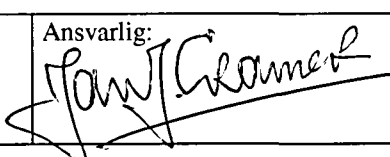


NGU Rapport 99.083

Helserisikovurdering av arsen, bly og PAH fra
jord og sand i barns lekemiljø.
Forslag til tiltak.

Rapport nr.: 99.083		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Helseisikovurdering av arsen, bly og PAH fra jord og sand i barns lekemiljø. Forslag til tiltak.				
Forfatter: Rolf Tore Ottesen, Tore Volden, Tor Erik Finne og Jan Alexander		Oppdragsgiver: Bergen kommune og Norges geologiske undersøkelse		
Fylke: Hordaland		Kommune: Bergen		
Kartblad (M=1:250.000) Bergen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1115 1 Bergen		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 19	Pris: Kr. 79,-	
Feltarbeid utført: Oktober 1998 og april 1999		Rapportdato: 6.september 1999	Prosjektnr.: 280801	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Basert på underlagsmateriale i NGU-rapportene 99.022, 99.049, 99.058, 99.062 og 99.077 og toksikologiske data anbefales følgende tiltaksgrenser for innholdet av arsen, bly og benso(a)pyren i jord eller sand i små barns lekemiljø:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arsen: 20 mg/kg jord • Bly: 150 mg/kg jord • Benso(a)pyren: 0.5 mg/kg jord <p>I alle barnehager og barneparker i kommunen (offentlige og private) bør jord eller sand i kontakt med trykkimpregnert trevirke fjernes i 1 meters bredde og 20 – 30 cm dybde og erstattes med ren jord. Det er ikke nødvendig med prøvetaking og kjemiske analyser av jord eller sand i alle barnehager i kommunen. Jord eller sand som skal tilføres etter at massene rundt trykkimpregnert trevirke er fjernet, må kontrolleres at det er ren.</p> <p>Minimum bør det trykkimpregnerte trevirket årlig oljebeises for å redusere utlekking av arsen fra trevirket til jorden eller sanden. På sikt bør trykkimpregnert trevirke erstattes med alternative materialer i barns lekemiljø. Ved nyanskaffelser av lekeutstyr, bør det ikke benyttes lekeapparater av trykkimpregnert materiale.</p> <p>For barnehager, barneparker, barneskoler, lekeplasser og balløkker i Bergen og Laksevågs sentrale deler, foreslås det at jorden på disse stedene prøvetas og analyseres for miljøgifter. Når resultatene foreligger kan tiltak iverksettes ut fra de foreslåtte tiltaksgrenser. Det er ikke nødvendig å ta prøver av den tilkjørte sanden.</p>				
Emneord: Jordforurensning	Barnehager		Barneparker	
Lekeplasser	Arsen		Tungmetaller	
PAH	Helseisikovurdering		Bergen kommune	

INNHold

1. KONKLUSJON OG FORSLAG TIL TILTAK	4
2. INNLEDNING	5
3. HVA ER BARNEHAGE JORD?	5
4. TRYKKIMPREGNERT TREVIRKE: EN VIKTIG FORURENSNINGSKILDE I BARNES LEKEMILJØ	7
5. TOKSIKOLOGISK GRUNNLAG	8
5.1 Arsen	9
5.2 Bly.....	10
5.3 Benso(a)pyren	11
6. HVOR MYE JORD SPISER BARN?.....	12
7. HELSERISIKOVURDERING	12
7.1 Akseptkriterier	12
7.2 Barns eksponering av arsen, bly og benso(a)pyren i barnehager, barnepark og lekeplasser i Bergen.....	13
7.2.1 Arsen.....	13
7.2.2 Bly.....	14
7.2.3 Benso(a)pyren	14
8. UNDERLAGSMATERIALE	15
9. REFERANSER	16
10. HVA ER MILJØGIFTER?	18

1. KONKLUSJON OG FORSLAG TIL TILTAK

Basert på underlagsmateriale i NGU-rapportene 99.022, 99.049, 99.058, 99.062 og 99.077 og toksikologiske data anbefales følgende tiltaksgrenser for innholdet av arsen, bly og benso(a)pyren i jord eller sand i små barns lekemiljø:

- Arsen: 20 mg/kg jord
- Bly: 150 mg/kg jord
- Benso(a)pyren: 0.5 mg/kg jord

Når innholdet av disse grunnstoffene og kjemiske forbindelser i jord eller sand i små barns lekemiljø overskrider de angitte konsentrasjoner, bør jorden eller sanden fjernes og erstattes med ren jord.

