

# Langtidseffekten af intervention på børns eksponering for bly

Jesper Bo Nielsen  
Syddansk Universitet

Jesper Kristiansen  
Arbejds miljøinstituttet

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

|  |    |
|--|----|
| INDHOLD  | 3  |
| FORORD   | 5  |
| 1 SAMMENFATNING  | 7  |
| 2 SUMMARY  | 9  |
| 3 BAGGRUND   | 11 |
| 4 MATERIALER OG METODE                                 | 13 |
| 4.1 VALG AF UNDERSØGELSESPOPULATION                    | 13 |
| 4.2 STUDIEDESIGN                                       | 13 |
| 4.3 REKRUTTERING AF DELTAGENDE BØRN                    | 13 |
| 4.4 DIMENSIONERING OG STYRKEBEREGNING                  | 13 |
| 4.5 UNDERSØGELSER I BØRNEHAVER                         | 14 |
| 4.5.1 <i>Stolemagerstiens børnehave</i>                | 14 |
| 4.5.2 <i>Møllelængens børnehave</i>                    | 15 |
| 4.6 VURDERING AF BLYEKSPONERING                        | 16 |
| 4.6.1 <i>Måling af bly i jord</i>                      | 16 |
| 4.6.2 <i>Måling af bly i indendørs støv</i>            | 16 |
| 4.6.3 <i>Måling af bly på hænder</i>                   | 16 |
| 5 RESULTATER   | 17 |
| 5.1 PRØVETAGNING                                       | 17 |
| 5.2 BLY I JORD FRA DE TO BØRNEHAVER                    | 17 |
| 5.2.1 <i>Stolemagerstiens børnehave</i>                | 17 |
| 5.2.2 <i>Møllelængens børnehave</i>                    | 17 |
| 5.3 BLY I INDENDØRS STØV FRA DE TO BØRNEHAVER          | 18 |
| 5.4 BLY PÅ HÆNDER EFTER UDELEG                         | 18 |
| 5.4.1 <i>Beskrivelse af børnegruppe</i>                | 18 |
| 5.4.2 <i>Statistisk analyse</i>                        | 19 |
| 5.4.3 <i>Bly på hænder efter udeleg</i>                | 19 |
| 6 DISKUSSION   | 21 |
| 6.1 EKSPONERINGSMÅLETS EGNETHED                        | 21 |
| 6.2 DEN ANVENDTE BØRNEGRUPPE I FORHOLD TIL DEN ØNSKEDE | 21 |
| 6.3 KAN VÆRDIERNE FOR BLY I JORD FRA EFTERÅRET 2002    |    |
| VERIFICERES  | 21 |
| 6.4 SAMMENHÆNG MELLEM BLY I JORD OG I INDENDØRS STØV   | 22 |
| 6.5 VIRKER INTERVENTIONERNE FRA 2002 FORTSAT           | 22 |
| 6.6 UDESTÅENDE PROBLEMSTILLINGER                       | 23 |
| 7 KONKLUSIONER   | 25 |
| 8 REFERENCER   | 27 |



# Forord

En måde til begrænsning af børns udsættelse for jordforurening er at reducere kontakten til den forurenede jord. Dette kan gøres gennem fysiske omlægninger af legearealer. En tidligere intervention på to børnehaver viste en umiddelbar effekt i form af nedsat eksponering af børnene vurderet på basis af mængden af bly adhæreret til hænderne efter udeleg. Målet med nærværende undersøgelse er at vurdere, hvorvidt denne effekt er holdbar over tid. Undersøgelsen er derfor gennemført i de samme to børnehaver i foråret 2004, hvilket er knapt 2 år efter den primære intervention. Resultaterne forventes at have generel gyldighed også for andre legearealer, hvor fokuserede interventioner vil kunne gennemføres.

Der er tale om en ren eksponeringsundersøgelse, hvorfor sammenhængen mellem den mængde bly, som børnene får på hænderne, og den mængde bly, de som følge heraf indtager oralt, ikke er diskuteret.

Undersøgelsen er gennemført for Miljøstyrelsen og finansieret af Miljøstyrelsens teknologiudviklingsprogram, jord og grundvand.

