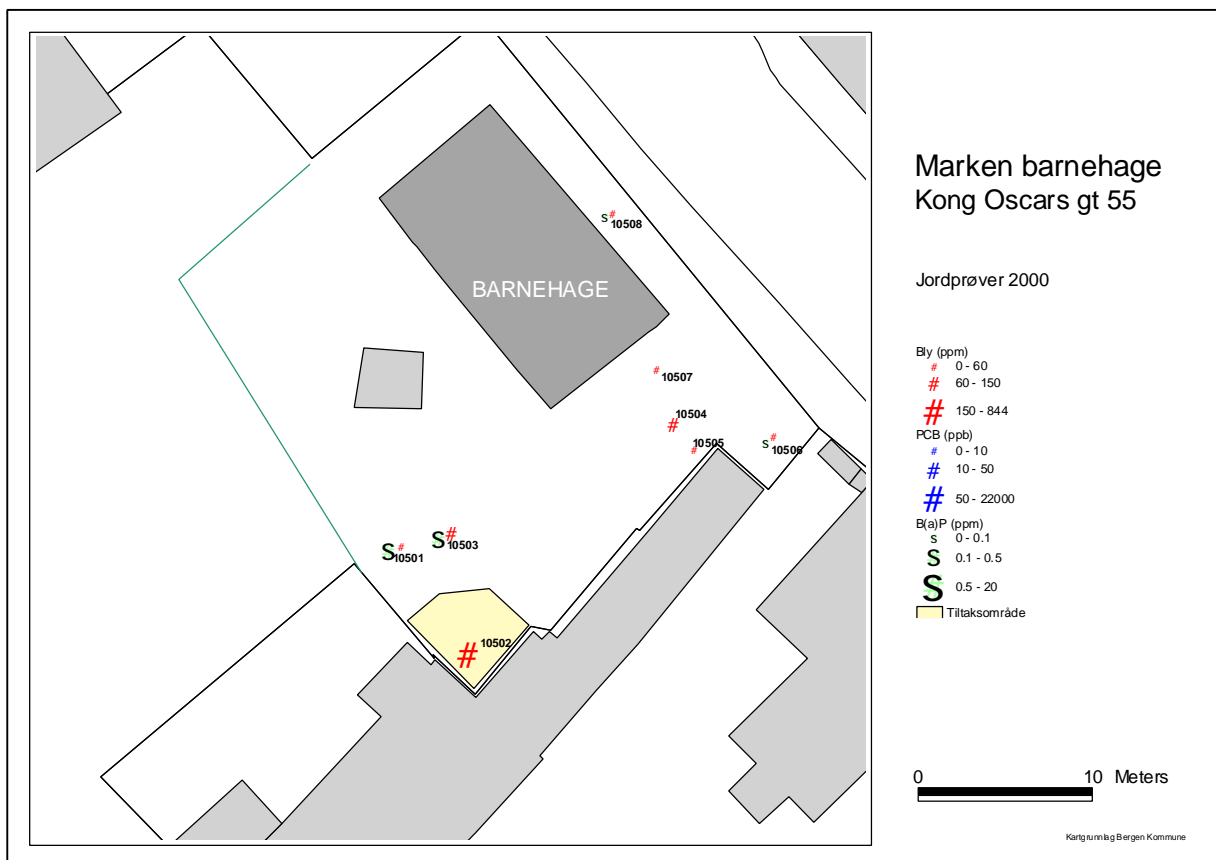
I en liten del av utearealet i Marken barnehage er jorden moderat forurenset med bly. Blykilden er sannsynligvis historisk.

#### Forslag til tiltak

Figur 2.3 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

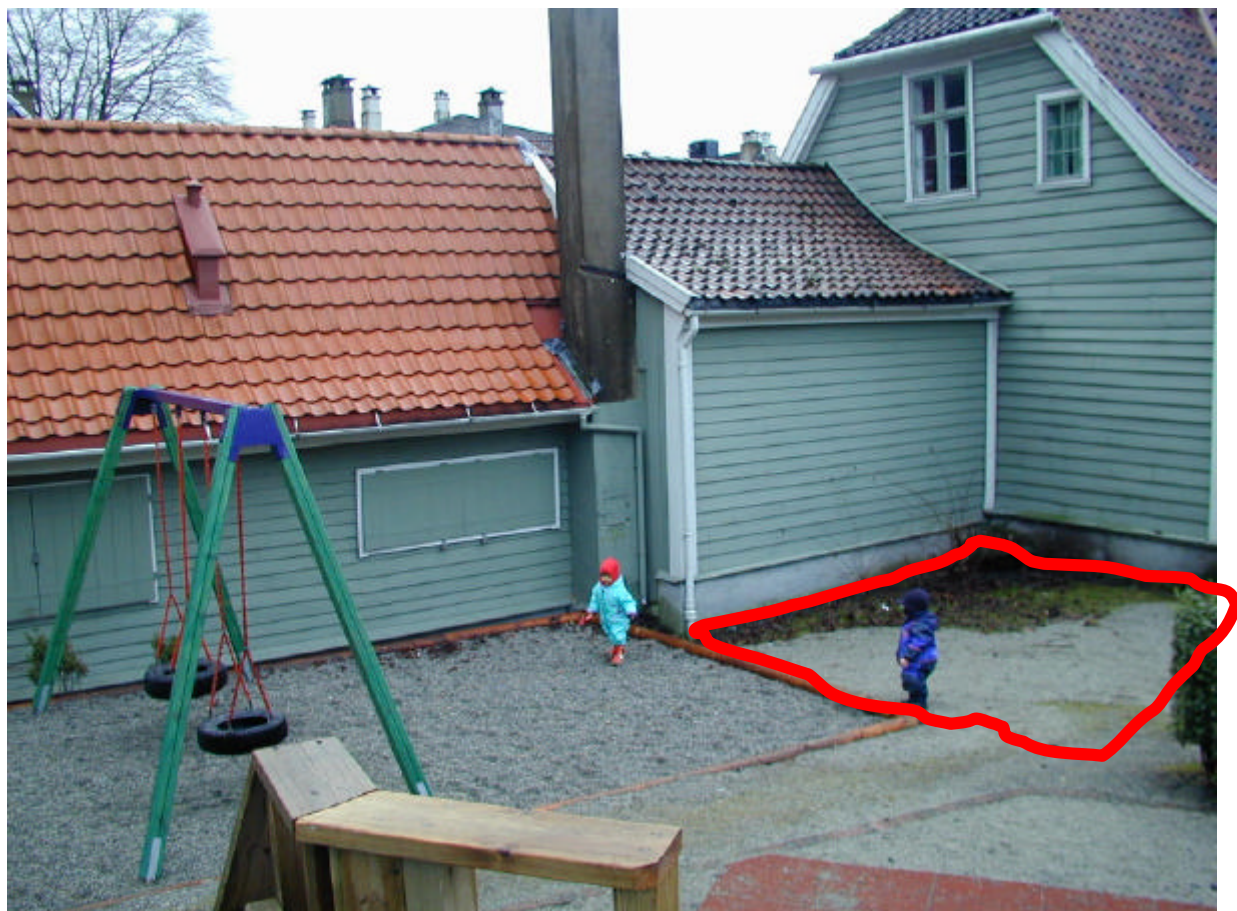
- Fjerning av masser der blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren sand.

Figur 2.3.a





*Figur 2.3.b Marken barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly, og den anbefales gravd bort og erstattet med ren sand.*



## 2.4 Fagertun barnehage (Kalfarveien 59)

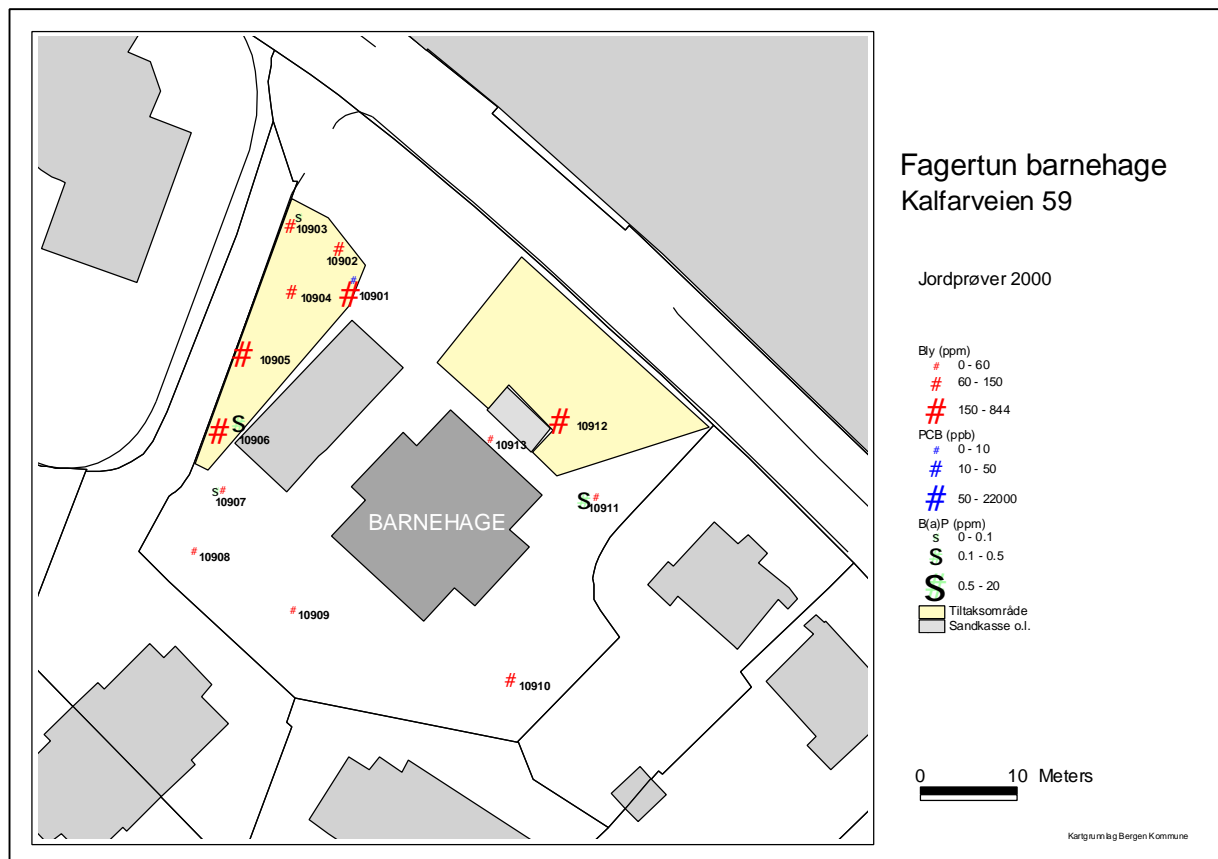
I omtrent halvparten av arealet i Fagertun barnehage er jorden forurenset med bly. Den høyeste verdien er nesten dobbelt så høy som vår anbefalte tiltaksgrænse på 150 mg/kg. Blykilden er ukjent.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.4 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren sand.

Figur 2.4.a



*Figur 2.4.b Fagertun barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly og den anbefales gravd bort og erstattet med ren sand.*





## 2.5 Hundstad barnehage (Haukeland Sykehus)

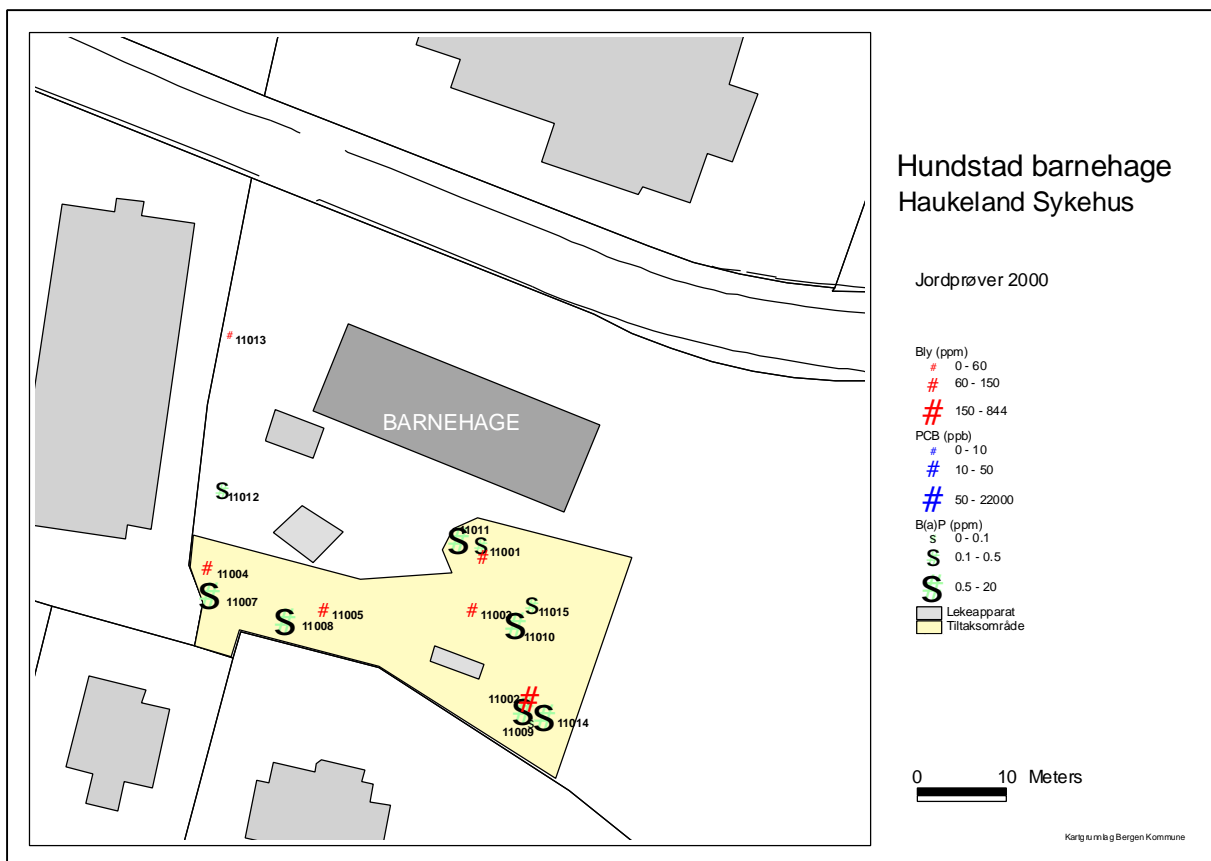
I Hundstad barnehage er omtrent halvparten av utearealet forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er 5 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg. I tillegg er en mindre del av arealet også forurenset med bly. Forurensningskildene er ukjente.

### Forslag til tiltak

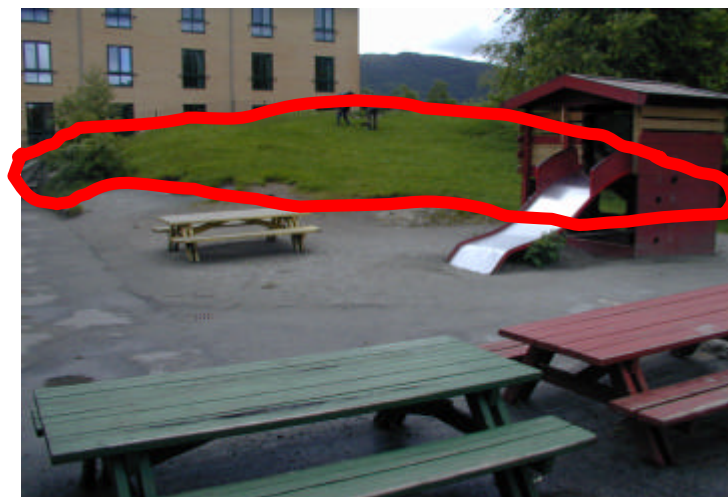
Figurene 2.5 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der konsentrasjonene av benzo(a)pyren er høyere enn 0,5 mg/kg og blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord/sand.