I alle barnehager og barneparker i kommunen (offentlige og privat) bør jord eller sand i kontakt med trykkimpregnert trevirke fjernes i 1 meters bredde og 20 – 30 cm dybde og erstattes med ren jord. Det er ikke nødvendig med prøvetaking og kjemiske analyser av jorden/sand i alle barnehager i kommunen. Den jorden eller sanden som skal tilføres etter at massene rundt trykkimpregnert trevirke er fjernet, må kontrolleres at det er uforurensede masser.

Minimum bør det trykkimpregnerte trevirket årlig oljebeises for å redusere utlekking av arsen fra trevirket til jorden eller sanden. På sikt bør trykkimpregnert trevirke erstattes med alternative materialer. Ved nyanskaffelser av lekeutstyr, bør det ikke benyttes lekeapparater av trykkimpregnert materiale.

Kartleggingen av lekearealene på Nordnes, Jekteviken og Dokken avdekket tildels sterk forurensing av jorden med bly og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og moderat forurensing med arsen (NGU-rapport 99.077). Det er sannsynlig at de øvrige sentrumsnære lekearealene også er forurenset med bly og PAH-forbindelser.

Det foreslås derfor at jorden i barnehager, barneparker, barneskoler, lekeplasser og balløkker i Bergen og Laksevågs sentrale deler (innenfor den ytterste stiplede kurven i figur 1) prøvetas og analyseres for miljøgifter. Når resultatene foreligger kan tiltak iverksettes ut fra de foreslåtte tiltaksgrenser.

2. 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. I det indre byområdet (Sentrum-, Løvestakken-, Landås-, Sandviken- og Laksevåg-bydeler) er innholdet av miljøgifter høyere enn gjennomsnittet for hele kommunen. På figur 1 er området med forhøyet innhold av miljøgifter vist innenfor den stiplede kurven. 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) (NGU-rapport 99.022). I barnehagesand i 85 tilfeldig utvalgte barnehager jevnt fordelt over hele kommunen, er innholdet av arsen gjennomgående tre ganger høyere enn i byjorden. Barnehagesanden har ellers et lavt innhold av de undersøkte tungmetaller, med unntak av et uteareal i Jekteviken som har et relativt høyt blyinnhold (NGU-rapport 99.022).

Det er gjennomført en detaljert oppfølgende undersøkelse av en barnehage i Fyllingen. Her ble det påvist en klar sammenheng mellom trykkimpregnert trevirke og arseninnholdet i sanden (NGU-rapport 99.058). Det er også gjennomført en undersøkelse og helserisikovurdering av 21 lekearealer (barnehager, barneparker og lekeplasser) i området Nordnes – Jekteviken og Dokken med ytterligere prøvetaking og helserisikovurdering. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at det øverste jordlaget i barnehager, barneparker og lekeplasser på Nordnes, Jekteviken og Dokken i varierende grad er forurenset med bly og benso(a)pyren. Deler av området er sterkt forurenset. Det er foreslått tiltak med fjerning av jord i 16 av disse lekearealene (NGU-rapport 99.077).