Forfatterne vil endnu en gang takke de ansatte i børnehaverne Møllelængen og Stolemagerstien for hjælp med organisering af prøvetagningen, og for at hjælpe os med at holde styr på hvem der var hvem af børnene! Og naturligvis en stor tak til alle børnene, både dem som lagde hænder til, og til dem som ikke deltog, men som alligevel altid modtog os med en imødekommende nysgerrighed.

Endelig vil vi også takke Anne Abildtrup, Ulla Tegner og Dorrit Meincke for omhyggelig forberedelse af de praktiske aspekter ved prøvetagning, for udførelse af selve prøvetagningerne, samt for den store indsats med kemisk nedbrydning og analyse af alle de indsamlede prøver.

August 2004

Jesper Bo Nielsen & Jesper Kristiansen



# 1 Sammenfatning

I 2002 gennemførtes på to børnehaver en undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly. Interventionerne bestod i omlægning og renovering af de hyppigst anvendte dele af de udendørs legearealer på børnehaverne. Interventionerne resulterede i en omgående og klar reduktion i børnenes blybelastning under udeleg. Bly i indendørs støv reflekterede imidlertid ikke umiddelbart de gennemførte interventioner. Ligeledes tillod evalueringen af interventionerne umiddelbart efter deres gennemførelse ikke konklusioner om interventionernes holdbarhed over tid. På baggrund heraf er en opfølgende undersøgelse gennemført. Formålet var at dokumentere, hvorvidt jordniveauerne af bly i de mest belastede legeområder fortsat er lave svarende til under kvalitetskriteriet på 40 mg/kg jord, at dokumentere hvorvidt bly i indestøv er reduceret i forhold til de tidligere målinger gennemført umiddelbart efter interventionerne, samt at dokumentere hvorvidt børnehavebørnenes blyeksponering fortsat er reduceret svarende til det niveau, der målt umiddelbart efter interventionerne 1½ år tidligere. Nedenstående sammenfatter undersøgelsens resultater og hovedkonklusioner:

## Resultater

- Undersøgelsen er gennemført på to børnehaver (Stolemagerstien og Møllelængen), begge beliggende på Amager i Københavns Kommune. Den undersøgte børnegruppe var i alderen 3-6 år.
- Børnenes blybelastning er vurderet ved, at børnene før og efter udeleg på børnehavens legeområde fik aftørret hænderne med papirserviet. Metoden er tidligere anvendt og valideret.
- To markante fordele knytter sig til aftørring af hænder efter udeleg frem for traditionel fastlæggelse af blyeksponering ved blodprøvetagning. For det første tillader metoden konklusioner i forhold til den konkrete eksponeringssituation, idet eksponeringsmålet alene knytter sig til, hvad der er opsamlet på hænderne i en given periode med udeleg på det konkrete legeareal. Dette er i modsætning til en blodprøve, der vil genspejle eksponeringen fra mange kilder akkumuleret over længere tid. Endvidere er metoden non-invasiv, hvilket betyder, at man ikke skal tage blodprøver fra i øvrigt friske og raske børn.
- Prøvetagning blev gennemført indenfor en to-ugers periode i maj 2004. Vejret var alle dage tørt med temperaturer fra 12 til 20°C.

## **Stolemagerstien**

- I forhold til den i 2002 gennemførte intervention er legearealet på børnehaven ved Stolemagerstien ændret derved, at et tidligere ubefæstet areal samt et mindre fliseareal er inddraget som boldbane og asfalteret. Etablering af boldbanen har ændret børnenes legemønster markant. Endvidere er den i 2002 etablerede spærremembran mellem gammel jord og ny topjord mange steder fjernet helt eller delvist.
- Ved Stolemagerstien er den gennemsnitlige blykoncentration i jordprøverne tilbage ved udgangspunktet før interventionen i 2002 (knap 100 mg/kg jord), idet den højest målte værdi i 2004 dog er væsentlig lavere end maksimumkoncentrationen før interventionen. Det er umiddelbart uventet, men den sandsynlige årsag er, at de anvendte stykker spærremembran mellem underliggende ”gammel” jord og nyt dækmateriale (ren jord eller flis) mange steder var fjernet.

- Metoden med afgravning af topjord, etablering af spærremembran, og efterfølgende afdækning med rent jord/faldunderlag/flis kan derfor kun anbefales, hvis større samlede stykker spærremembran kan anvendes. Konsekvensen er således, at man i tilfælde af intervention på områder med buske sandsynligvis må grave disse op før etablering af spærremembran.
- Bly i indestøv har ikke ændret sig som følge af de gennemførte interventioner på de udendørs legearealer.
- Målinger 1½ år efter interventionerne (foråret 2004) viser uforandrede mængder bly på børnenes hænder efter udeleg. Eksponeringsniveauerne er således fortsat signifikant lavere end før interventionerne.