Figur 2.5.a



*Figur 2.5.b Hundstad barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren og bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.6 Stemmeveien barnepark (Stemmeveien 33)

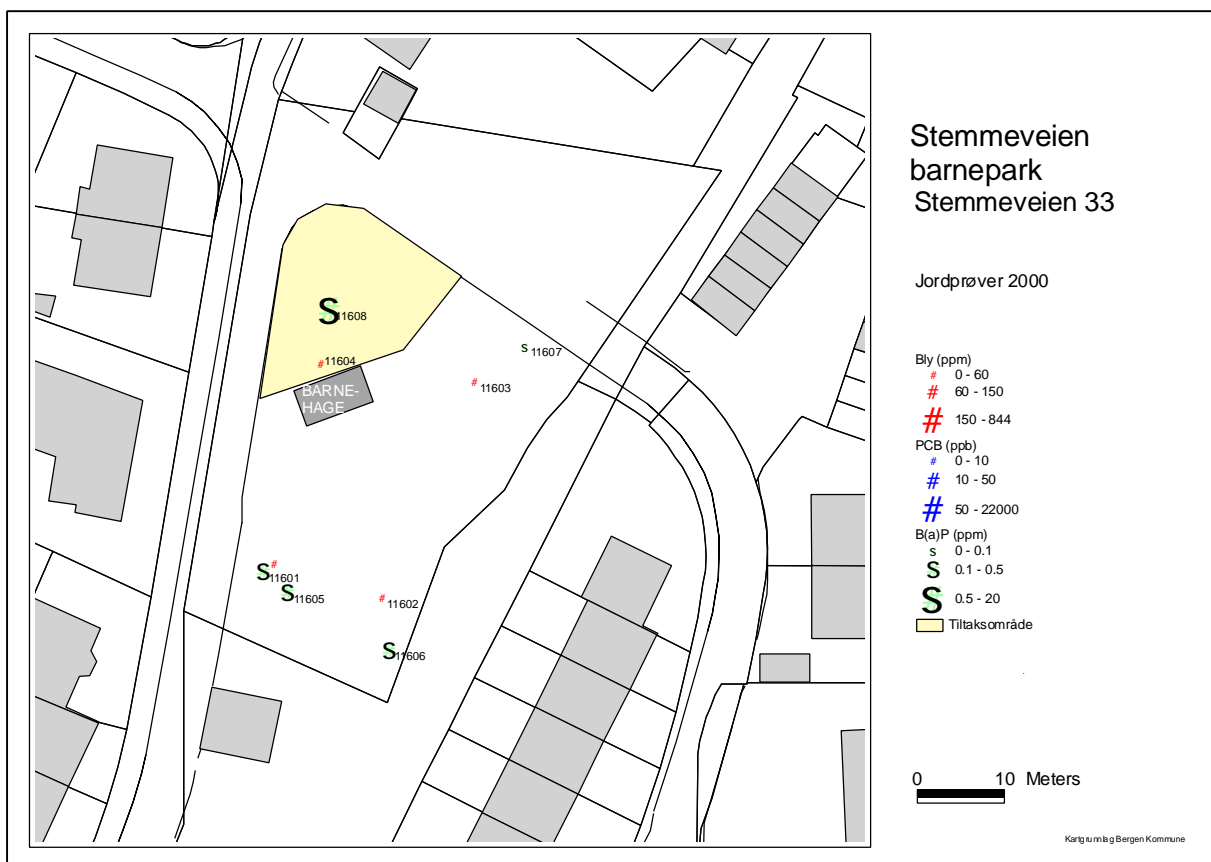
Jorden i barneparken er svakt til moderat forurenset med benzo(a)pyren. Koks- og slagpartikler er kilden til de påviste PAH-forbindelsene.

### Forslag til tiltak

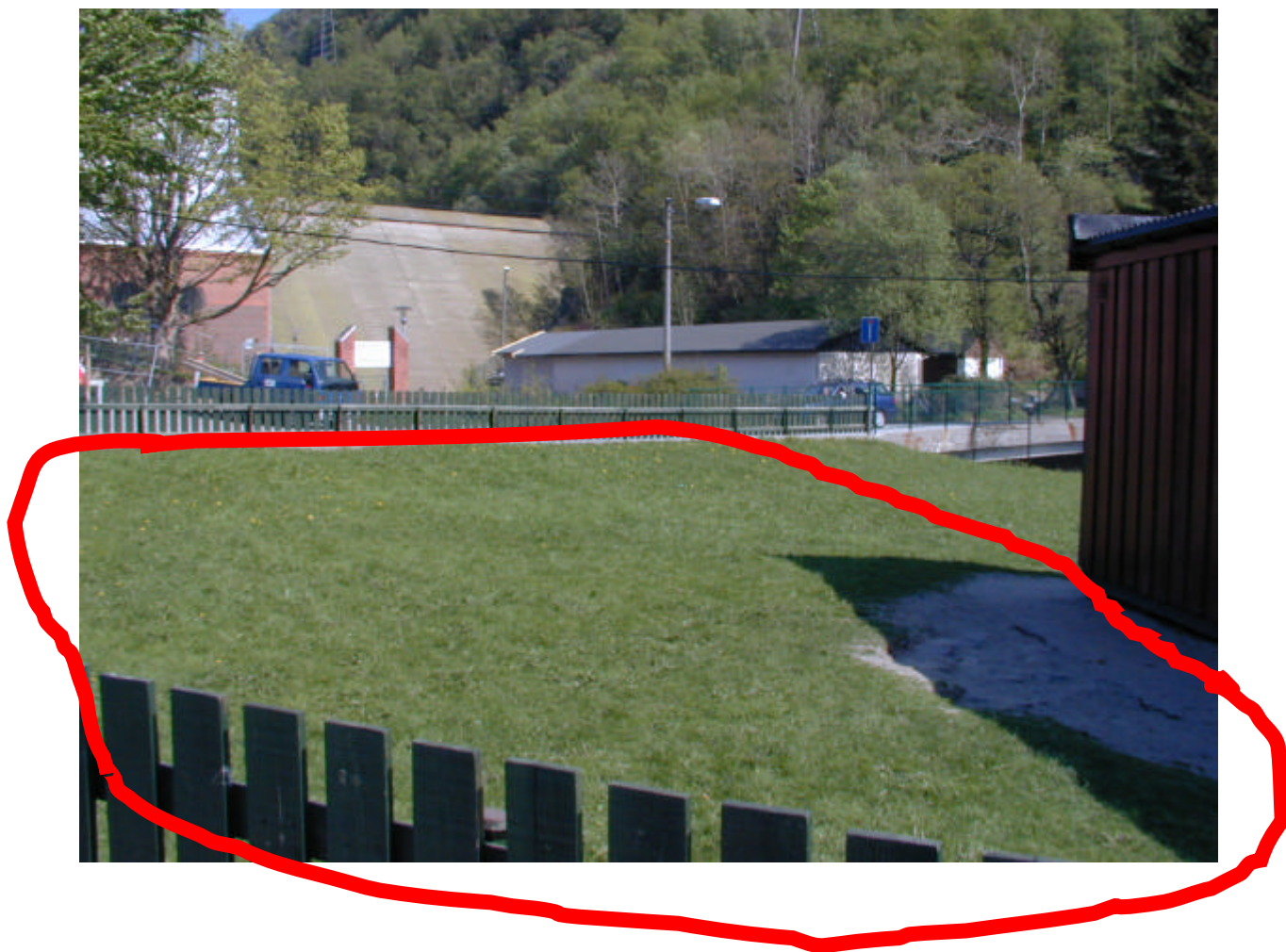
Figurene 2.6 a og b viser hvor i barneparken det anbefales tiltak. Tiltakene består i:

- Fjerning av masser der konsentrasjonene av benzo(a)pyren er høyere enn 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord/sand.

Figur 2.6.a



*Figur 2.6.b Stemmeveien barnepark. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.7 Søre Skogvei barnehage (Firdagaten 37)

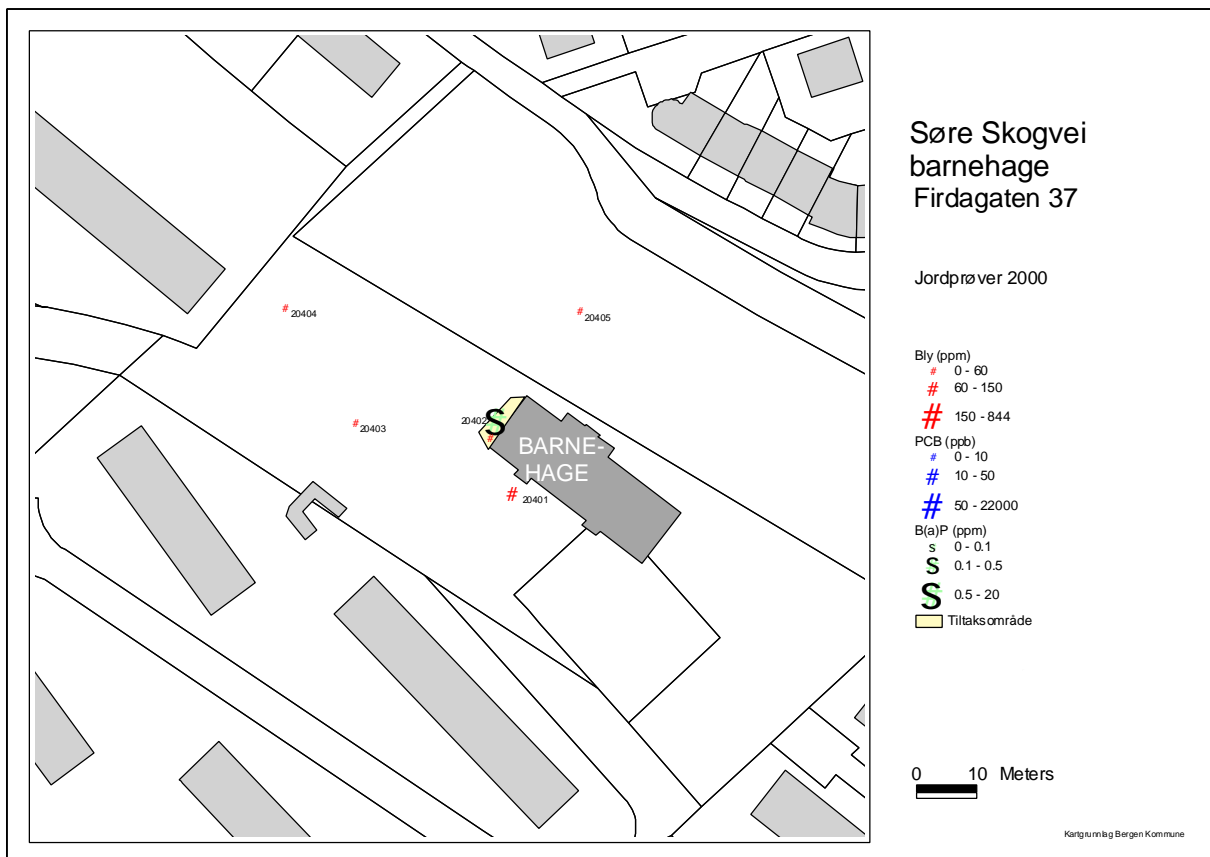
I Søre Skogvei barnehage er en liten del av utearealet forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er ca. 3 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrænse på 0,5 mg/kg. Forurensningen forekommer i den delen av barnehagen som er beplantet med busker.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.7 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der konsentrasjonene av benzo(a)pyren er høyere enn 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord/sand.

Figur 2.7.a





Figur 2.7.b Søre Skogvei barnehage. I det avmerkede området er jorden forurensset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.



## 2.8 Kronstad barnehage (Inndalsveien 7a)

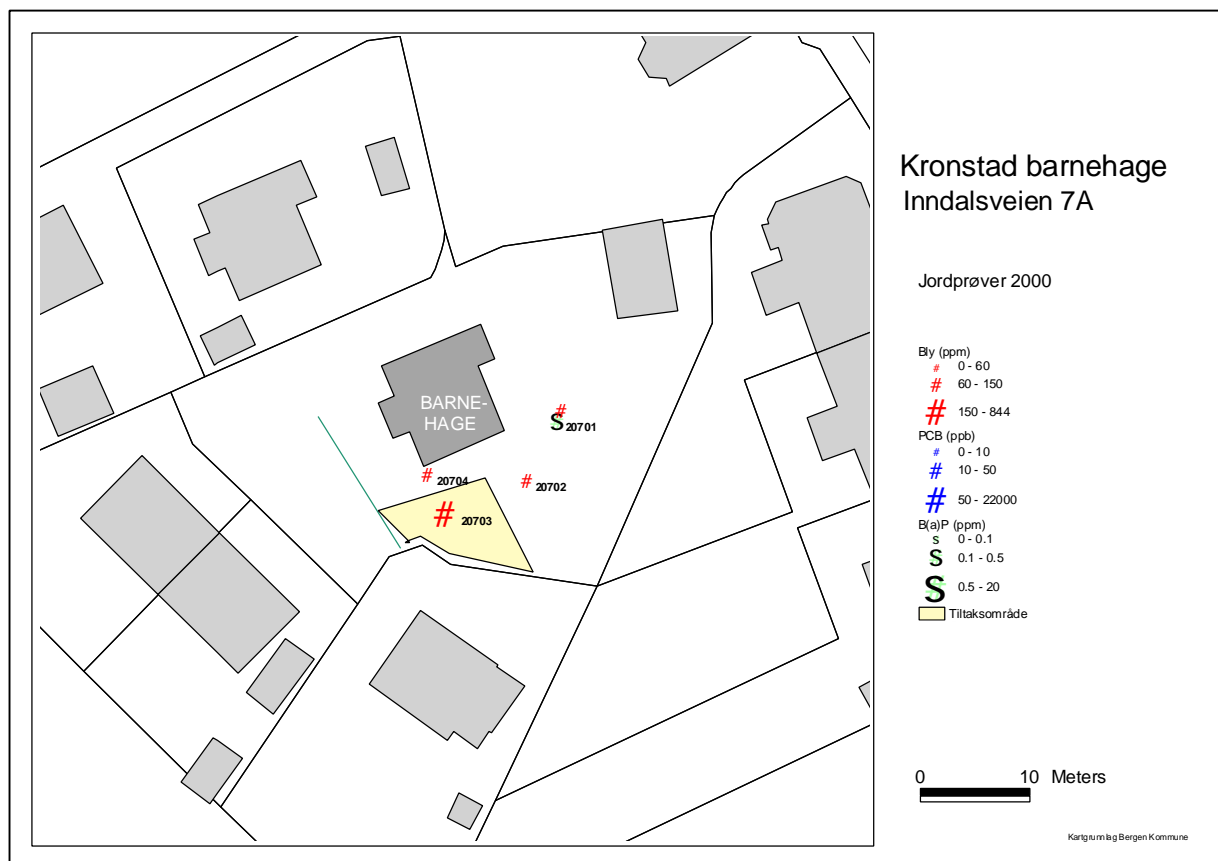
I et mindre område i Kronstad barnehage er jorden forurenset med bly. Kilden for bly er ukjent.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.8 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.8.a