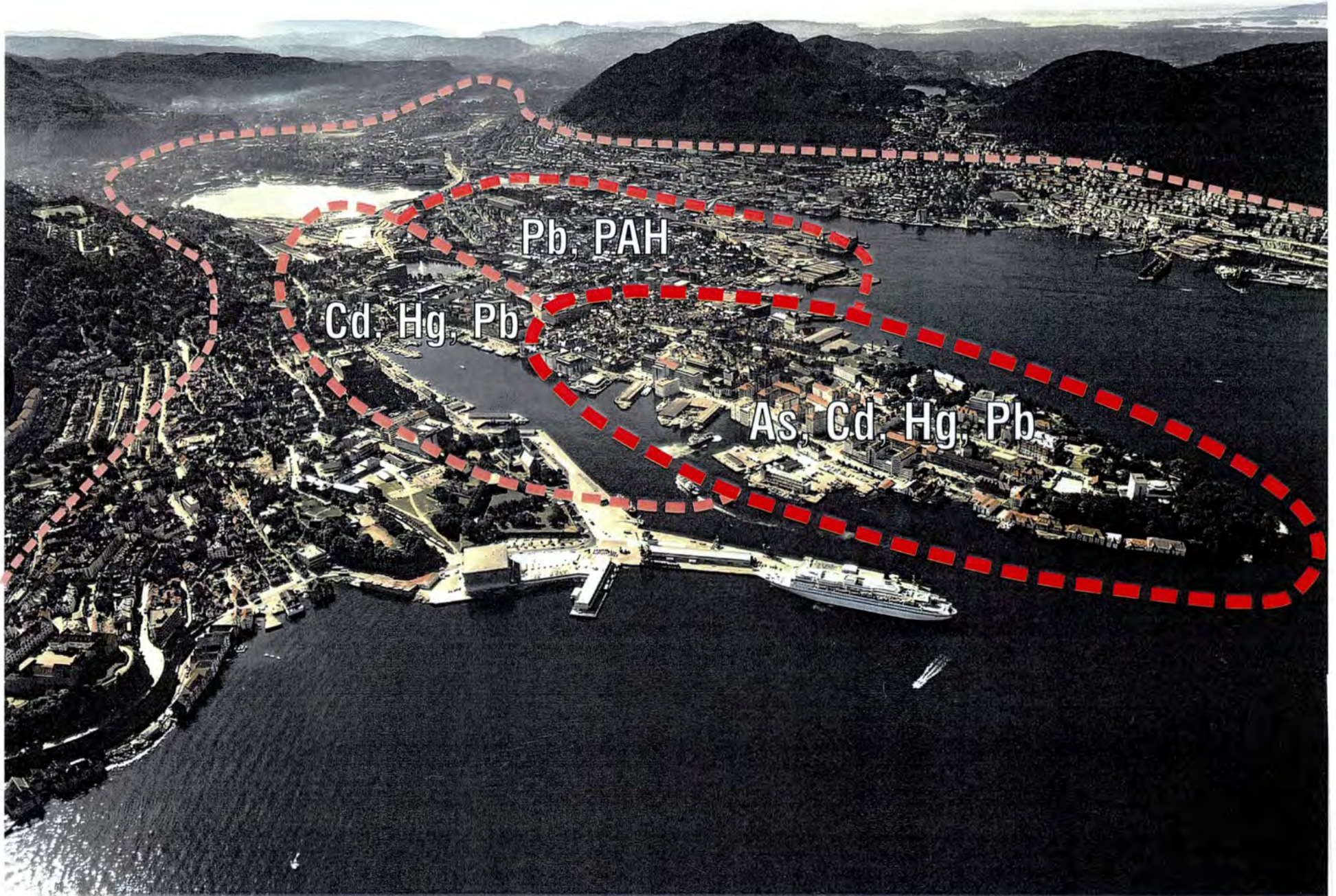
Denne rapporten oppsummerer arbeidet med jordforurensning i Bergen, og ut fra en Helserisikovurdering gis det anbefalinger for hva som bør gjøres i alle barnehager, barneparker og lekeplasser i Bergen kommune.

3. HVA ER BARNEHAGEJORD?

Innenfor tomtegrensene til en barnehage, barnepark eller lekeplass er det to hovedtyper av jord: 1) lokal jord og 2) tilkjørt sand.

Den lokale jorden i de ytre bydeler vil normalt bestå av naturlige løsmasser fra stedet, kanskje med noe tilkjørt matjord på toppen i enkelte deler av tomten. I de indre bydeler har den lokale jorden ofte en helt annen sammensetning. Byjorden består av lokal naturlig mineraljord, gravemasser, sprengstein, organisk jord (ofte tilkjørt), rivningsmasser (asfalt, teglstein, betong), og kanskje litt industriavfall enkelte steder. Byjorden er altså full av spor av menneskelig aktivitet (Figur 2).

6



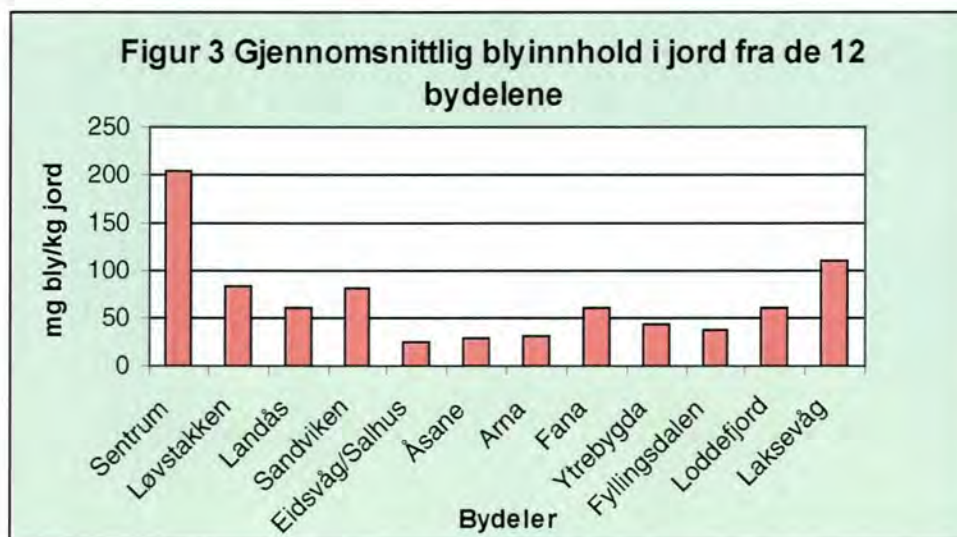
Figur 1



Figur 2 Det øverste bildet viser "gammel" byjord full av teglstein anare spor etter menneskelig aktivitet. Bildet nederst på siden viser tilkjørt naturlig sand i et sandbasseng.