### ***Møllelængen***

- I forhold til den i 2002 gennemførte intervention er legearealet ved Møllelængen uændret, idet græsdaekket på enkelte skråninger dog atter er slidt af.
- Ved Møllelængen er blykoncentrationen i jordprøverne uændrede siden interventionen. Den gennemsnitlige blykoncentration er således klart under 40 mg/kg. Der er derfor fortsat tale om en reduktion i den potentielle eksponering på omkring en faktor 10 i forhold til før interventionen.
- Bly i indestøv har ikke ændret sig som følge af de gennemførte interventioner på de udendørs legearealer.
- Målinger 1½ år efter interventionerne (foråret 2004) viser uforandrede mængder bly på børnenes hænder efter udeleg. Eksponeringsniveauerne er således fortsat signifikant lavere end før interventionerne. Eksponeringsniveauet ved Møllelængen er fortsat højere end ved Stolemagerstien.

### **Hovedkonklusioner**

- Baseret på de indsamlede prøver af bly på hænder kan det konkluderes, at interventionen gennemført i 2002 fortsat virker. Den primære effekt, der blev dokumenteret ved måling af bly på hænder, er således uændret. På Stolemagerstien er den fortsatte reduktion i bly på hænderne dog sandsynligvis betinget af et ændret legemønster. Da de gennemførte fokuserede tiltag på Møllelængens børnehaven har virket efter hensigten og er holdbare, kan det antages, at man kunne gennemføre lignende interventioner på andre børnehaver efter samme fokuserede og dermed billigere model. I princippet kunne man derfor omlægge flere børnehaver, og dermed nedbringe eksponeringen hos flere børn, for de samme penge. En forudsætning er dog, at legearealerne fortsat vedligeholdes i forhold til beplantning, afdækning med græs eller flis samt i særlig grad den fortsatte tilstedeværelse af en virksom spærremembran.
- Bly i indestøv er ikke faldet i forhold til før interventionerne. Man kunne derfor savne en analyse af, hvorvidt belastningen med bly i disse børnehaver er markant forskellig fra nabobeboelserne. Herved kunne man afklare, hvorvidt der var tale om en børnehavespecifik blybelastning eller en blybelastning, der var bestemt af beliggenheden.



## 2 Summary

In 2002 the effect of interventions on exposure of children to lead exposure was evaluated in two kindergartens. The interventions were physical changes (establishment of barrier membranes and replacement of top soil, worn down grass and other vegetation) on the most intensively used playground areas of the kindergartens. The interventions caused an immediate and significant reduction in children's lead exposure during outdoor activities. Lead in indoor dust was not, however, reduced following interventions. Further, the evaluation immediately after the interventions did not allow for conclusions related to the durability of the interventions. The unanswered questions related to lead in indoor dust and durability of the interventions formed the background for the present study. The purposes of the study was 1) to document whether the levels of lead in the soil in the most intensively used areas of the playgrounds were unchanged and still below the quality criteria of 40 mg/kg soil; 2) to evaluate whether lead in indoor dust was reduced in comparison to measurements immediately after the interventions in 2002; and 3) to document whether the exposure of the children to lead in the kindergartens was unchanged since the most recent evaluation immediately after the interventions. The results and conclusions pertaining to the 2004 study are summarized below:

Results:

- The study included children aged 3-6 years from two kindergartens (Stolemagerstien and Møllelængen), both situated on Amager in Copenhagen.
- The exposure of the children to lead was evaluated through measurement of lead on hands after playing outside. The hands were wiped with a paper cloth, and the method was identical to the one validated and used in the first study from 2002.
- Two significant advantages characterize measurement of lead on hands instead of the more traditional measurement of lead in a blood sample. Primarily, measurements of lead on hands after outdoor activities allow source and time-specific conclusions on lead exposure. This is in contrast to a blood sample, which will reflect exposure from a number of different sources accumulated over a longer time span. Secondly, the method is non-invasive, which eliminates blood sampling from otherwise healthy children.
- The sampling period ran for two weeks in May 2004, with dry weather and temperatures between 12 °C and 20 °C.