*Figur 2.8.b Kronstad barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*





## 2.9 Kronen barnehage (St. Olavs v 1)

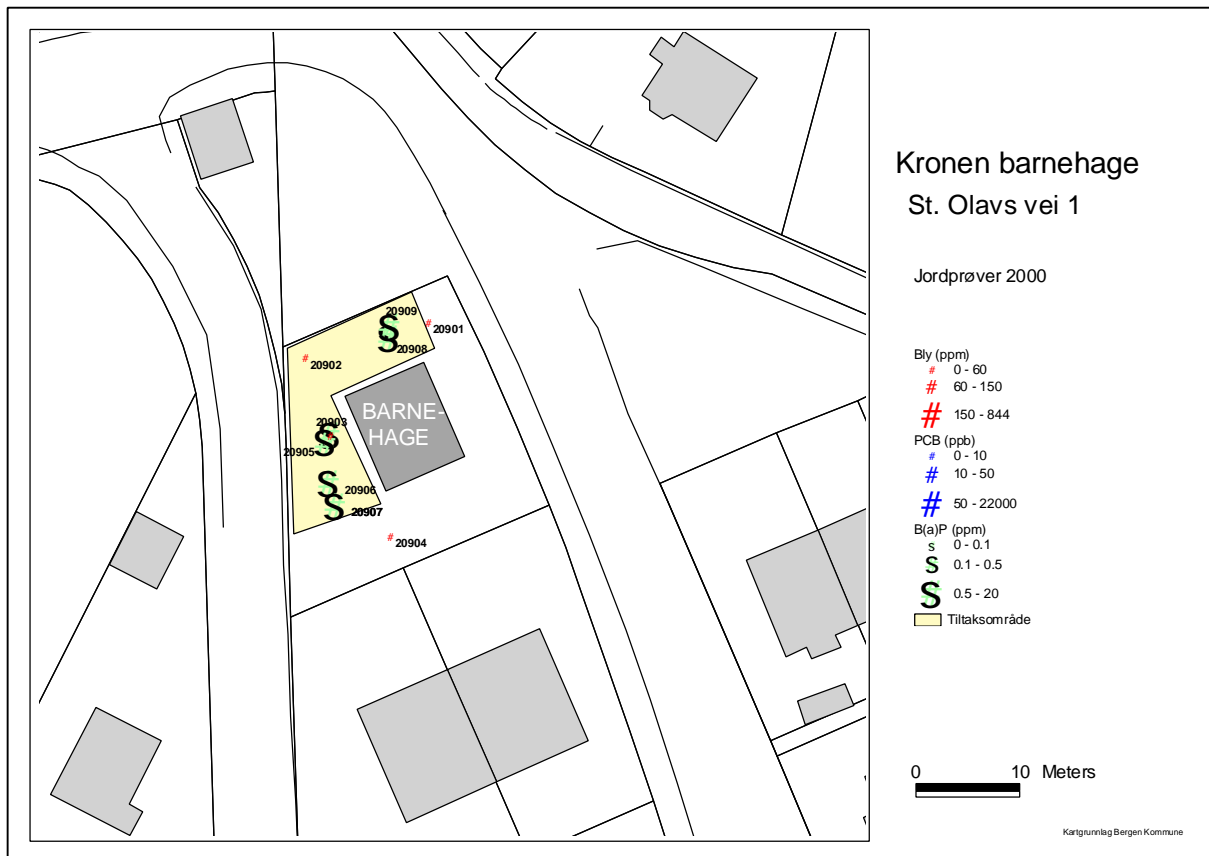
Store deler av arealet i Kronen barnehage er forurenset med benzo(a)pyren. Koks- og slagpartikler er sannsynligvis kildene for de påviste PAH-forbindelsene.

### Forslag til tiltak

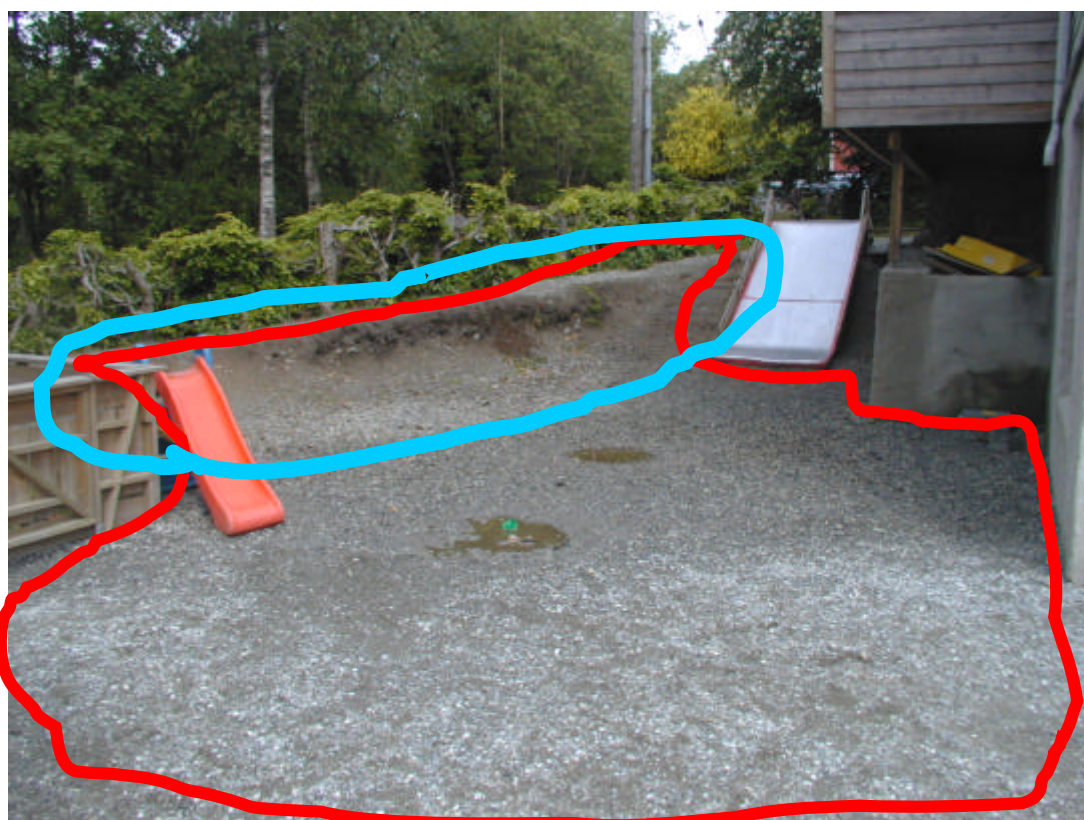
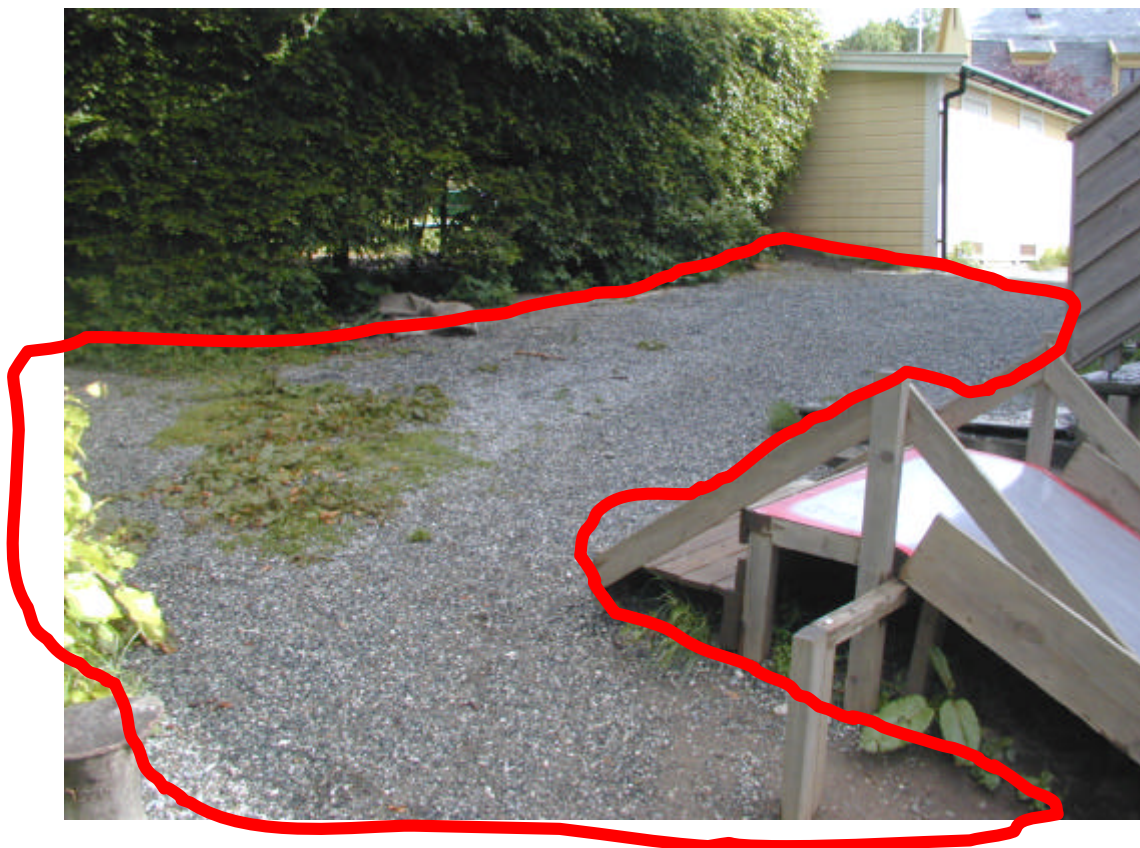
Figurene 2.9 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltakene består i:

- Fjerning av masser der benzo(a)pyren verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.
- Det bør legges fast dekke (f.eks. lage en mur og trapp) i arealet merket med blått i figur 2.9b for å hindre ytterligere spredning av forurenset jord.

Figur 2.9.a



*Figur 2.9.b Kronen barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.10 Solheim kirkes korttidsbarnehage (Hordagaten 28)

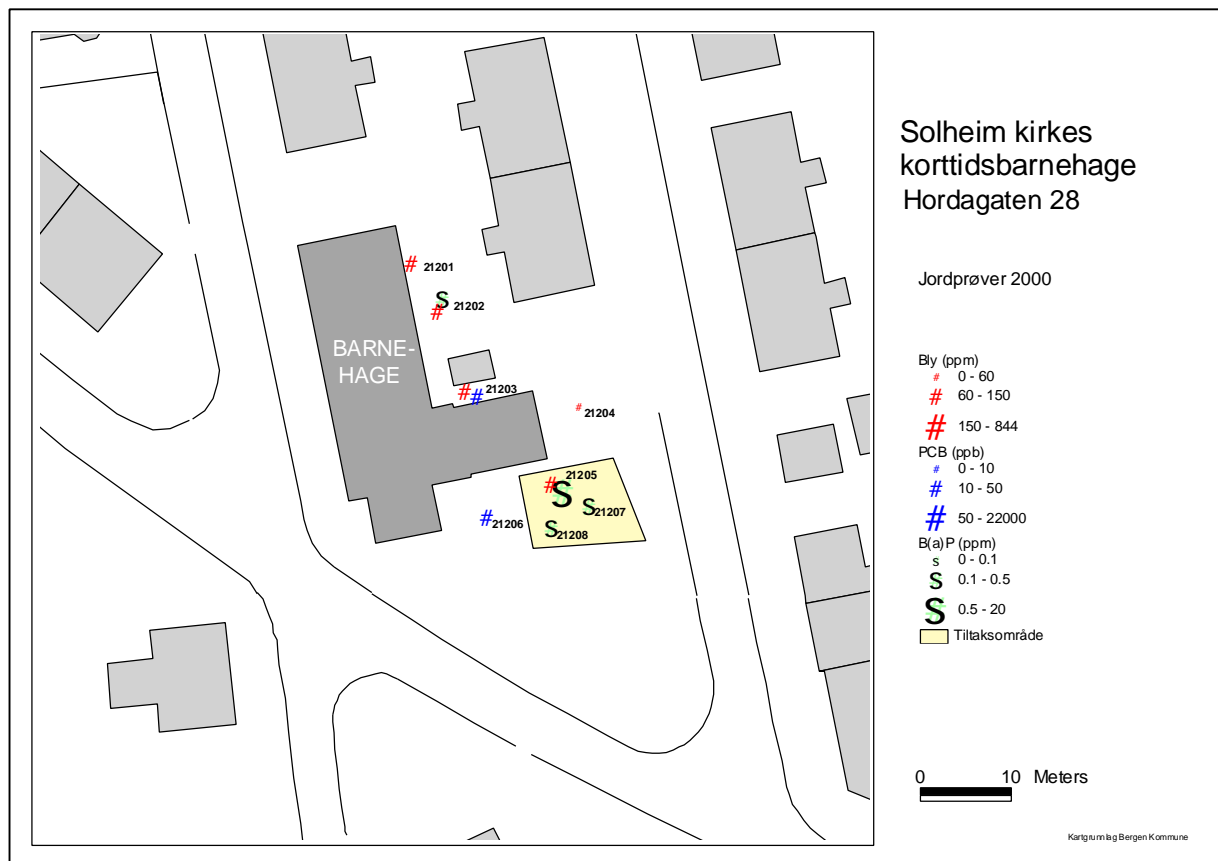
En begrenset del av uteområdet i barnehagen er forurenset med benzo(a)pyren. Forurensningen forekommer i den beplantede delen av barnehagen.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.10 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

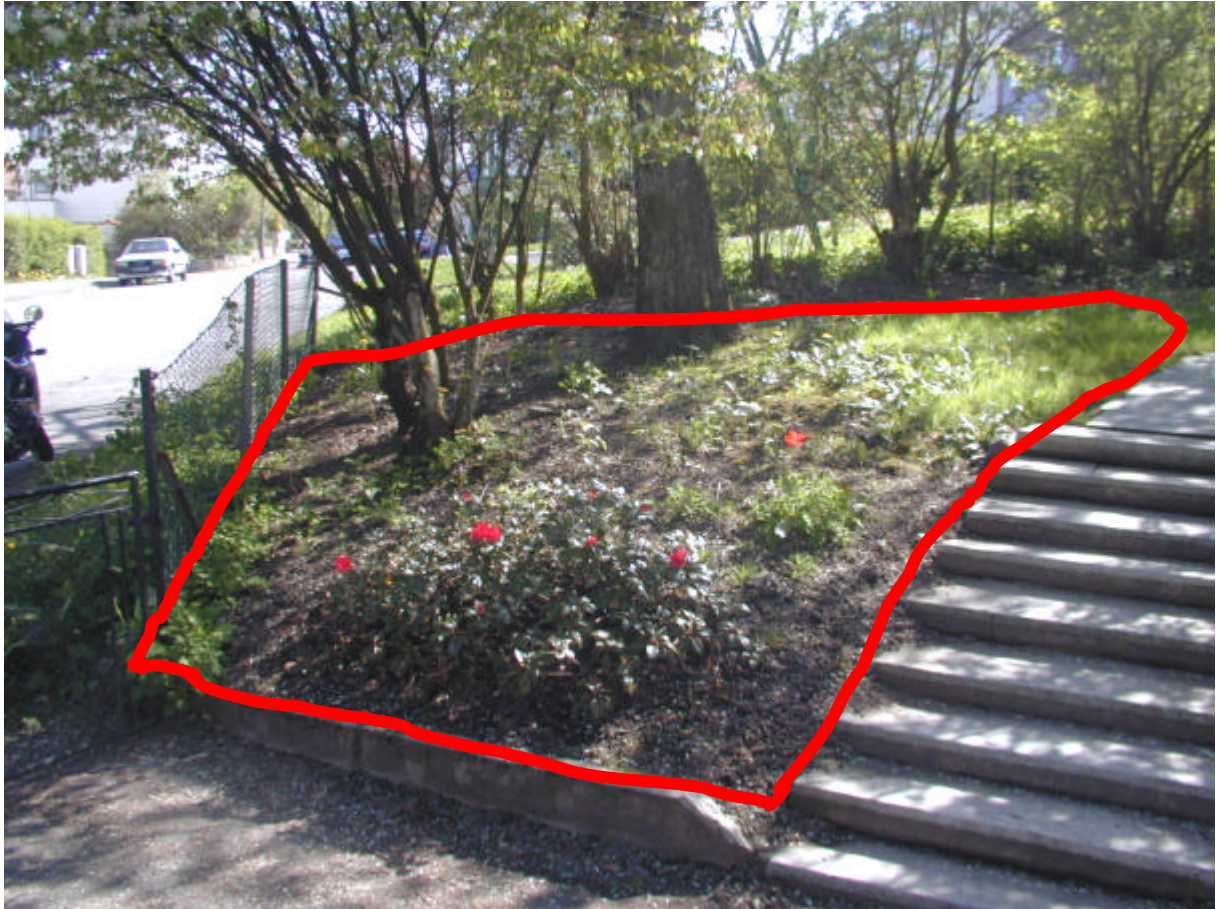
- Fjerning av masser der benzo(a)pyren-verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.10.a