Gjennom historien har ulike typer virksomhet satt sine kjemiske spor i byjorden. Bybrannene har bl.a. lagt sine visittkort i form av PAH-forbindelser. Bly og en rekke andre tungmetaller er oppkonsentrert i byjorden i forhold til den naturlige lokale jorden (Figur 1 og 3).

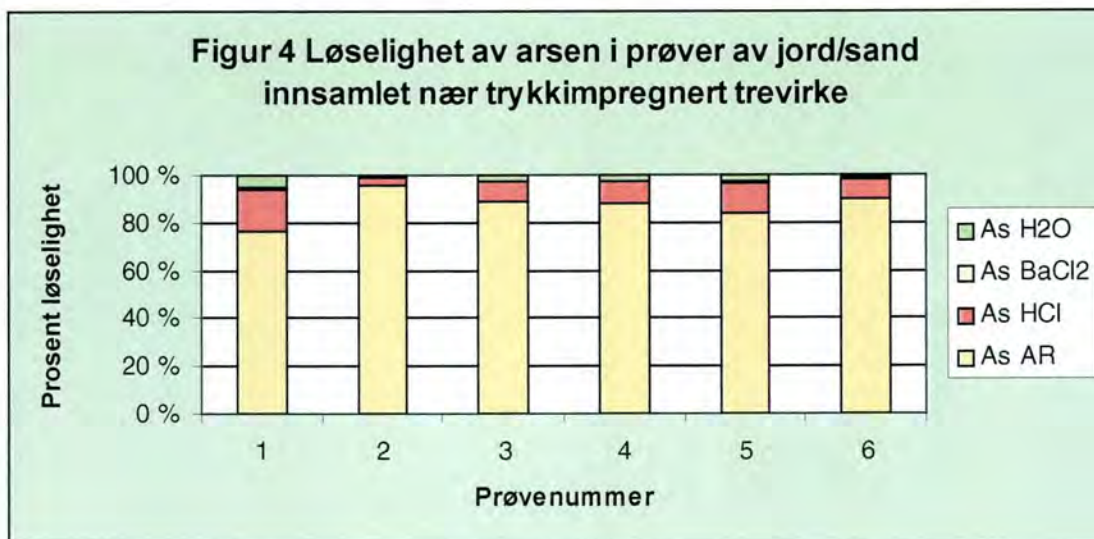
Den tilkjørte sanden til barns lekearealer kommer hovedsakelig fra grustak i Modalen og Etne. Sanden fra disse områdene har et svært lavt innhold av tungmetaller. Imidlertid er innholdet av arsen høyere i Etne enn i Modalen.



4. TRYKKIMPREGNERT TREVIRKE: EN VIKTIG FORURENSINGSKILDE I BARNES LEKEMILJØ

Impregnering av trevirke gjøres for å hindre angrep av organismer som skader og bryter ned trevirket. De aktive stoffene som brukes er giftige mot alle levende organismer. I kobber-, krom,- og arsenimpregnering (CCA) er kobber og arsen de aktive stoffene, mens krom brukes hovedsakelig for å fiksere kobber og arsen i trevirket. En effektiv beskyttelse av trevirket er avhengig av at impregneringsstoffene har en viss løselighet.

Jordprøver tatt tett ved trykkimpregnert trevirke som ligger i kontakt med jord kan ha et meget høyt innhold av arsen. I Bergen er det påvist opptil 241 mg arsen/kg jord. En stor del av dette arsenet foreligger i en lettløselig og tilgjengelig form. Seks jordprøver tatt nær trykkimpregnert materiale i kontakt med jord viser et relativt høyt innhold av arsen (gjennomsnittsinholdet av arsen i prøvene er 29.6 mg/kg jord eller sand). Av dette arsenet opptrer 5 – 24 % i en lettløselig (tilgjengelig) form (Figur 4).



5. TOKSIKOLOGISK GRUNNLAG

5.1 Arsen

Mennesker eksponeres normalt for arsen gjennom maten, der konsum av fisk og skalldyr er de viktigste kilder. I de sistnevnte produkter foreligger arsen i en organisk form som lett skilles ut av kroppen. I enkelte områder av verden inneholder drikkevannet mye arsen p.g.a. lokale geologiske forhold og her er vannet en viktig arsen kilde.