### ***Stolemagerstien***

- Compared to the situation following the intervention in 2002, the playground was changed as an area that was previously open soil/sand was now covered with asphalt and used for ball games. This ball area had significantly changed the playing pattern of children as they now used this area very much. A second change was that the barrier membrane established between the "old" soil and the new top soil was partly or totally removed in many places.
- The average level of lead in soil at Stolemagerstien is back to the level before the intervention in 2002 (just below 100mg/kg). However, the highest concentrations in 2004 are considerably lower than the high values from 2002. This was not expected, but the most probable

explanation is that the barrier membrane established between “old” soil and new top soil was removed in several places, which would allow for mixing and recontamination of the top soil.

- The method of replacement of top soil after instillation of a barrier membrane, which was applied as part of the intervention at Stolemagerstien can only be recommended if larger or coherent pieces of membrane can be used. The consequence is that bushes and other minor vegetation must be removed before interventions using barrier membranes can be used.
- Lead in indoor dust did not change following interventions on playground areas and is still at the pre-intervention level.
- The lead exposure of the children, as evaluated through measurement of lead on hands 1½ years after the intervention, is unchanged as compared to the level immediately after intervention, and still significantly lower than before the intervention.

#### ***Møllelængen***

- The playground area at Møllelængen is unchanged since the intervention in 2002 except for minor areas on slopes where grass has been worn down.
- At Møllelængen lead in soil is unchanged since the intervention in summer 2002. The concentration of lead in soil is thus clearly below 40 mg/kg. The soil level is therefore still some ten-times lower than before the intervention.
- Lead in indoor dust did not change following interventions on playground areas and is still at the pre-intervention level.
- The lead exposure of the children, as evaluated through measurement of lead on hands 1½ years after the intervention, is unchanged as compared to the level immediately after intervention, and still significantly lower than before the intervention. When evaluated through measurements of lead on hands, the exposure level at Møllelængen continues to be slightly higher than at Stolemagerstien.

#### **Overall conclusions**

- Based on samples from children’s hands collected in 2004, we conclude that the exposure of the children has not changed since the intervention in 2002. The intervention from 2002 is therefore still functional. The continued low amount of lead on hands at Stolemagerstien is, however, probably more due to changed playing patterns. The changes made in 2002 at Møllelængen have worked as expected, are durable, and it is expected that comparable interventions at other kindergartens following the same focussed and cost-effective approach will be effective. In principle, more kindergartens can be renovated for the same amount of money using this focussed approach than normal using a more general intervention approach. A prerequisite is, however, that playgrounds are maintained regarding vegetation, grass coverage etc., and with special focus on a continuous and unbroken barrier membrane.
- In neither of the kindergartens have the interventions caused any reduction in lead in indoor dust. We have no knowledge about the amounts of lead in indoor dust in neighbouring houses/apartments to the two kindergartens. Knowledge on this aspect could clarify whether the source of lead in indoor dust is kindergarten-specific or pertains to the neighbourhood as a whole.

## 3 Baggrund

I 2002 gennemførte Jesper Bo Nielsen og Jesper Kristiansen finansieret af Miljøstyrelsen en undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly (Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen 2003, Nielsen and Kristiansen 2004). Man undersøgte børnehalebørns eksponering for bly i tre børnehaver. De to børnehaver havde oprindeligt gennemsnitlige bly-niveauer i jorden svarende til midt i rådgivningsintervallet (100-150 mg/kg jord), mens den sidste børnehaves jordforurening med bly var begrænset (under 15 mg/kg jord). På de to børnehaver med lettere forurenede jord gennemførte man interventioner på linie med de af Miljøstyrelsen anbefalede. Undersøgelsen dokumenterede:

- At de gennemførte interventioner virkede og klart kunne verificeres, idet efterfølgende målinger af bly i jorden på de belastede legearealer nu svarede til kontrolniveauet.
- At interventionerne på begge børnehaver resulterede i en omgående og klar reduktion i børnenes blybelastning under udeleg. På den ene børnehave var blybelastningen nu ikke anderledes end på kontrolbørnehaven.
- At bly i indendørs støv ikke umiddelbart reflekterede de gennemførte interventioner. Der er muligvis tale om, at effekten på indestøv først kan vurderes med en vis tidsforsinkelse.
- At evalueringen af interventionerne umiddelbart efter deres gennemførelse ikke tillod konklusioner om interventionernes holdbarhed over tid.