*Figur 2.10.b Solheim kirkes korttidsbarnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.11 Camilla Collets gt barnepark (Camilla Collets gt 8A)

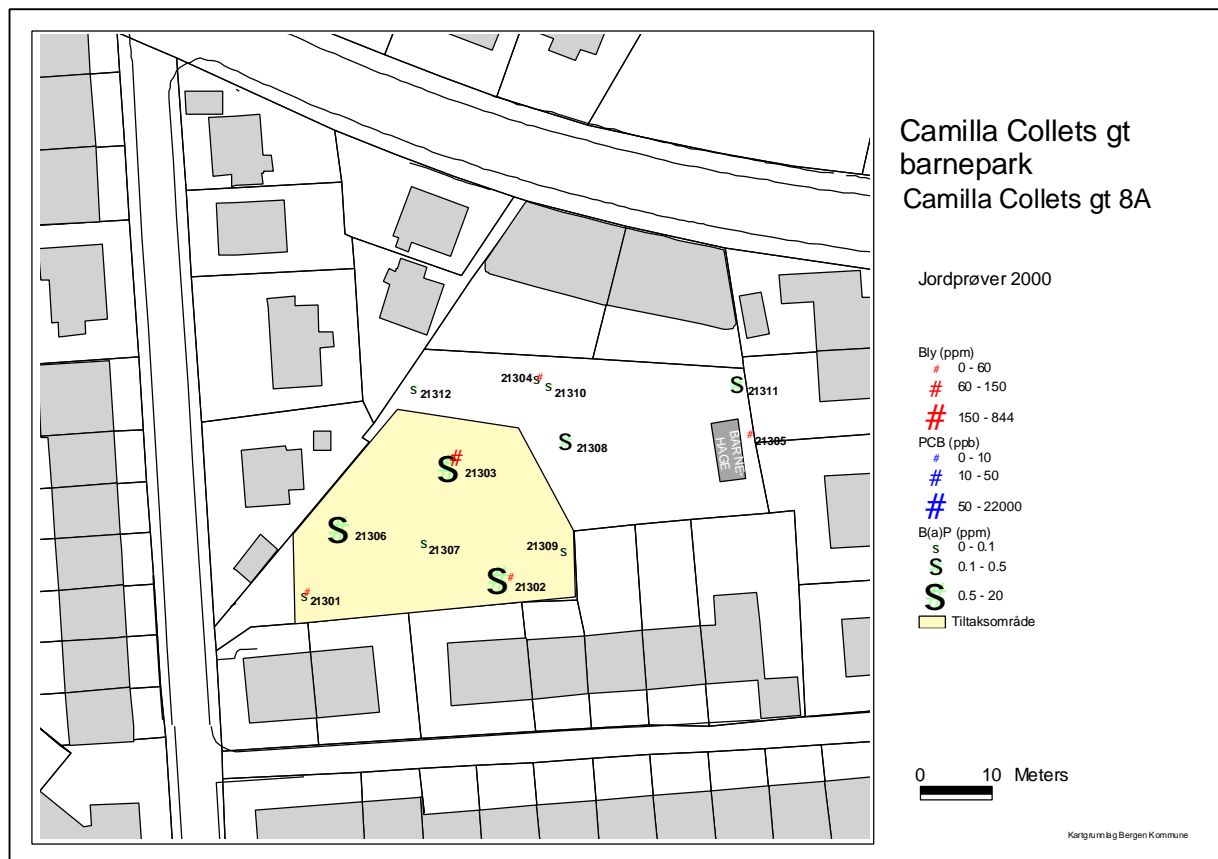
Omtrent halvparten av arealet i Camilla Collets gt barnepark er forurenset med benzo(a)pyren. Kilden er sannsynligvis koks- og slaggparkler.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.11 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltakene består i:

- Fjerning av masser der benzo(a)pyren-verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut dypt nok til at fyllmassene fjernes. De utgravde massene erstattes med ren jord/sand.

Figur 2.11.a



*Figur 2.11.b Camilla Collets gate barnepark. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.12 Minde barnehage (Bendixens v 49)

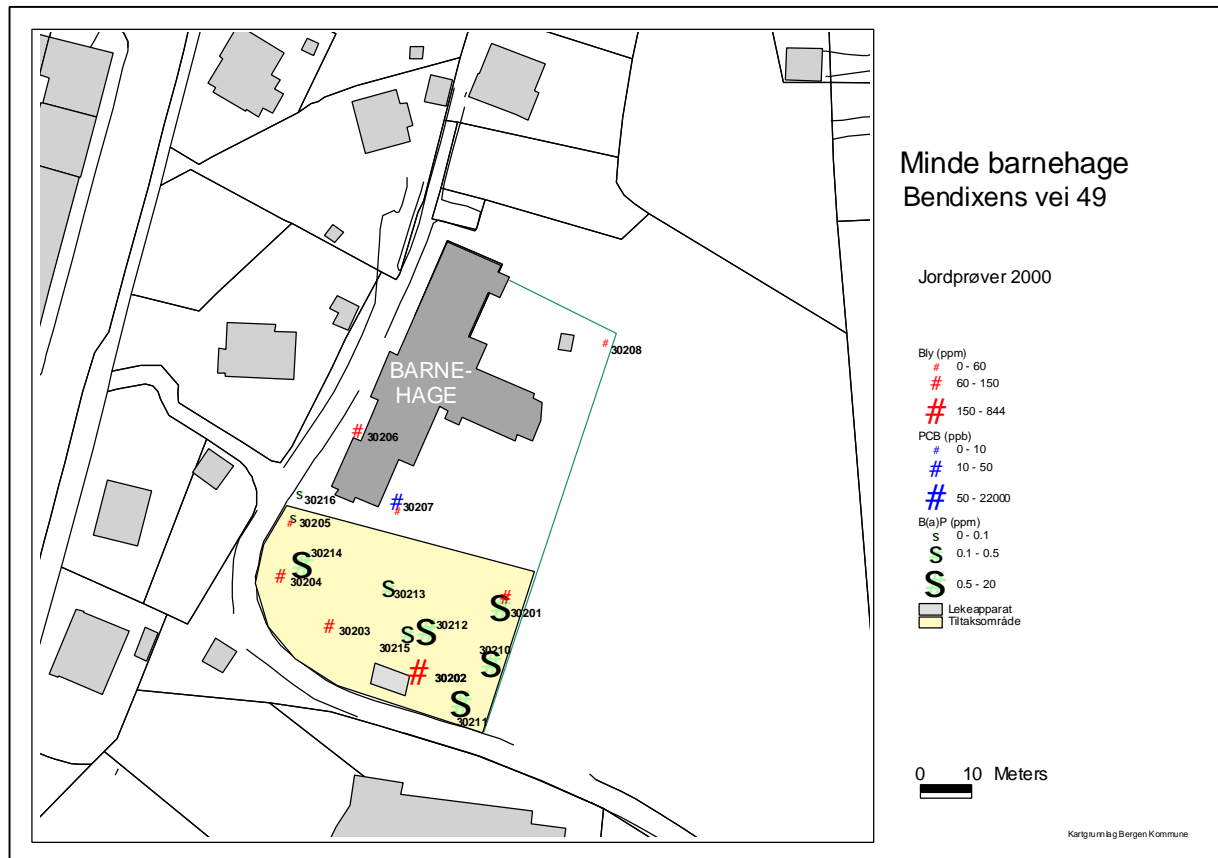
Omtrent halvparten av arealet i Minde barnehage er forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er 22 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg. I tillegg ligger en av blyverdiene i samme område litt over tiltaksgrensen for bly på 150 mg/kg. Jorda inneholder store mengder byjordsfragmenter og bærer preg av å være en gammel fylling.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.12 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der verdiene av benzo(a)pyren overskrider 0,5 mg/kg og hvor blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.12.a





*Figur 2.12.b Minde barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*





## 2.13 Roald Amundsens vei barnepark (R. Amundsens v 11)

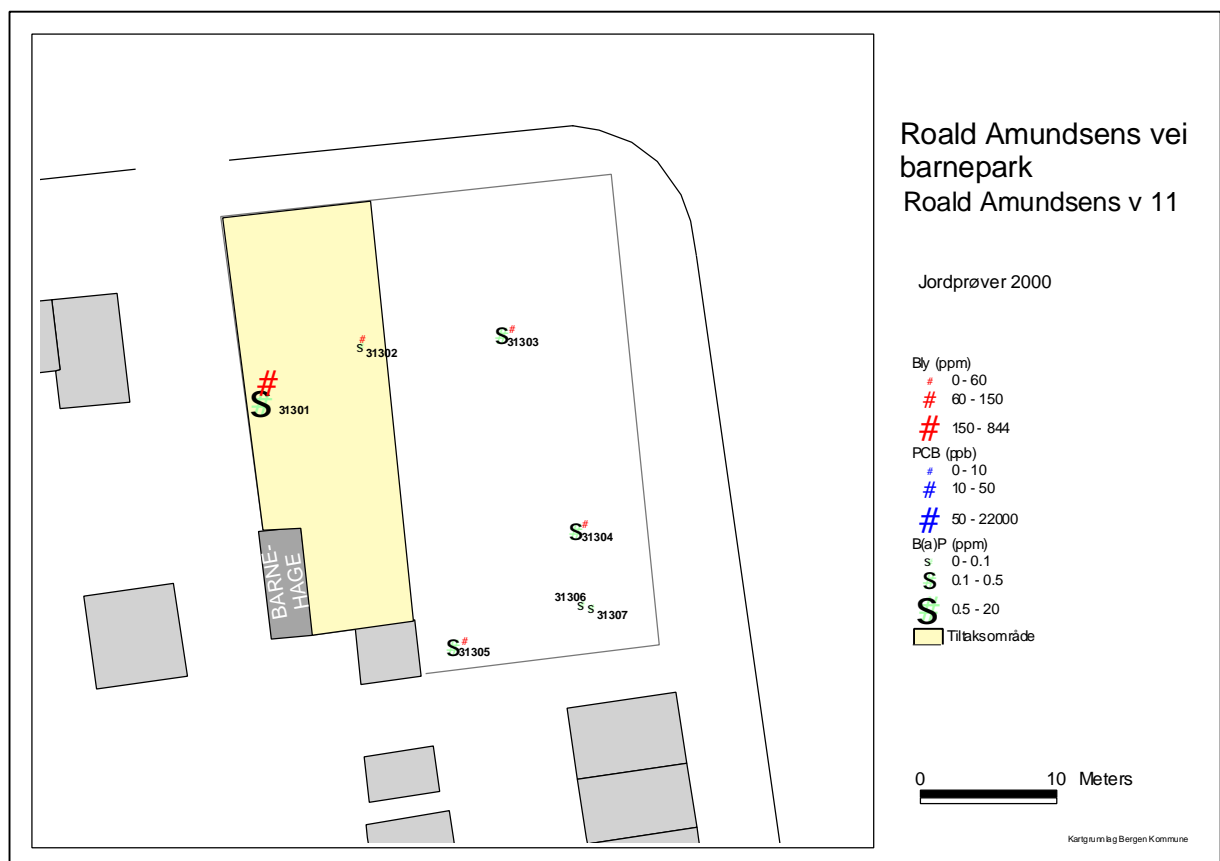
I denne barneparken har det vært benyttet koks som underlag. Massene på 0,5 meters dyp indikerer at arealet tidligere har vært benyttet som fyllplass. En del av arealet i Roald Amundsens vei barnepark er forurenset med bly og benzo(a)pyren. Blyverdien i dette området er nesten dobbelt så stor som vår anbefalte tiltaksgrense på 150 mg/kg, mens benzo(a)pyrenverdien er mer enn 3 ganger så stor som den foreslåtte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.13 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der hvor konsentrasjonene av benzo(a)pyren overskrider 0,5 mg/kg og hvor blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut dypt nok til at fyllmassene fjernes. De utgravde massene erstattes med ren jord/sand.

Figur 2.13.a



*Figur 2.13.b Roald Amundsens vei barnepark. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren og bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.14 Nyhavn barnehage (Nyhavnsveien 2)

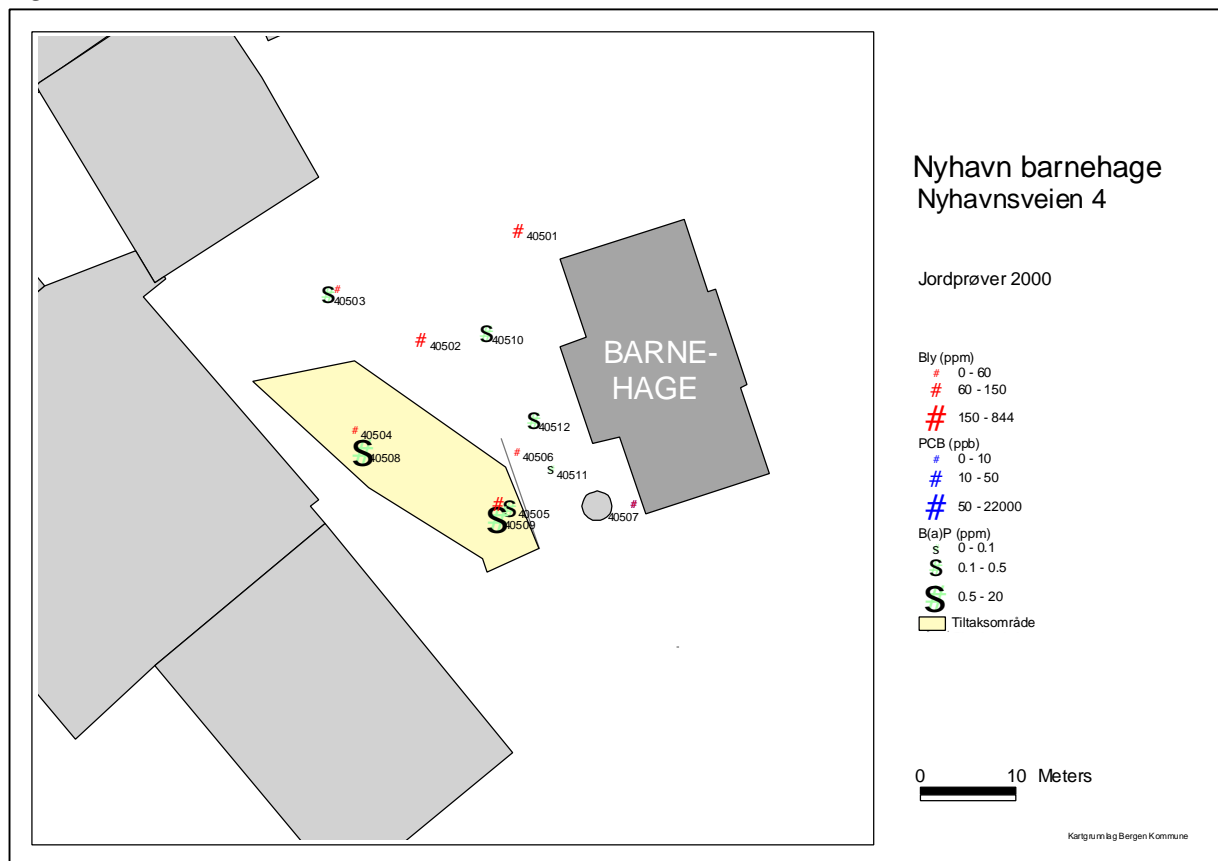
En del av utearealet i Nyhavn barnehage er forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste benzo(a)pyren-verdien er nesten dobbelt så stor som vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.14 a og b viser hvor i barnehagen det er behov for tiltak. Tiltaket består i:

- Terrengforholdene og mye trær vanskeliggjør graving. Det anbefales derfor at den forurensete jorden tildekkes med 0,5 m ren jord/sand.