Barn kommer i kontakt med arsen i jord og trykkimpregnert trevirke når de har hudkontakt med jorda eller med trykkimpregnert trevirke i lekeapparater og lignende, eller når de spiser jord eller slikker på skitne fingre. De kan også få i seg arsen ved å puste inn jord som er virvlet opp i lufta. Hvis barn svelger arsen i mat og drikke eller jord, vil arsenet lett tas opp i kroppen. Hvis barn puster inn støv som inneholder arsen, vil de minste partiklene sette seg i lungene og mesteparten av arsenet i disse tas opp av kroppen. Hudkontakt med arsen regnes ikke som noen viktig eksponeringsvei. Mesteparten av arsenet som har kommet inn i kroppen blir skilt ut i urinen i løpet av noen få dager, men noe forblir i kroppen i flere måneder.

Det har så langt ikke vært påvist at arsen er et nødvendig sporstoff. I gamle dager ble arsenholdige legemidler brukt som styrkemedisin. I svært høye doser er arsen akuttgiftig og kan være dødelig eller gi symptomer fra mage-tarmkanalen. Fortykkelser av hornhuden på hender og føtter har vært sett hos personer som har fått i seg mye arsen gjennom lang tid. Slik eksponering er forbundet med økt risiko for hudkreft. Inhalasjon av store mengder arsen over lang tid gir risiko for lungekreft.

Verdens helseorganisasjon (WHO) fastsatte i 1988 et tolerabelt daglig inntak av arsen på 2 µg/kg kroppsvekt/dag. Denne mengden skal kunne inntas gjennom hele livet uten at det oppstår helseskade.

Tabell 1 Kilder for arsen eksponering av mennesker.

Kilde	Kommentar	Referanse
Mat	Gjennomsnittlig daglig inntak hos barn er 15µg. Arsen forekommer i størst konsentrasjon i fisk og skalldyr. I slike produkter foreligger arsen i organisk form.	Petito og Beck, 1991 Pershagen, 1979
Drikkevann	Typisk verdi for arsen i norsk drikkevann 0.2 – 1 µg/l	Beck og Jaques, 1993
Jord	Barn kan få i seg arsen ved å spise jord med høyt arseninnhold	Langedal og Hellesnes 1997, Berntzen 1997
Luft	Gjennomsnittlig innhold i luft i Norge: 0.63 ng/m ³	Beck og Jaques, 1993

5.2 Bly

Svenske undersøkelser viser at barn får i seg 15 µg 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 eller fettvev. Bein og tenner er kroppens lagringsplass for bly. Omsetningen i beinvevet er svært langsom i forhold til bløtvev og blod. Hvis eksponeringen avtar og blykonsentrasjonen i blodet går ned, kan bly fra beinvevet frigjøres til blodet og forsinke nedgangen. Bly fra blodet 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 hos foster som er utsatt i mors liv og hos små barn funnet sammenheng mellom bly og effekter på sentralnervesystemet, i form av noe reduserte kognitive funksjoner (for eksempel IQ og konsentrasjonsevne). Mekanismene bak slike sammenhenger er ikke klarlagt.

Verdens helseorganisasjon (WHO) har fastsatt et tolerabelt ukentlig inntak for bly på 25 µg/kg kroppsvekt. Dette svarer til et daglig inntak av bly på 35 – 70 µg for barn som veier 10 – 20 kg.

Tabell 2 Kilder for bly eksponering 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	Folkehelsa 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 ³	Beck og Jaques, 1993

5.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (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, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenso(a,h)antrasen og benso(ghi)perylene. Det velges gjerne ut et antall markørforbindelser, særlig de kreftfremkallende. I tidligere studier og i denne er det valgt å benytte benso(a)pyren.

PAH-forbindelsene kan også dannes under tilberedning av mat. For eksempel under grilling av mat ved at fett drypper ned på grillkull, fett pyrolyserer og det dannes en røyk inneholdende PAH som så avsettes på matvaren.

Mange PAH-forbindelser skader arvestoffet i bakterier og cellekulturer samt i dyreforsøk. 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 benso(a)pyren ble i den samme undersøkelsen antatt å være ca. 0.03 mg/person/år. Bidraget til 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 3 Kilder for PAH eksponering av mennesker.