På baggrund af disse konklusioner har Miljøstyrelsen nu ønsket en opfølgende undersøgelse med nedenstående formål:

- At dokumentere hvorvidt jordniveauerne af bly i de mest belastede legeområder fortsat er lave svarende til under kvalitetskriteriet på 40 mg/kg jord.
- At dokumentere hvorvidt bly i indestøv er reduceret i forhold til de tidligere målinger gennemført umiddelbart efter interventionerne.
- At dokumentere hvorvidt børnehalebørnenes blyeksponering fortsat er reduceret svarende til det niveau, der målt umiddelbart efter interventionerne 1½ år tidligere,,,,,,.



# 4 Materialer og metode

## 4.1 Valg af undersøgelsespopulation

Undersøgelsen gennemførtes på de to børnehaver, hvor der tidligere er gennemført intervention. Værdien af yderligere undersøgelser på kontrolbørnehaven blev vurderet ikke at stå mål med udgifterne.

Fra hver børnehave planlagdes deltagelse af lige mange drenge og piger, repræsenterende børn i alderen 3-6 år. Der valgtes både drenge og piger for at muliggøre observation af eventuelle kønsbetingede forskelle i mængden af jord på hænderne efter udeleg. Idet undersøgelsens formål var en sammenligning mellem eksponeringen på to børnehaver umiddelbart efter intervention og 2 år senere, var børnenes alder ikke afgørende, blot den var sammenlignelig mellem de to undersøgelsestidspunkter.

## 4.2 Studiedesign

Projektet er et studie af børns blyeksponering som følge af udeleg 1½ år efter en intervention i form af legepladsrenovering. Eksponeringen vurderes på baggrund af gentagne målinger af bly i jord opsamlet på børnenes hænder efter udeleg. Metoden er tidligere beskrevet, valideret, og afrapporteret til Miljøstyrelsen i projektet 'Måling af børns blyeksponering fra jord' (MST j.nr.3252-0085), og seneste anvendt ved den primære undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly (Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen 2003). De deltagende børn skal før og efter udeleg på børnehavens legeområde have aftørret hænderne med papirserviet. Deltagelse vurderes ikke som belastende, og det tilstræbes, at der ikke sker nogen ændring af lege- eller eksponeringsforhold i forhold børnenes normale dagligdag. Da der er tale om en ren eksponeringsundersøgelse, er personlige data om børnene ikke registreret, og alene køn noteret. Alderen vil variere fra 3 til 6 år. Vejrliget beskrives for hver måleperiode. Projektet blev designet med en prøveindsamling i maj 2004 analog med prøvetagningsperioden fra det primære interventionsstudie.

## 4.3 Rekruttering af deltagende børn

Projektet er gennemført i et tæt samarbejde mellem deltagende børnehaver, børn, forældre, ansatte samt projektledelse. Der er uddelt informationsbreve med samtykkeerklæring til forældrene. Projektet har været forelagt og er godkendt af den Videnskabs-Etiske Komité. Det enkelte barns medvirken var betinget af skriftlig informeret samtykke fra forælder/værge.

## 4.4 Dimensionering og styrkeberegning

Nulhypotesen er, at der ikke er sket nogen ændring i niveauet for bly på hænderne siden interventionen. En tilbagevenden til "det gamle" niveau for bly på hænderne for de to interventionsbørnehaver svarer til en relativ stigning på hhv. 35 % og 100 % af blyniveauet efter interventionen. Antallet af målinger, der er nødvendigt for at detektere en relativ stigning på hhv. 35 %

og 100 %, er derfor blevet beregnet (scenarie A og C). En ”mellemstor” stigning på 50 % er ligeledes blevet vurderet (scenarie B).