Figur 2.14.a





Figur 2.14.b Nyhavn barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å dekke til med ren jord.



## 2.15 Persenbakken barnehage (Gutenbergs v 14)

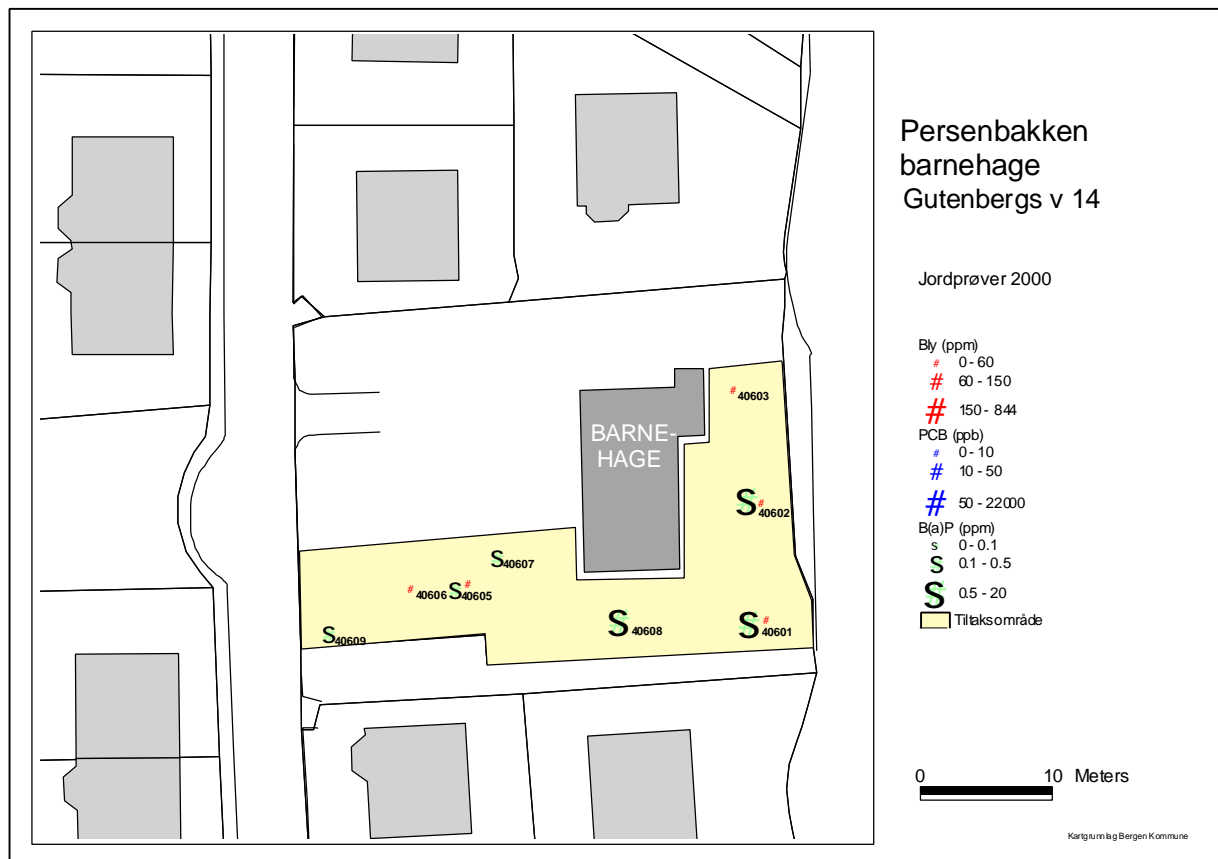
Omtrent halvparten av utearealet i Persenbakken barnehage er til dels meget sterkt forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er 40 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg. Kilden til forurensningen er ikke kjent, men kan være knyttet til tidligere bruk av kreosotimpregnerte sviller.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.15 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

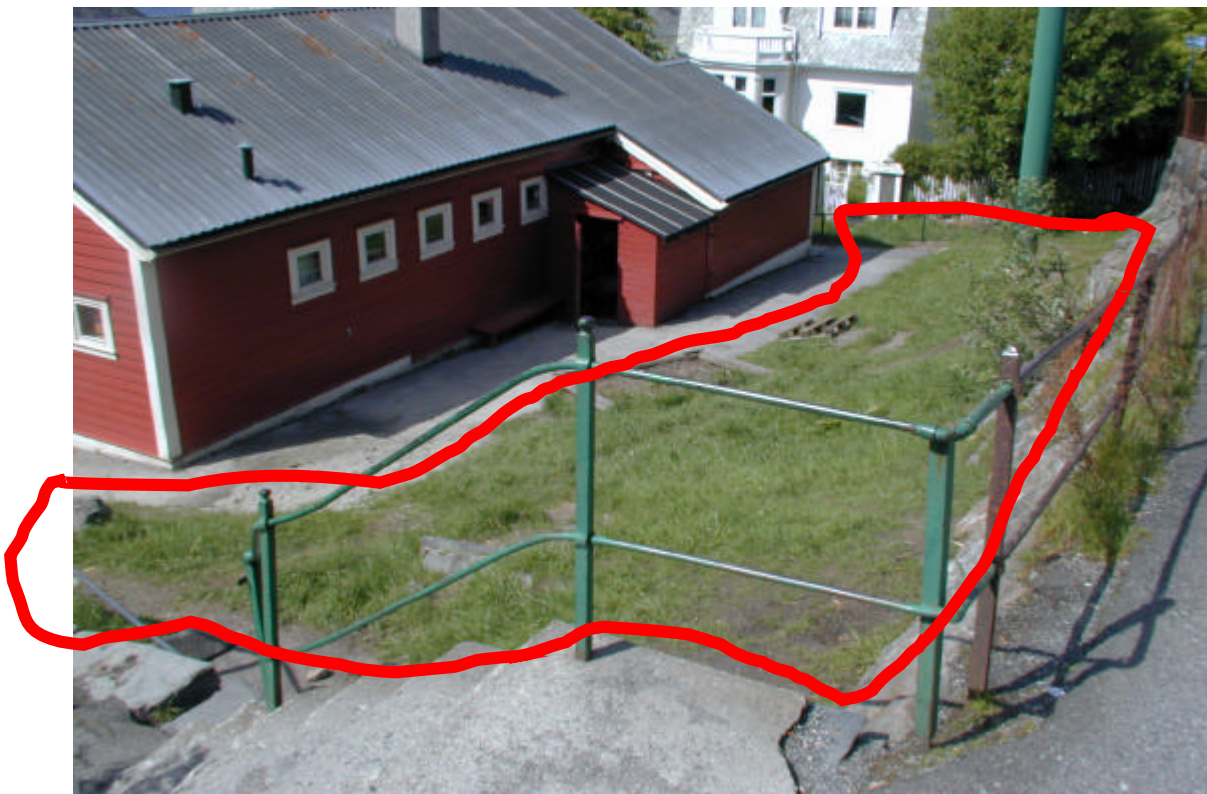
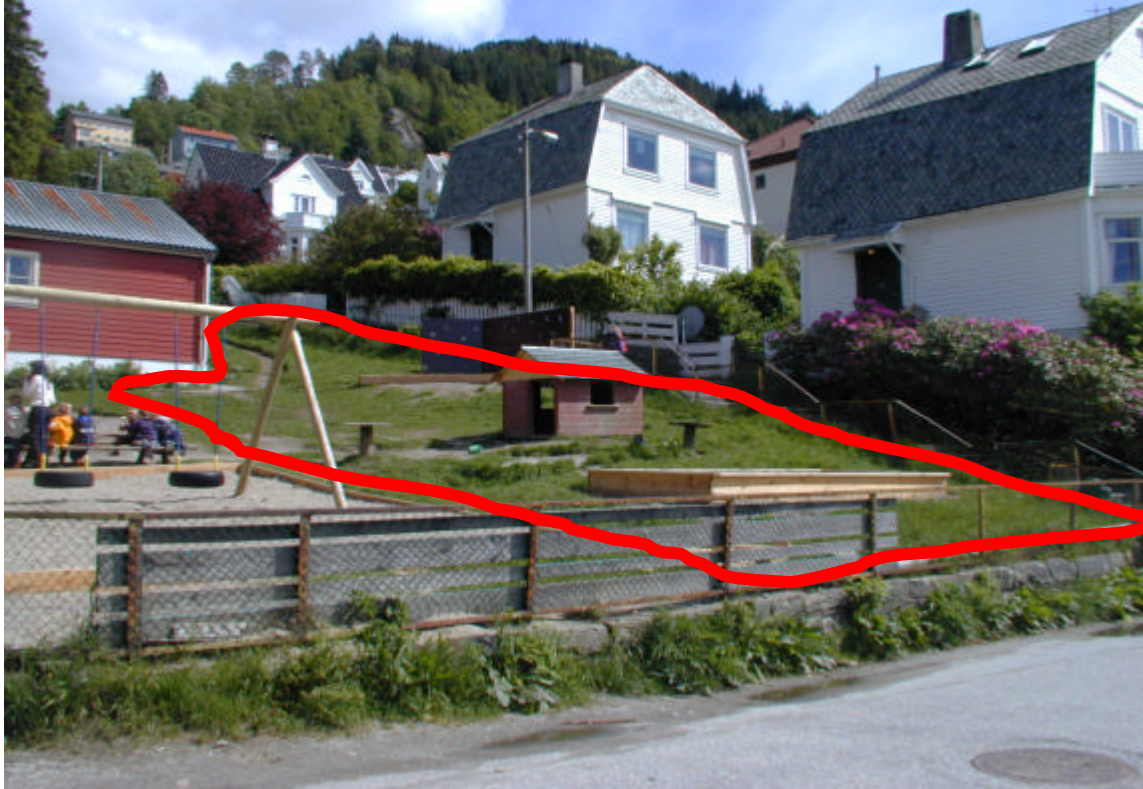
- Fjerning av masser der benzo(a)pyren verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.15.a





*Figur 2.15.b Persenbakken barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren og bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.16 Sandviken menighets barnehage (Kirkegaten 1)

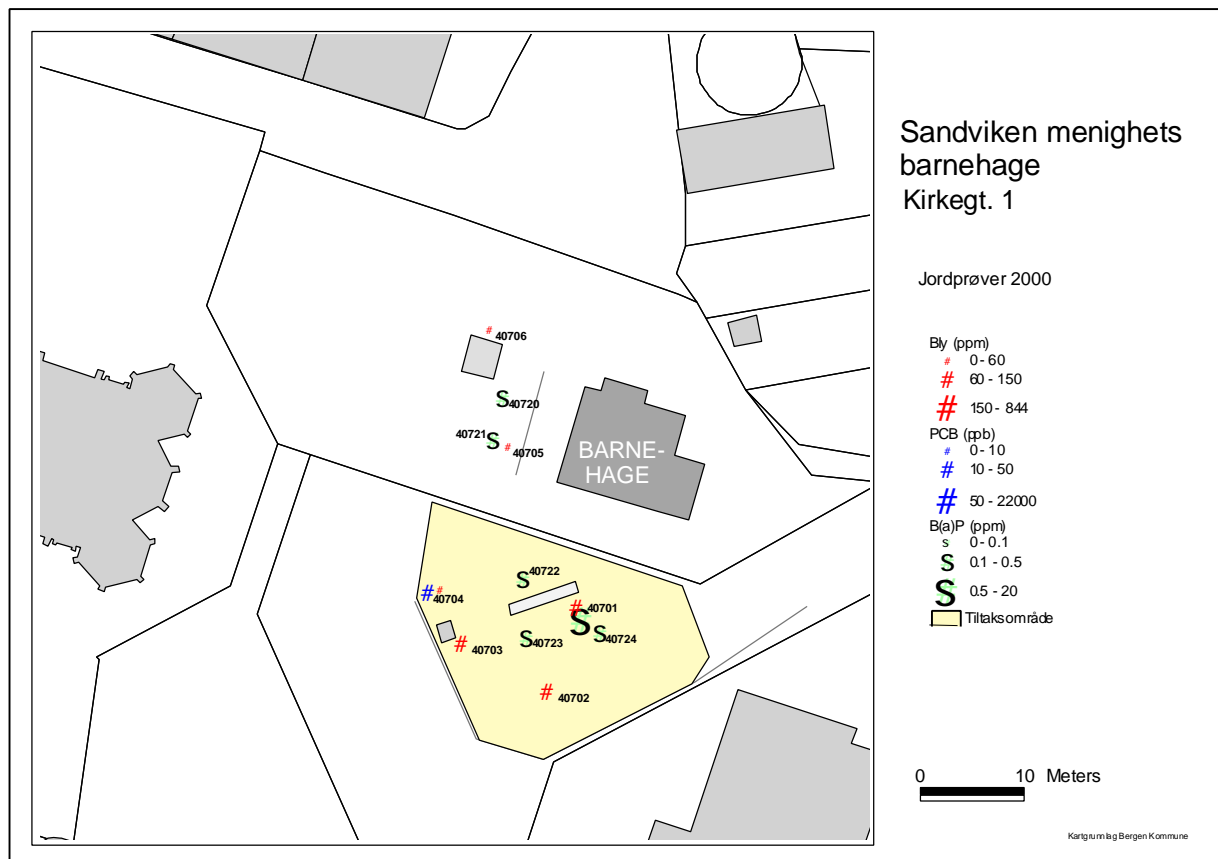
En del av utearealet i Sandviken menighets barnehage er forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er ca. 4 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg. Kilden til forurensningen er ikke kjent.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.16 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der benzo(a)pyren verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.16.a





*Figur 2.16.b Sandviken menighets barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*