Kilde	Kommentar	Referanse
Mat	Gjennomsnittlig daglig inntak av PAH hos mennesker er anslått til 1 mg PAH/person/år..	Folkehelsa, 1998
Drikkevann	Ikke relevant	
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 ³	Beck og Jaques, 1993

Det er ikke fastsatt er tolerabelt daglig inntak av polysykliske aromatiske hydrokarboner. I risikovurdering er kun data for benzo(a)pyren benyttet, fordi dette er den viktigste av de kreftfremkallende PAH-forbindelsene. De øvrige kreftfremkallende PAH-forbindelsene er mindre potente enn benzo(a)pyren.

6. HVOR MYE JORD SPISER BARN?

Amerikanske og nederlandske undersøkelser har vist at mengden jord barn spiser varierer fra barn til barn (Tabell 4). Det må understrekes at tallene i tabell 4 er usikre. Allikevel representerer disse undersøkelsene det beste anslaget vi har, og vil bli lagt til grunn når helseeffektene av arsen, bly og PAH-forbindelser i jord fra lekearealer på Nordnes, Jekteviken og Dokken blir vurdert.

Tabell 4 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

7. HELSERISIKOVURDERING

7.1 Akseptkriterier

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

7.2 Barns eksponering av arsen, bly og benso(a)pyren i barnehager, barnepark og lekeplasser i Bergen

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.

7.2.1 Arsen

Ved beregnet maksimum daglig inntak av arsen 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 arsen gitt et høyt inntak av jord daglig og tatt utgangspunkt i høye arsen verdier i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Verdens helseorganisasjon (WHO) fastsatte i 1988 et tolerabelt ukentlig inntak av arsen på 15 µg arsen/kg kroppsvekt dvs ca 2 µg/kg kroppsvekt/dag. Denne mengden skal kunne inntas gjennom hele livet uten at det oppstår helseskade. For et barn på 13 kg tilsvarer det 26 µg arsen per dag. Ved et relativt høyt inntak av jord vil et gjennomsnittsinhold på ca 20 mg arsen /kg jord gi et bidrag av arsen som er relativt lavt og hvor ikke det tolerable ukentlige inntaket er overskredet. Inntak av jord med høyere arseninnhold, f.eks jord i kontakt med trykkimpregnert trevirke vil gi en uakseptabel tilleggsbelastning. Barna barnehagene i Bergen har neppe vært utsatt for arsen i mengder som har medført helserisiko av betydning fordi gjennomsnittsverdien for arsen er relativt lav. Dessuten må inntaket av arsen foregå over mange år dersom det skal kunne forårsake økt risiko for hudkreft. Et arsen innhold på opptil 20 mg arsen/kg jord anses å være forsvarlig. De høyeste nivåene som er funnet anses for å gi en unødvendig tilleggsbelastning, særlig også fordi disse prøvene inneholder en betydelig andel lettløselig arsen.

Tabell 5 *Beregnet maksimum daglig inntak av arsen fra ulike kilder for barnehage barn.*

Kilde	Barnehagebarn (13 kg)
Mat, vesentlig organisk bundet arsen (µg/dag)	15 µg
Drikkevann (µg/dag)	0.2 µg
Jord og støv, 200 mg/dag	4 µg ¹
Luft (µg/dag)	0.005 µg
Total (µg/dag)	19.2 ¹

¹Beregnet ut fra en konsentrasjon i jord eller sand på 20 mg arsen/kg jord eller sand.

Det anbefales en tiltaksgrense for arseninnhold i jord eller sand i små barns lekemiljø på 20 mg arsen/kg jord/ eller sand.

7.2.2 Bly

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 bly verdier i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Verdens helseorganisasjon (WHO) har fastsatt et tolerabelt ukentlig inntak for bly på 25 µg/kg kroppsvekt. Denne mengden skal kunne inntas gjennom hele livet uten at det oppstår helseskade. Dette svarer til et daglig inntak av bly på 35 – 70 µg bly for barn som veier 10 – 20 kg.

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

Tabell 6 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 ¹
Luft (µg/dag)	0.005 µg
Total (µg/dag)	47 ¹

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

Det anbefales en tiltaksgrense for blyinnhold i jord eller sand i små barns lekemiljø på 150 mg bly/kg jord eller sand.

7.2.3 Benso(a)pyren

Ved beregnet maksimum daglig inntak av benso(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 benso(a)pyren gitt et høyt inntak av jord daglig og tatt utgangspunkt i høye verdier av benso(a)pyren i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Norske myndigheter har ikke fastsatt et tolerabelt daglig inntak av benso(a)pyren. Inntaket av benso(a)pyren fra mat er i Sverige antatt å være ca. 0.03 mg/person/år.