Antagelser: Log-normalfordelte data med relativ standardafvigelse på 0,75 (75 %), svarende til den observerede spredning i den oprindelige undersøgelse. Der er anvendt samme formler, som angivet i dimensioneringsafsnittet i rapporten (Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen, 2003), bortset fra at alene en ensidet test betragtes (kun en stigning i niveauet er kritisk). Beregningerne er udført for to værdier af  $\beta$  (sandsynligheden for at acceptere en falsk nulhypotese).

| Relativ ændring | $\beta=0.05$ | $\beta=0.10$ | N  |
|-----------------|--------------|--------------|----|
|                 | n            | n            |    |
| Scenarie A      | 35 %         | 109          | 86 |
| Scenarie B      | 50 %         | 60           | 48 |
| Scenarie C      | 100 %        | 22           | 17 |

Den mindste ændring, 35 %, svarer til, at Stolemagerstien vender tilbage til sit ”gamle” niveau (før interventionen). Dette kræver flere målinger end at dokumentere, at Møllelængen vender tilbage (en stigning på 100 %). Omkring Stolemagerstien bør man imidlertid forholde sig til, at erfaringen fra den tidligere undersøgelse viser, at variationen mellem børnene er omkring 75 %. Spørgsmålet er derfor, om en ændring på 35 % er et relevant mål at gå efter. Hvis man siger, at man skal op på en ændring i middeleksponering på 50 %, før det betyder noget, kunne man nøjes med 60 prøver herfra. Resultatet ville så blive 3 dage á 20 børn i Stolemagerstien og 2 dage á 15 børn i Møllelængen. Totalt vil der være tale om 90 målinger af hånd-bly (60 fra Stolemagerstien og 30 fra Møllelængen).

I forhold til prøver af jord og støv vil 20 støvprøver (10 prøver indsamlet over to dage fra hver børnehaven) samt 20 jordprøver (10 prøver indsamlet fra hver børnehaven) forventes at give et dækkende billede af de nuværende eksponeringsforhold

#### 4.5 Undersøgelser i børnehaver

Undersøgelsens hovedmål var at dokumentere, hvorvidt de i 2002 gennemførte interventioner på to børnehavers legearealer fortsat gav lave blykoncentrationer i jorden samt resulterede i reducerede mængder bly på børnehavebørnenes hænder efter udeleg. De i 2002 gennemførte interventioner blev gennemført efter det offentliges (Miljøstyrelsens) vejledninger omkring begrænsning af eksponering til jord. Overordnet var der tale om en indsats fokuseret på de hyppigst anvendte legearealer, hvor topjorden blev fjernet og erstattet med ren jord, der herefter blev afdækket med nybeplantning, græs eller træflis. Endvidere renoveredes en række skråninger med etablering af niveaudelinger, således at overfladen blev mindre sårbar overfor belastninger. En detaljeret beskrivelse af de konkrete interventioner findes i rapporten Miljøprojekt 845 (Miljøstyrelsen 2003).

##### 4.5.1 Stolemagerstiens børnehaven

Denne børnehaves udeareal kan beskrives ved følgende af kommunen op til interventionen i 2002 opmålte/beregnete arealer: 0 m<sup>2</sup> græs; 243 m<sup>2</sup> bed/bar jord; 236 m<sup>2</sup> befæstet areal; 29 m<sup>2</sup> sandkasser og faldunderlag. Legearealet er

karakteriseret ved et stort centralt asfalt/flisebelagt areal, i forbindelse med hvilket diverse sandkasser og gyngestativer er placeret. De to sider af dette område afgrænses af en naboinstitution samt af børnehavens egen bygning. De andre to sider er bede bevokset med buske og små træer, hvor der er rig mulighed for legeaktivitet. Interventionen bestod i: fjernelse af topjord, udlægning af spærremembran af permeabelt fiberstof, udlægning af faldunderlag på løbe- og gangveje samt legesteder mellem buske og træer; kantbegrænsning med bøgesveller hvor nødvendigt for at begrænse faldunderlag i at komme ud på fliser/asfalt; udskiftning af sand fra gammel sandkasse nord for bygning. De mange buske og træer gjorde det nødvendigt at tilskære spærremembranen i mange mindre stykker. Imidlertid er en væsentlig del af den udlagte spærremembran pillet op igen, idet de mange mindre stykker gjorde, at børnene fandt det sjovt at rive dem op. Ved besigtigelse sommeren 2004 (se billeder i bilag 1) kunne stumper af spærremembran således ses mange steder på legearealerne. Før interventionen fandtes en gennemsnitlig blykoncentration i jorden på 100 mg/kg tørstof (maksimalt 230 mg/kg tørstof), medens man efter interventionen dokumenterede et blyniveau i jorden på gennemsnitligt 5 mg/kg tørstof baseret på 10 målinger med en maksimalværdi på 20 mg/kg tørstof.