## 2.17 Sølvberget barnehage (Skytterveien 23 A)

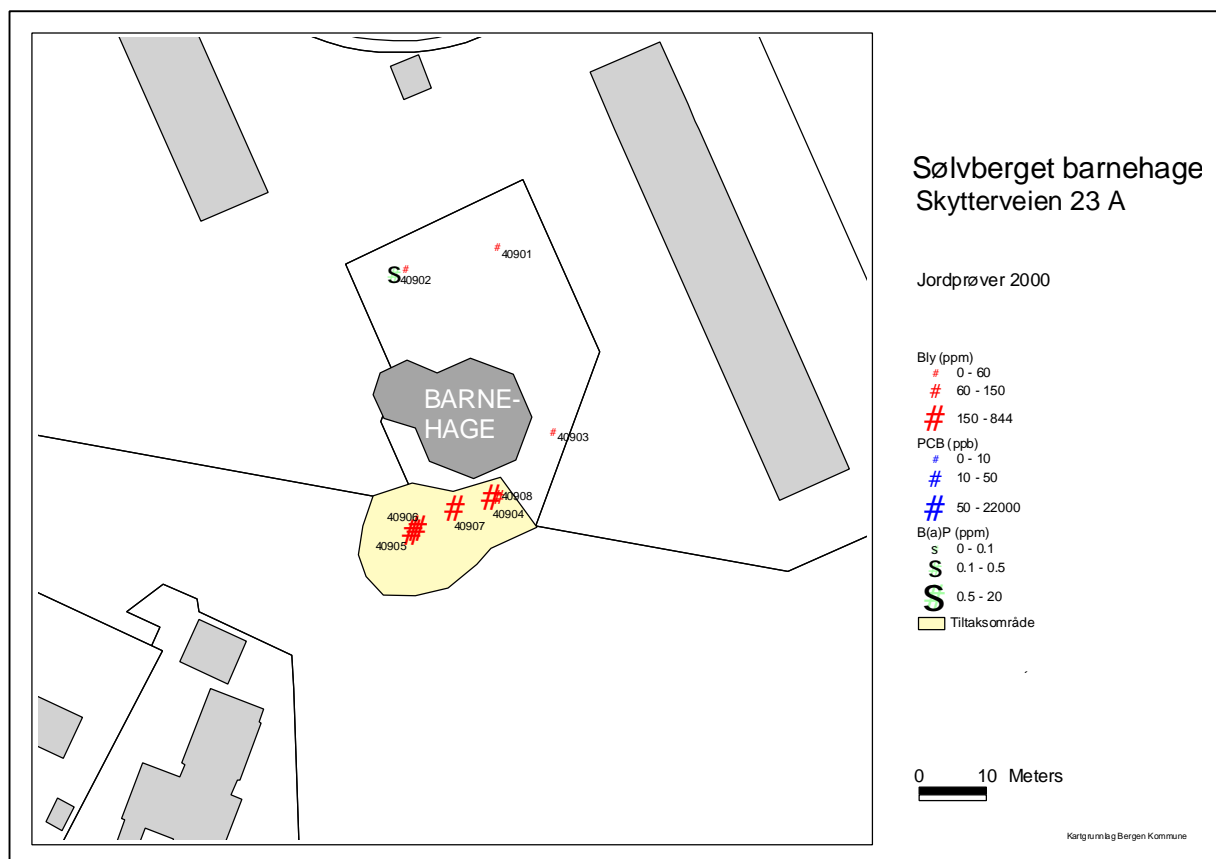
Et begrenset område er moderat til sterkt forurenset med bly. Kilden til forurensningen er ikke kjent.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.17 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der blyverdiene overstiger 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.17.a



*Figur 2.17.b Sølvberget barnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



## 2.18 Flagghaugen barnepark (Hatleveien 3)

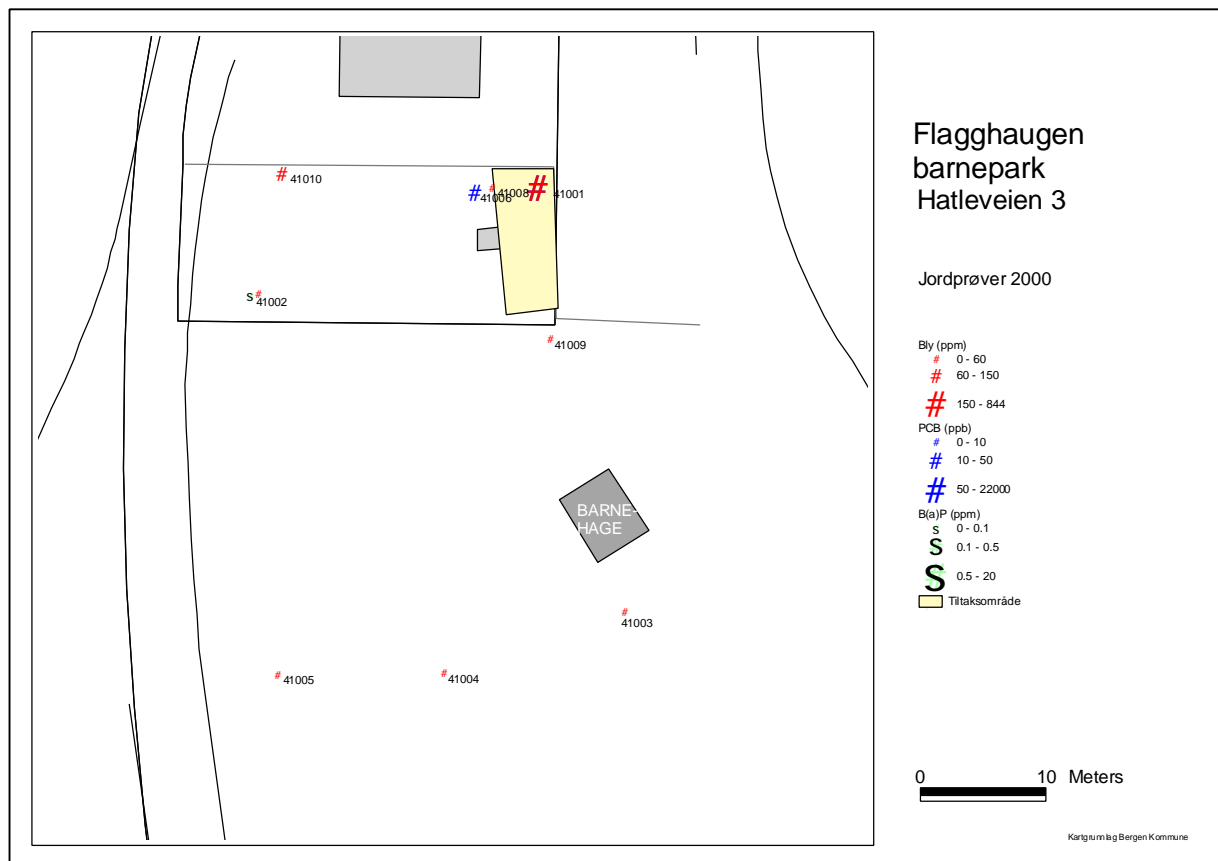
Et begrenset område er moderat forurenset med bly. Kilden til forurensningen kan være blyholdige malingsflak fra gjerdet.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.18 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der blyverdiene overstiger vår anbefalte tiltaksgrense på 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.18.a



*Figur 2.18.b Flagghaugen barnepark. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*





## 2.19 Sudmannsvei barnepark (Sudmannsvei 16)

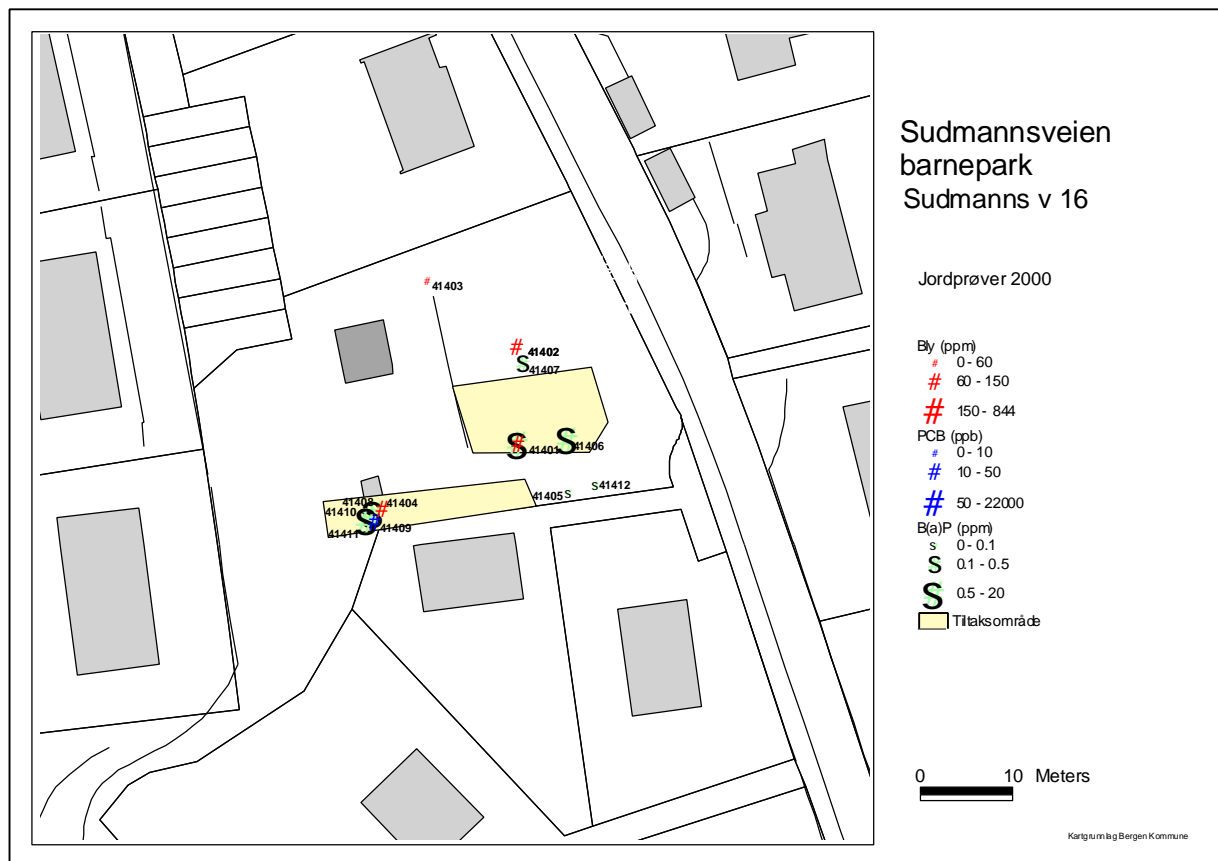
En del av utearealet i Sudmannsvei barnepark er forurenset med benzo(a)pyren. Forurensningskilden er ikke kjent, men kan muligens være koks- og slaggparkitter.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.19 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der benzo(a)pyren-verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.19.a



Figur 2.19.b Sudmannsvei barnepark. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.



## 2.20 Sjøkrigsskolens foreldrebarnehage

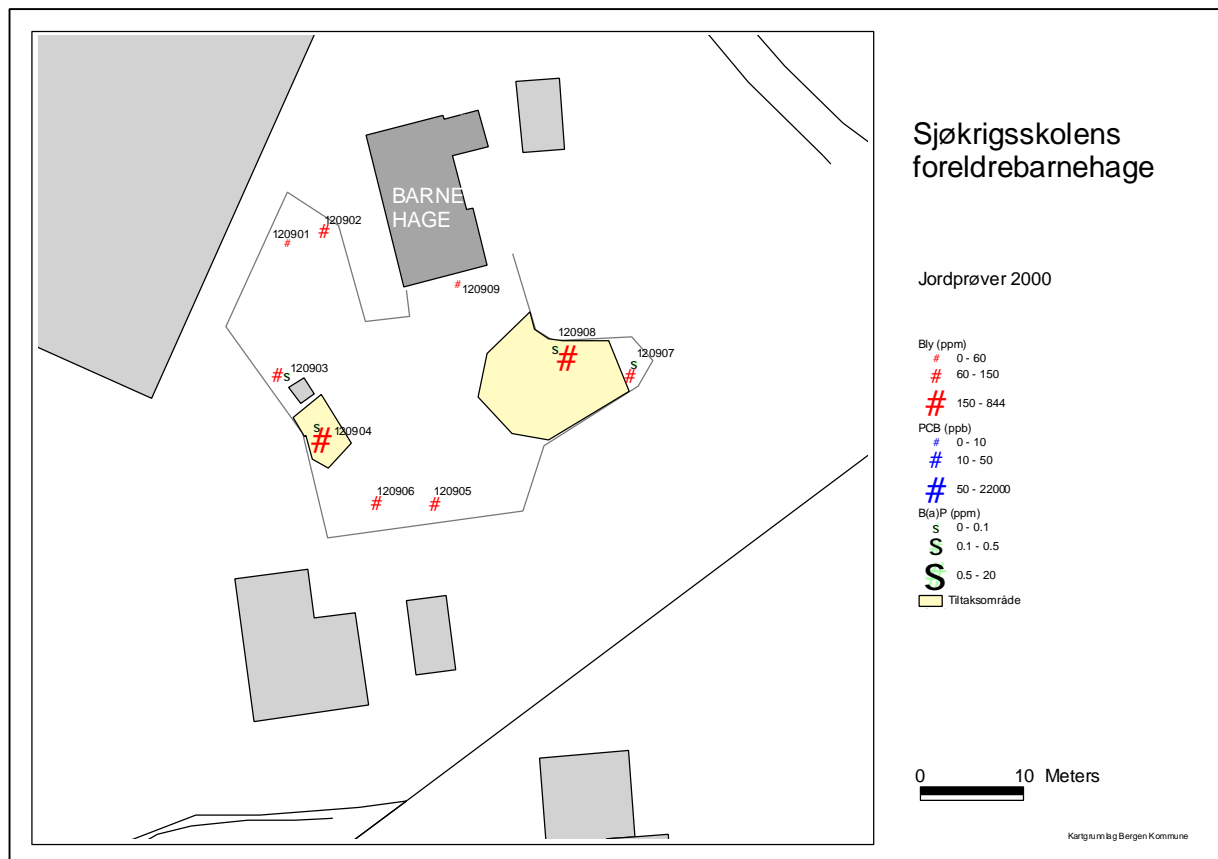
Mindre områder i Sjøkrigsskolens foreldrebarnehage er forurenset med bly. Den høyeste verdien er dobbelt så stor som vår anbefalte tiltaksgrense på 150 mg/kg. Forurensningskilden er ikke kjent. En mulig kilde kan være malingsflak fra gjerdet.

### Forslag til tiltak

Figurene 2.20 a og b viser hvor i barnehagen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der bly verdiene overskrider 150 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

Figur 2.20.a





*Figur 2.20.b Sjøkrigsskolens foreldrebarnehage. I det avmerkede området er jorden forurenset med bly. Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*





## 2.21 Lekeplass ved Damsgård skole

En del av arealet på denne lekeplassen er forurenset med benzo(a)pyren. Den høyeste verdien er 5 ganger høyere enn vår anbefalte tiltaksgrense på 0,5 mg/kg. Kilden til forurensningen er ikke kjent.

### Forslag til tiltak

Figur 2.21 a viser hvor på lekeplassen det er nødvendig med tiltak. Tiltaket består i:

- Fjerning av masser der benzo(a)pyren-verdiene overstiger 0,5 mg/kg. Massene graves ut til 20-30 cm dyp og erstattes med ren jord.

*Figur 2.21.a Lekeplass ved Damsgård skole. I det avmerkede området er jorden forurenset med benzo(a)pyren . Det anbefales å grave bort denne massen og erstatte den med ren jord/sand.*



### **3 METODER OG GJENNOMFØRING**

#### **3.1 Prøvetaking, prøvepreparering og kjemisk analyse**

Byjord består av lokal naturlig mineraljord, gravemasser, sprengstein, organisk jord (ofte tilkjørt), rivningsmasser (asfalt, teglstein, betong), industriavfall og kloakkslam. I barnehager, barneparker og lekeplasser finnes det to typer masser: byjord og tilkjørt sand til sandkasser og sand under og rundt lekeapparater. I denne undersøkelsen er det den lokale ”byjorden” som er prøvetatt og analysert.

Det er samlet 403 jordprøver fra 73 lekeområder (barnehager, barneparker og lekeplasser) fra Sentrum-, Løvsstakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler. Jordprøvene ble tørket og siktet gjennom nylonsikt med maskeåpning 2 mm og deretter analysert på bly ved NGUs laboratorium.

Fra 176 av prøvestedene, ble det tatt en ekstra jordprøve som umiddelbart (og i nedkjølt tilstand) ble sendt til Nederland (Tauw Milieu Laboratory) for å bestemme innholdet av 16 typer PAH-forbindelser. Den samme prosedyren ble brukt ved innsamling av 77 prøver for bestemmelse av innholdet av PCB.