Folkehelse har fått tilgang til resultatene fra et nylig avsluttet dyreforsøk med tilførsel av benso(a)pyren gjennom munnen (peroral) ved det nederlandske folkehelse instituttet. På basis av dette arbeidet har Folkehelse beregnet en såkalt human ekvivalent dose svarende til livstids

risiko på 10^{-5} . Dette anses som en akseptabel risiko. Folkehelse har kommet fram til en verdi på 25 ng benso(a)pyren/kg kroppsvekt/dag. Benso(a)pyren vil foreligge i en blanding med andre PAH-forbindelser, noe som kan tenkes å gi en forsterkende effekt. På den annen side vil eksponering for PAH via jord inntatt gjennom munnen bare foregå i en meget begrenset periode av livet mens risikovurderingen gjelder livstidseksponering. Folkehelse mener derfor at 25 ng/kg kroppsvekt/dag utgjør et tolerabelt inntaksnivå. Ved et relativt høyt inntak av jord med et gjennomsnittsinhold på ca 0.5 mg benso(a)pyren/kg jord vil dette gi et bidrag av benso(a)pyren som ligger under et slikt tolerabelt inntak.

Tabell 7 *Beregnet maksimum daglig inntak av benso(a)pyren fra ulike kilder for barnehage barn.*

Kilde	Barnehagebarn (13 kg)
Mat (µg/dag)	1.5 ng ¹
Drikkevann (µg/dag)	0
Jord og støv, 200 mg/dag	100 ng ²
Luft (µg/dag)	-
Total (µg/dag)	102 ng

¹ Basert på et svensk estimat.

² Beregnet ut fra 0.5 mg benso(a)pyren /kg jord eller sand.

Det anbefales en tiltaksgrense for innholdet av benso(a)pyren i jord eller sand i små barns lekemiljø på 0.5 mg benso(a)pyren/kg jord eller sand.

8. UNDERLAGSMATERIALE

NGU-rapport 99.022: Jordforurensning i Bergen.

NGU-rapport 99.049: Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Skjold skole.

NGU-rapport 99.058: Undersøkelse av arseninnholdet i jorden ved Stormyra barnehage.

NGU-rapport 99.062: Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i jorden i skolegården ved Hellen skole.

NGU-rapport 99.077: Jordforurensning i Bergen – Undersøkelse av barnehager, barneparker og lekeplasser på Nordnes, Jekteviken og Dokken. Helserisikovurdering.

9. REFERANSER

Abernathy, C.O., Calderon, R.L. og Chappel W.R., 1997: Arsenic. Exposure and health effects. Chapman & Hall, London. 429 sider.

Berntzen, T., 1997: Kartlegging av arsen og sink i overflatejord i barnehager i Trondheim og vurdering av helserisikoen ved overskridelse av SFTs normer for ren jord.. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Hovedoppgave, 100 sider.

Beck, P.Å., Jaques, R., 1993: Datarapport for miljøgifter i Norge. SFT-rapport nr 93:23, 303 sider.

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, 123 – 139.

Calabrese, E.J. og Stanek, E.J., 1991: A guide to interpreting soil ingestion studies, 2. Quality and quantitative evidence of soil ingestion. Chem. Spec. Bioavail., 3, 55 – 63.

Langedal, M. og Hellesnes, I., 1997: Innhold av tungmetaller i overflatejord og bakterier i sandkasser i barnehagene i Trondheim: Helserisikovurdering. Trondheim kommune, Miljøavdelingens rapporter, TM 97/03.

Petito, C.T., og Beck, B., 1991: Evaluation og evidence of nonlinearities in the dose-respons curve for arsenic carcinogenesis. I Hemphill og Cothorn (Redaktører): Trace metals in environmental health – XXIV, Vol 13, Supplement to science reviews limited, Northwood, 143 – 176.

Pershagen, G., 1979: Human health to arsenic. I Di Ferrante, E. (Redaktør): CEC Trace metals exposure and health effects. Pergamon Press, Oxford, 99 – 106.

Ryberg, D. og Haugen, A., 1992: Helsefare ved produksjon og bruk av krom-kobber-arsen (CCA) impregnert trevirke. HD 1036/92 FoU. Statens arbeidsmiljøinstitutt, Oslo, 28 sider.

Ryberg, D. og Haugen, A., 1994: Treimpregnering med CCA og utslipp av kobber, krom og arsen til miljøet. Risiko for helseskade. HD 1052/94 FoU. Statens arbeidsmiljøinstitutt, Oslo, 52 sider.

Statens institutt for folkehelse, 1998: Miljø og helse – en forskningsbasert kunnskapsbase. Rapport.

Van Wijnen, J.H., Clausing, P. og Brunekreef, B., 1990: Estimated soil ingestion by children. *Environmental Research*, 51, 147 – 162.

Vik, E.A., Breedveld, G., Oen, A., Rike, A.G., Weideborg, M., Næss, M., Mogensen, A., Jonassen, H. og Bakke, S., 1998: SFT-veiledning for gjennomføring av risikovurdering av foruresnet grunn. (Utkast).

Naturvårdverket, 1996: Development of generic guideline values. Report 4639.

10. VEDLEGG: HVA ER MILJØGIFTER?

Med begrepet "miljøgift" mener Statens forurensningstilsyn (SFT): "stoffer som selv i små konsentrasjoner kan gi skader på naturmiljøet ved at de er giftige og kan oppkonsentreres til skadelige konsentrasjoner i næringskjeden og/eller har særlig lav nedbrytbarhet."

Med giftig menes både akutte- og kroniske giftvirkninger. Med akutte giftvirkninger menes hurtigvirkende og direkte giftvirkning. Med kroniske giftvirkninger menes at stoffet har egenskaper som over tid fremkaller bestandtruende sykdom eller nedsetter livsfunksjoner hos organismer. Blant kroniske virkninger regnes også at stoffet er kreftfremkallende, arvestoff-forandrende, reproduksjonsskadende eller kan skade fosteret.

At et stoff har tendens til oppkonsentrering (akkumulering) betyr at det tas opp og lagres i planter og dyr, og for enkelte stoffer at konsentrasjonen over tid vil øke for hvert ledd i næringskjeden. Stoffet med lav nedbrytbarhet har lang levetid i naturen før de brytes ned til komponenter som vanligvis er mindre skadelige.

Miljøgiftene, som slippes ut i vann, luft eller jord, kjennetegnes ved at de kan utløse skadelig effekter, selv i lave konsentrasjoner eller mengder. Skadebildet kan være alvorlig med endringer av økosystemer eller skader på mennesker. Hos mennesker kan helseskader på grunn av miljøgifter oppstå ved inntak av forurenset drikkevann eller matvarer, ved innånding av forurenset luft eller gjennom direkte kontakt med stoffer og produkter. Siden mange av miljøgiftene oppkonsentreres i næringskjeden og har langsom nedbrytning, er det betydelig risiko for at omgivelsene kan forurennes opp til et nivå som gir skader som ikke eller sent lar seg reparere. I tillegg til en oppkonsentrering i næringskjeden ved spredning fra art til art, kan miljøgiftene spres fra generasjon til generasjon. Hos pattedyr skjer dette ved at miljøgiftene overføres til fosteret via morkaken eller til diende unger via morsmelken. Skader kan også overføres til senere generasjoner ved at arvematerialet i kjønncellene skades.

Arsen og arsenforbindelser

Arsen er et metallisk grunnstoff. Enkelte arsenforbindelser er giftige og kreftfremkallende. Arsen brukes bl.a. i treimpregneringsmidler. Det er stor variasjon i bioakkumulerbarhet mellom ulike arsenforbindelser i planter og dyr. Uorganiske arsenforbindelser (arsenat) er sterkt akutt giftige overfor de fleste organismer, mens organiske arsenforbindelser er langt mindre giftige. Arsenforbindelser har kroniske giftvirkninger overfor mange organismer i små konsentrasjoner, herunder fosterskadende effekter, effekter på DNA-molekylet og de gir økt mulighet for kreft i samvirke med andre stoffer.

Bly og blyforbindelser

Bly er et metallisk grunnstoff med alvorlige giftvirkninger. Det kan opphopes i organismer og gi skader på mange organer, spesielt nervesystemet. Spredning av bly i miljøet skyldes i dag først og fremst blytilsetning i bensin, bly i produkter og atmosfæriske avsetninger fra langtransport av forurensning. Bly akkumuleres i fisk og pattedyr, men bare i liten grad i fiskefilet. Bly er akutt giftig overfor vannlevende organismer og akutt giftig overfor pattedyr. Bly gir kroniske giftvirkninger overfor mange organismer, selv i små konsentrasjoner. Vedvarende bly påvirkning kan ha virkninger på nervesystemet og bloddannende organer, inklusive immunceller hos varmblodige dyr.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Stoffgruppen PAH består av mange forskjellige forbindelser og noen av disse f.eks. benso(a)pyren, er helseskadelige, arvestoffskadende (mutagene) og kreftfremkallende. PAH dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale, i fyringsanlegg, bileksos og også ved skogbranner. PAH er også et uønsket biprodukt fra visse typer industrielle prosesser og dannes dessuten ved veislitasje. PAH som stoffgruppe har en rekke skadelig egenskaper. Deres fettløselighet gjør at de vandrer gjennom beskyttende membraner og kan skade flere deler av cellene. Blant de alvorligste effekter er genskader og reproduksjonsskader