#### **3.2 Kartfremstilling og datalagring**

Prøvelokalitetene er tegnet inn på økonomisk kart i målestokk 1:1000 og koordinatfestet (digitalisert) for kartfremstilling ved hjelp av datateknologi (ArcView). Koordinater og kjemiske data er lagt inn på NGUs database og er tilgjengelige for allmennheten. Digitale bilder er tatt på alle lokaliteter.

#### **3.3 Kildekarakterisering**

Den lokale jorden i lekearealene er ”brukt” mange ganger og inneholder ofte spor av rivningsavfall som f.eks. teglsteinbiter og lignende samt slaggparkler som sannsynligvis stammer fra branner og fra Bergens gassverk. Prøvene med synlig slagg har ofte et høyt innhold av bly og PAH. Andre mulige kilder for bly er malingsflak, ulike avfallsprodukter og avgasser fra biltrafikk. Betong og betongmaling er sannsynligvis kildene for det påviste innholdet av PCB.

#### **3.4 Karakterisering av spredningsveier**

Den viktigste spredningsmåten for de undersøkte kjemiske elementene i ”gammel” lokal byjord er sannsynligvis ved hjelp av lastebil og/eller hest og vogn og mer lokal spredning via luft og vann.

Spredning lokalt i lekeområdene skjer ved barns lek hvor de kopierer de voksnes transport av masser ved hjelp av bøtter og trehjulsykler samt via støvtransport eller ved at jordpartikler fester seg til barnas støvler eller tøy og flyttes.

### 3.5 Stedsspesifikk risikovurdering

I den systematiske gjennomgangen er det gjort noen begrensninger og antagelser som ligger til grunn for risikovurderingen:

- Denne undersøkelsen avgrenses til eksponering av barn ved undersøkte lekearealer og for den tid de er i barnehagen, barneparken eller på lekeplassen.
- For direkte eksponering fra jord vurderes: inntak via munnen, hudkontakt med jord og trykkimpregnert trevirke og innånding av støv.
- For eksponering fra matvarer, vann og luft er det valgt å benytte data fra litteraturen.
- Det antas at jordinntaket hos barn i Bergen er på liknende nivå som er rapportert i andre undersøkelser (Calabrese og medarbeidere 1989, van Wijnen og medarbeidere 1990, Calabrese og Stanek 1991).
- Eksponering fra spising av snø er ikke estimert.
- Det antas at alt bly og PAH- og PCB-forbindelsene forekommer i biotilgjengelige former.

Eksponeringsanalysen følger de krav som er satt til årsaksanalyse i Norsk standard NS 5814 "Krav til risikoanalyser".

Amerikanske og nederlandske undersøkelser har vist at mengden jord som spises, varierer fra barn til barn (Tabell 8). Det må understrekes at tallene i tabell 8 er usikre. Allikevel representerer disse undersøkelsene det beste anslaget vi har og vil bli lagt til grunn når helseeffektene av bly, PAH- og PCB-forbindelser i jord fra de undersøkte lekearealene vurderes.

*Tabell 8 Inntak av jord hos barn på 1 – 4 år.*

Prosentandel av alle barn	50	10	Svært få
Inntak av jord (mg/dag)	15 – 55	200	8000

Helseeffekten av et stoff avhenger av mange faktorer:

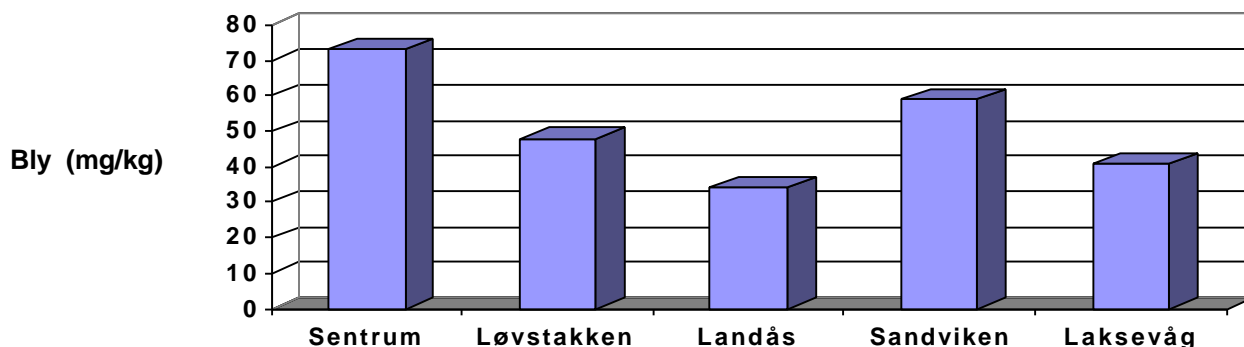
- Hvor mye av stoffet du har fått i deg og hvor lenge du har vært i kontakt med stoffet
- Om kontakten skjer via hud, mage-tarmsystemet eller luftveiene
- Samvirke med andre stoffer du er i kontakt med
- Kjønn, alder, livsstil, sosiale forhold, ernæringsmessige forhold, generell helsetilstand (fysisk og psykisk) og familieforhold.

Det er derfor store forskjeller fra person til person når det gjelder helseeffekter av kontakt med uorganiske og organiske forbindelser i jord.

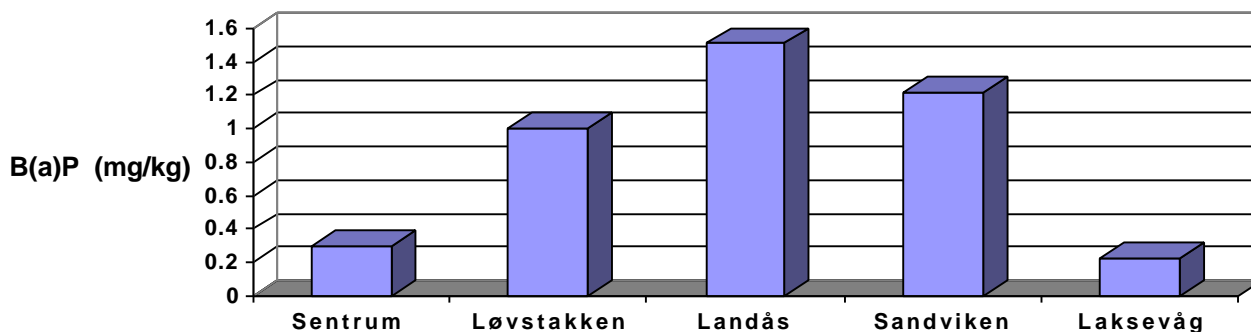
#### 4 DATAGRUNNLAG

Figurene 4 a-c angir gjennomsnittverdier for bly, benzo(a)pyren og PCB i de undersøkte lekearealer gruppert bydelsvis. I figur 4c er verdiene for Fløen barnehage utelatt fra beregningen av gjennomsnittsverdien. Tabellene 9-29 gir statistiske opplysninger om innhold av miljøgifter i hver enkelt barnehage, barnepark og lekeplass som er omtalt i denne rapporten. Alle data er oppgitt i NGU-rapport 2000.089.Arbeidsdokumenter.

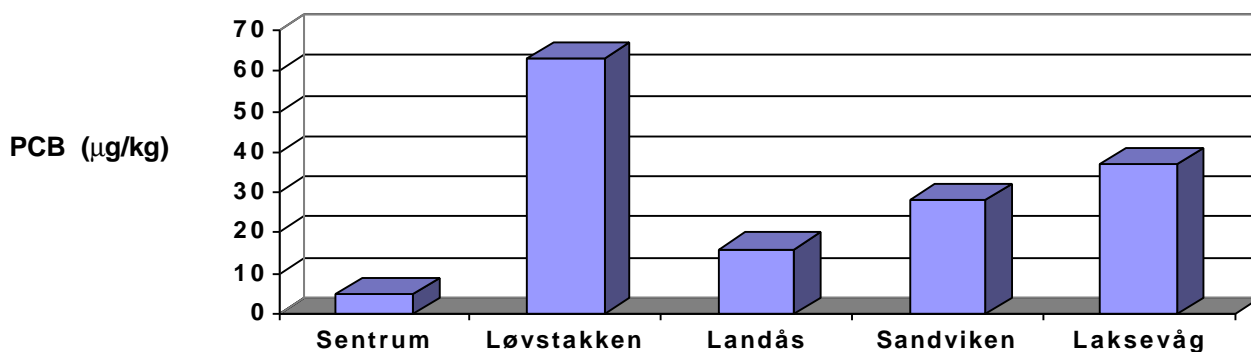
Figur 4a Diagram som viser gjennomsnittlig innhold av bly i prøver av overflatejord fra de undersøkte lekearealer.



Figur 4b Diagram som viser gjennomsnittlig innhold av benzo(a)pyren i prøver av overflatejord fra de undersøkte lekearealer.



Figur 4c Diagram som viser gjennomsnittlig innhold av PCB i prøver av overflatejord fra de undersøkte lekearealer.





Tabell 9 Statistiske parametre for Bergen Barneasyl

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	212	104	844	51	9
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0.09	0,10	0,15	0.020	3
PCB	(µg/kg)	2	2	3	1	2

Tabell 10 Statistiske parametre for Fløen barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	20	20	37	3	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0.01				1
PCB	(µg/kg)	4697	1650	22000	22	21

Tabell 11 Statistiske parametre for Marken barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	63	58	219	6	8
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0.09	0.09	0,15	0.020	4
PCB	(µg/kg)					

Tabell 12 Statistiske parametre for Fagertun barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	104	83	262	3	13
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,15	0,25	0,25	0.030	4
PCB	(µg/kg)	7				1

Tabell 13 Statistiske parametre for Hunstad barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	158	87	544	42	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,91	0,75	2,50	0.060	10
PCB	(µg/kg)	<1				1

Tabell 14 Statistiske parametre for Stemmeveien barnepark

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	25	22	39	9	4
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,54	0,30	1,7	0.05	5
PCB	(µg/kg)					

Tabell 15 Statistiske parametre for Søre Skogvei barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	29	16	73	3	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	1.6				1
PCB	(µg/kg)					

Tabell 16 Statistiske parametre for Kronstad barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	115	108	173	70	4
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,35				1
PCB	(µg/kg)					

Tabell 17 Statistiske parametre for Kronen Barnehage (St. Olavsvei 1)

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	43	44	60	25	4
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	2,25	2,45	3.60	0.8	6
PCB	(µg/kg)					

Tabell 18 Statistiske parametre for Solheim kirkes korttidsbarnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	104	112	145	7	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,58	0,43	1,1	0,35	4
PCB	(µg/kg)	18	18	22	4	4

Tabell 19 Statistiske parametre for Camilla Collets barnepark

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	39	35	72	19	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,44	0,14	1,7	0.03	12
PCB	(µg/kg)					

Tabell 20 Statistiske parametre for Minde barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	75	80	170	7	8
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	3,79	4,40	11.00	0.04	9
PCB	(µg/kg)	24				1

Tabell 21 Statistiske parametre for Roald Amundsensvei barnepark

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	71	28	255	11	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,38	0,2	1,7	<0.01	7
PCB	(µg/kg)					

Tabell 22 Statistiske parametre for Biskophavn kirkes barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums-verdi	Minimums-verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	46	68	77	3	7
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,11	0,11	0,15	0.06	2
PCB	(µg/kg)	62	62	90		6

Tabell 23 Statistiske parameter for Persenbakken barnepark

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	43	44	53	34	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	6.63	2,13	20.0	0,15	6
PCB	(µg/kg)	<1				1

Tabell 24 Statistiske parametre for Sandvikens menighets barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	62	57	95	42	6
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,59	0,3	2,1	0,15	6
PCB	(µg/kg)	11				1

Tabell 25 Statistiske parametre for Sølvberget barnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	200	149	833	28	8
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,2				
PCB	(µg/kg)					

Tabell 26 Statistiske parametre for Sudmannsvei barnepark

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	66	67	76	55	4
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,49	0,53	1,2	0.02	8
PCB	(µg/kg)	21				1

Tabell 27 Statistiske parametre for Flagghaugen barnepark

Forbindelse		Aritmetisk Gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	60	51	137	15	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0.07				1
PCB	(µg/kg)					

Tabell 28 Statistiske parametre for Sjøkrigsskolens foreldrebarnehage

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	116	119	297	3	10
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0.08	0.08	0.09	0.07	4
PCB	(µg/kg)					

Tabell 29 Statistiske parametre for lekeklass ved Damsgård skole

Forbindelse		Aritmetisk gjennomsnitt	Median	Maksimums- verdi	Minimums- verdi	Antall prøver
Bly (Pb)	(mg/kg)	23	8	68	3	5
Benzo(a)pyren	(mg/kg)	0,49	0,18	2.6	0.07	8
PCB	(µg/kg)	2	2	3	1	2

## 5 TOKSIKOLOGISK GRUNNLAG

### 5.1 Bly

Svenske undersøkelser viser at barn får i seg 15 mikrogram bly per dag gjennom normalt kosthold. Drikkevann inneholder generelt lite bly. Voksne tar bare opp 10 % av det blyet de spiser, mens resten skilles ut i avføringen. Barn kan ta opp opptil 60 % av det blyet de spiser avhengig av blyets løselighet i mage-tarmsystemet. Både voksne og barn tar opp ca. 50 % av det blyet de puster inn. Bly som tas opp av kroppen, fordeles raskt til blod og muskler/fettvev. Bein og tenner er kroppens lagringsplass for bly. Hvis eksponeringen avtar og blykonsentrasjonen i blodet går ned, kan bly fra beinvevet frigjøres til blodet og forsinke nedgangen. Bly som ikke blir lagret i beinvevet, skilles ut gjennom urin. Det er ikke kjent at bly har noen positive helseeffekter. Blyet har mange negative helseeffekter avhengig av dose og hvor lenge en person er eksponert. Ved relativt lave doser er det funnet sammenheng mellom bly og effekter på sentralnervesystemet, i form av noe redusert IQ og konsentrasjonsevne. Mekanismene bak slike sammenhenger er ikke klarlagt.

Tabell 30 Kilder for blyeksponering av mennesker.

Kilde	Kommentar	Referanse
Mat	Gjennomsnittlig daglig inntak av bly hos barn er 15 µg og hos voksne <20 – 30 µg/dag.	Petito og Beck, 1991 Pershagen, 1979
Drikkevann	Typisk verdi for bly i norsk drikkevann <1 - 5 µg/l	Folkehelse 1998, Beck og Jaques, 1993
Jord	Barn kan få i seg bly ved å spise jord med høyt blyinnhold	Langedal og Hellesnes 1997, Berntzen 1997
Luft	Gjennomsnittlig innhold i byluft i Norge: 90 – 200 ng/m <sup>3</sup>	Beck og Jaques, 1993

### 5.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH er en stor gruppe organiske forbindelser, som dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Det er identifisert flere hundre PAH-forbindelser. Det er ikke praktisk mulig å analysere og kvantifisere alle de ulike PAHene som dannes. I denne undersøkelsen er følgende PAH-forbindelser analysert: naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antrasen, fluoranten, pyren, benzo(a)antrasen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antrasen og benzo(ghi)perylene. Det velges gjerne ut et antall markørforbindelser, særlig de kreftfremkallende. I tidligere studier og i denne er det valgt å benytte benzo(a)pyren.

PAH-forbindelsene kan også dannes under tilberedning av mat. Et eksempel er grilling av mat der fett drypper ned på grillkull, pyrolyserer og danner en røyk som inneholder PAH, som så avsettes på matvaren.

PAH-forbindelsene omdannes til reaktive molekyler som bindes til arvestoff. Dyreforsøk har vist at flere PAH-forbindelser kan være kreftfremkallende. PAH i maten leder til svulster i magesekken, mens inhalasjon av PAH fører til svulster i lungene. Epidemiologiske studier har vist at det finnes en sammenheng mellom yrkesmessig eksponering fra PAH via hud eller lunger og kreft.

Det foreligger ingen beregninger av det totale PAH-inntaket i den norske befolkningen. Inntaksberegninger gjort i Sverige gir et gjennomsnittlig inntak av PAH fra næringsmidler på



1 mg PAH/person/år. Inntaksberegningen er gjort på basis av 9 ulike PAH-forbindelser hvorav 7 anses for å være kreftfremkallende. Inntaket av benzo(a)pyren ble i den samme undersøkelsen antatt å være ca. 0,03 mg/person/år. Bidraget fra maten var størst fra kornprodukter. Til tross for et relativt lavt PAH-innhold i disse produktene, er de viktige fordi det er et høyt konsum av kornprodukter.

*Tabell 31 Kilder for PAH eksponering av mennesker.*

<b>Kilde</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Referanse</b>
Mat	Gjennomsnittlig daglig inntak av PAH hos mennesker er anslått til 1 mg PAH/person/år.	Folkehelsa, 1998
Drikkevann		
Jord	Barn kan få i seg PAH ved å spise jord med høyt PAH-innhold	Langedal og Hellesnes 1997, Berntzen 1997
Luft	Gjennomsnittlig innhold i av PAH i luft i Norge: 5 – 39 ng/m <sup>3</sup>	Beck og Jaques, 1993

Det er ikke fastsatt er tolerabelt daglig inntak av PAH. I risikovurderingen er kun data for benzo(a)pyren benyttet, fordi dette er den viktigste av de kreftfremkallende PAH-forbindelsene. De øvrige PAH-forbindelsene forekommer i så lave konsentrasjoner at deres helsemessige risiko er minimal.

### **5.3 Polyklorerte bifenyler (PCB)**

Mennesker eksponeres først og fremst for PCB gjennom konsum av fisk og produkter basert på fiskeolje og melkefett. Det daglige totalinntaket av PCB i Norge er antatt å ligge noe lavere enn det daglige inntaket i verden, som har vært angitt til ca. 0,003 mg/dag i gjennomsnitt. Hvis dette legges til grunn også for norske forhold, vil ukentlig inntak av PCB-blandinger bli 0,021 mg.

## 6 HELSERISIKOVURDERING

### 6.1 Akseptkriterier

Akseptkriteriene som er lagt til grunn for denne risikoanalysen, er at ingen av barna eller de ansatte i de undersøkte lekearealene skal utsettes for helsefare på grunn av arsen-, bly- eller PAH-forurenset jord.

### 6.2 Barns eksponering av bly, benzo(a)pyren og PCB i barnehager, barneparker og lekeplasser i Sentrum-, Løvestakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg bydeler

I en barnehage, barnepark eller lekeplass kan sannsynligvis barna eksponeres for forurenset jord via følgende eksponeringsveier:

- Inntak av jord eller støv gjennom munnen
- Hudkontakt med jord og støv
- Innånding av støv (ute og inne)
- Spising av snø avsatt på jord eller trykkimpregnert materiale
- Hudkontakt med trykkimpregnert materiale i lekeapparater etterfulgt av slikking på hånd og fingre.

#### 6.2.1 Bly

Fra en SFT-veileder for gjennomføring av risikovurdering av forurenset grunn oppgis det følgende delkonsentrasjoner for mest følsom arealbruk:

- Inntak gjennom munnen av jord eller støv: 100 mg Pb/kg jord tørrstoff
- Hudkontakt med jord eller støv: 7990 mg Pb/kg jord tørrstoff
- Innånding av støv: 12200 mg Pb/kg jord tørrstoff

Ved å sette disse konsentrasjonene inn i formelen for beregning av total eksponering

$$C_{\text{Total eksponering}} = \frac{1}{1/C_{\text{Oralinntak}} + 1/C_{\text{Hudkontakt}} + 1/C_{\text{Innånding}}}$$

oppnås følgende resultat:  $C_{\text{Total eksponering}} = 99 \text{ mg bly/kg jord tørrstoff}$

Ved beregnet maksimum daglig inntak av bly fra ulike kilder er det tatt utgangspunkt i de 10 % av barna som spiser 200 mg eller mer jord per dag. Vi har gjort en forsiktig beregning av totalinntaket av bly gitt et høyt inntak av jord daglig og tatt utgangspunkt i høye blyverdier i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Verdens helseorganisasjon (WHO) har fastsatt et tolerabelt daglig inntak av bly på 35 – 70 µg bly for barn som veier 10 – 20 kg. Denne mengden skal kunne inntas gjennom hele livet uten at det oppstår helseskade.

Ved et relativt høyt inntak av jord vil et gjennomsnittsinhold på ca. 150 mg bly/kg jord gi et bidrag av bly som er akseptabelt og hvor ikke det tolerable daglige inntaket er overskredet.

Tabell 32 Beregnet maksimum daglig inntak av bly fra ulike kilder for barnehage barn.

Kilde	Barnehagebarn (13 kg)
Mat (µg/dag)	15 µg
Drikkevann (µg/dag)	<1,5 µg
Jord og støv, 200 mg/dag	30 µg <sup>1</sup>
Luft (µg/dag)	0,005 µg
Total (µg/dag)	47 <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Beregnet ut fra en blykonsentrasjon i jord eller sand på 150 mg bly/kg jord eller sand.

Dette betyr at i områder med blyverdier over 150 mg/kg anbefaler vi å sette i verk tiltak.

### 6.2.2 Benzo(a)pyren

Fra en SFT-veileder for gjennomføring av risikovurdering av forurenset grunn oppgis det følgende delkonsentrasjoner for mest følsom arealbruk:

- Inntak gjennom munnen av jord eller støv: 0,876 mg benzo(a)pyren/kg jord tørrstoff
- Hudkontakt med jord eller støv: 2,08 mg benzo(a)pyren /kg jord tørrstoff
- Innånding av støv: 2,68 mg benzo(a)pyren/kg jord tørrstoff

Ved å sette disse konsentrasjonene inn i formelen for beregning av total eksponering

$$C_{\text{Total eksponering}} = \frac{1}{1/C_{\text{Oralinntak}} + 1/C_{\text{Hudkontakt}} + 1/C_{\text{Innånding}}}$$

oppnås følgende resultat:  $C_{\text{Total eksponering}} = 0,50$  mg benzo(a)pyren /kg jord tørrstoff

Ved beregnet maksimum daglig inntak av benzo(a)pyren fra ulike kilder er det tatt utgangspunkt i de 10 % av barna som spiser 200 mg eller mer jord per dag. Vi har gjort en forsiktig beregning av totalinntaket av benzo(a)pyren, gitt et høyt inntak av jord daglig og tatt utgangspunkt i høye verdier av benzo(a)pyren i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Norske myndigheter har ikke fastsatt et tolerabelt daglig inntak av benzo(a)pyren. Inntaket av benzo(a)pyren fra mat er i Sverige er antatt å være ca. 0.03 mg/person/år.

Basert på et nylig avsluttet dyreforsøk med tilførsel av benzo(a)pyren gjennom munnen utført ved det nederlandske Folkehelsens institutt, er det beregnet en human ekvivalent dose ved  $10^{-5}$  livstids risiko. Dette anses som en akseptabel risiko. Folkehelsa har kommet til en verdi på 25 ng/kg kroppsvekt/dag. Benzo(a)pyren vil foreligge i en blanding med andre PAH-forbindelser, noe som kan gi en forsterkende effekt. På den annen side vil eksponering for jord gjennom munnen bare foregå i en meget begrenset periode av livet mens risikovurderingen gjelder livstids eksponering. Folkehelsa mener derfor at 25 ng/kg kroppsvekt/dag utgjør et tolerabelt inntaksnivå.

Tabell 33 Beregnet maksimum daglig inntak av benzo(a)pyren fra ulike kilder for barnehagebarn.

Kilde	Barnehagebarn (13 kg)
Mat (µg/dag)	1,5 ng <sup>1</sup>
Drikkevann (µg/dag)	0
Jord og støv, 200 mg/dag	100 ng <sup>2</sup>
Luft (µg/dag)	-
Total (µg/dag)	102 ng

<sup>1</sup> Basert på et svensk estimat.

<sup>2</sup> Beregnet ut fra 0,5 mg benzo(a)pyren /kg jord eller sand.

Ved et relativt høyt inntak av jord vil et gjennomsnittsinhold på ca. 0,5 mg benzo(a)pyren/kg jord gi et bidrag av benzo(a)pyren som er akseptabelt.

### 6.2.3 PCB

Fra et forslag til en SFT-veileder for gjennomføring av risikovurdering av forurenset grunn oppgis det følgende delkonsentrasjoner for mest følsom arealbruk:

- Inntak gjennom munnen av jord eller støv: 0,813 mg PCB/kg jord tørrstoff
- Hudkontakt med jord eller støv: 5,76 mg PCB/kg jord tørrstoff
- Innånding av støv: 83,4 mg PCB/kg jord tørrstoff

Ved å sette disse konsentrasjonene inn i formelen for beregning av total eksponering

$$C_{\text{Total eksponering}} = \frac{1}{1/C_{\text{Oralinntak}} + 1/C_{\text{Hudkontakt}} + 1/C_{\text{Innånding}}}$$

oppnås følgende resultat:  $C_{\text{Total eksponering}} = 0,70$  mg PCB/kg jord tørrstoff

Naturvårdsverket i Sverige har fastsatt følgende referanse konsentrasjoner for områder med mest følsom arealbruk:

- Oralt inntak av jord eller støv: 0,53 mg PCB/kg
- Hudkontakt med jord eller støv: 4,0 mg PCB/kg
- Innånding av støv: 331 mg PCB/kg

Ved å sette disse konsentrasjonene inn i formelen for beregning av total eksponering

$$C_{\text{Total eksponering}} = \frac{1}{1/C_{\text{Oralinntak}} + 1/C_{\text{Hudkontakt}} + 1/C_{\text{Innånding}}}$$

oppnås følgende resultat:  $C_{\text{Total eksponering}} = 0,46$  mg/kg.

I forhold til akseptkriteriene betyr dette at det minimum gjøres tiltak der hvor PCB-konsentrasjonene i jorden overskrides ca. 0,5 mg/kg.



## 7 KONKLUSJON

Det øverste jordlaget i 21 av 73 undersøkte barnehager, barneparker og lekeplasser er i varierende grad forurenset med bly, benzo(a)pyren og PCB.

Forurensningens kildene i "gammel" byjord kan være mange. Byjord består av lokal naturlig mineraljord, gravemasser, sprengstein, organisk jord (ofte tilkjørt), rivningsmasser (asfalt, teglstein, betong), industriavfall og kloakkslam. Kildene til de påviste konsentrasjoner av bly og benzo(a)pyren er sannsynligvis hovedsakelig historiske. Fjerning av den forurensete jorden og tilkjøring av ren jord/sand er et godt og varig tiltak.

Den påviste og allerede oppryddede PCB-forurensningen i Fløen bør følges opp med å finne kilden til forurensningen. Kildene er sannsynligvis knyttet til den lokale bygningsmassen. Denne type forurensning finnes sannsynligvis flere steder i Bergen og andre steder med tilsvarende bygningsmasse.

Det er gjennomført en helserisikovurdering hvor barns eksponering for bly, benzo(a)pyren og PCB er vurdert. Bidraget fra inntak av jord, hudkontakt med jord og innånding av støv er sammenholdt med data for bidraget fra næringsmidler. Det konkluderes med at blykonsentrasjoner mindre enn 150 mg/kg og benzo(a)pyren- og PCB-konsentrasjoner mindre enn 0,5 mg/kg anses å representere en akseptabel tilleggsbelastning. Jord med høyere innhold av bly, benzo(a)pyren og PCB anbefales fjernet og erstattet med ren jord.

Som et resultat av denne undersøkelsene anbefales derfor følgende tiltak for bedring av situasjonen:

- Fjerning av jord/sand hvor blyinnholdet er høyere enn 150 mg/kg og hvor innholdet av benzo(a)pyren og PCB er høyere enn 0,5 mg/kg.
- Massene erstattes med ren jord.
- Til sammen mellom 900 og 1400 m<sup>3</sup> forurenset masse foreslås fjernet.

Gammel byjord har vært brukt mange ganger og er tilført forurensninger av ulike typer gjennom historisk tid. Ved graving i gammel byjord, er det stor sannsynlighet for at massene er forurenset. Det bør derfor etableres retningslinjer for hvordan slike masser skal håndteres ved graving og hva slike masser kan brukes til. Særlig varsomhet bør utvises i arealer hvor små barn skal leke.

## 8 BAKGRUNNSLITTERATUR

Calabrese, E.J., Barnes, R., Stanek, E.J., Pastides, H., Gilbert, C.E., Veneman, P., Wang, X., Lasztity, A. Og Kostecki, P.T., 1989: *How much soil do young children ingest: an epidemiologic study*. Regulatory Toxicology and Pharmacology, Vol. 10, side 123-139.

Calabrese, E.J. og Stanek, E.J., 1991: *A Guide to Interpreting Soil Studies. 2. Qualitative and Quantitative Evidence of Soil Ingestion*. Chemical Speciation and Bioavailability, Vol. 3, No. 3/4, side 55-63.

Langedal, M., 1997: *Helserisikovurdering av metaller i jord i bysamfunn. Eksempel for nikkel og bly i utemiljøet i Trondheim*. Trondheim kommune. Miljøavdelingens rapporter TM 97/04.

Langedal, M., & Hellesnes, I., 1997: *Innhold av tungmetaller i overflatejord og bakterier i sandkasser i barnehager i Trondheim*. Trondheim kommune, Miljøavdelingen, TM 97/03.

Ottesen, R.T., Almklov P.G. & Tijhuis, L., 1995: *Innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i overflatejord fra Trondheim*. Trondheim kommune, Miljøavdelingens rapporter, TM 95/06

Ottesen, R.T. og Volden, T., 1999: *Jordforurensning i Bergen*. NGU-rapport 99.022.

Ottesen, R.T., Volden, T. , Finne, T.E. og Alexander, J., 1999: *Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Skjold skole*. NGU-rapport 99.049.

Ottesen, R.T., Volden, T. , Finne, T.E. og Alexander, J., 1999: *Undersøkelse av arseninnholdet i jorden ved Stormyra barnehage*. NGU-rapport 99.058

Ottesen, R.T., Volden, T. , Finne, T.E. og Alexander, J., 1999: *Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Hellen skole*. NGU-rapport 99.062.

Statens forurensningstilsyn, 1993: *Miljøgifter i Norge*. SFT-rapport 93:22, 114 sider.

Statens forurensningstilsyn, 1993: *Datarapport for miljøgifter i Norge*. SFT-rapport 93:23, 313 sider.

Statens forurensningstilsyn, 1995: *Håndtering av grunnforurensningsaker*. SFT-rapport 95:09, 54 sider.

Statens forurensningstilsyn, 1996: *PCB i Norge. Forekomst og forslag til tiltak*. SFT-rapport 96:08.

Statens forurensningstilsyn, 1997: *Forurenset grunn. Metoder for kjemisk analyse*. SFT-rapport 97:34.

Statens forurensningstilsyn, 1997: Utskrift av deponidatabasen (registrerte lokaliteter i Bergen kommune).

Statens forurensningstilsyn, 1999: *SFT-veiledning for gjennomføring av risikovurdering av forurenset grunn*.

Van Wijnen, J.H., Clausen, P. og Brunekreef, B., 1990: *Estimated Soil Ingest by Children*. Environmental Research, Vol. 51, side 147-162.