I forhold til den i 2002 gennemførte intervention er legearealet ændret derved, at et tidligere ubefæstet areal på omkring 30 m<sup>2</sup> samt et mindre fliseareal på omkring 20 m<sup>2</sup> nu er inddraget som boldbane og asfalteret. Etablering af boldbanen har ændret børnenes legemønster markant. I begyndelsen var det primært drengene, der flyttede fra leg på de ubefæstede arealer og over til boldspil, men senere er pigerne fulgt med. Man har endvidere anskaffet sig flere cykler, da denne aktivitet også er øget efter etablering af større areal med fast underlag.

#### 4.5.2 Møllelængens børnehave

Denne børnehaves udeareal kan beskrives ved følgende af kommunen op til interventionen i 2002 opmålte/beregnedes arealer: 86 m<sup>2</sup> græs; 449 m<sup>2</sup> bed/bar jord; 283 m<sup>2</sup> befæstet areal; 80 m<sup>2</sup> sandkasser og faldunderlag. Legepladsen er beliggende hen over gammelt bunkersareal, hvorfor der forekommer store højdeforskelle og skrånninger. Der er ikke noget større plant og befæstet areal, der muliggør cykling eller lignende. Legearealet afgrænses af trafikerede veje på to sider samt af en vendeplads og en cykel/gangsti. Det kuperede areal giver mange skrånninger, som er vanskelige at befæste med græs. Der er megen legeaktivitet op og ned ad disse skrånninger. Interventionen bestod i: udlægning af muld og tilplantning af bede; udskiftning af faldunderlag; etablering af trin på skrånninger vha. bøgesveller, således at udlagt grusmateriale bliver liggende; ny og højere kantbegrænsning med bøgesveller, således at hældning på skrånninger nedsættes; renovering af græsareal. Etablering af trin på skrånninger skete med det delmål at styre børnenes løbeveje og legeaktivitet til disse renoverede områder, medens andre partier på skrånningerne blev beplantet. Før interventionen fandtes en gennemsnitlig blykoncentration i jorden på 127 mg/kg tørstof (maksimalt 450 mg/kg tørstof), medens man efter interventionen dokumenterede et blyniveau i jorden på gennemsnitligt 9 mg/kg tørstof baseret på 10 målinger med en maksimalværdi på 13 mg/kg tørstof. I forhold til den i 2002 gennemførte intervention er legearealet uændret, idet græsdaekket på enkelte skrånninger dog atter er slidt af.

## 4.6 Vurdering af blyeksponering

Der vil blive anvendt samme metoder til måling af bly i jord, bly i indendørs støv samt bly på hænder, som er anvendt ved den oprindelige interventionsundersøgelse. For nærmere beskrivelse af disse henvises til rapporten (Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen, 2003). Metoderne viste sig anvendelige og valide, og anvendelse af samme metoder vil fremme sammenligneligheden af opnåede resultater.

### 4.6.1 Måling af bly i jord

En prøve af overfladejord (<20 cm) blev taget fra ti udvalgte positioner i hver børnehave. Prøvetagningspositionerne blev udvalgt således, at de dækkede hele legearealet og repræsenterede områder, hvor børnene leger/graver meget ifølge pædagogernes/medhjælpernes udsagn. Prøverne blev analyseret på et akkrediteret laboratorium (Eurofins, DANAK akkreditering nr. 168).

### 4.6.2 Måling af bly i indendørs støv

Prøver blev taget fra 6 udvalgte områder (gulv eller vindueskarm) i rum, der bruges af børnene, når de er inden døre. Prøvetagningen fulgte standarden ASTM E 1728 for prøvetagning fra overflader vha. aftørring (*wipe sampling*). Blyindholdet i indendørsstøv blev udtrykt per areal, idet en undersøgelse har vist, at dette mål forklarer mere variation i blodbly hos små børn (12-30 mdr.) end blyindholdet udtrykt per g støv (Lanphear et al., 1995).

### 4.6.3 Måling af bly på hænder

Aftørring af hud med vådservietter er en metode, der anvendes indenfor arbejdshygiejne til vurdering af dermal eksponering (Ness, 1994. Fenske, 1993). Til måling af børns udsættelse fra bly fra jord blev denne metode foretrukket af etiske og praktiske grunde frem for fx måling af blodbly. Aftørringen blev foretaget af én af fire personer. Disse fire personer øvede aftørringsproceduren i fællesskab for at standardisere denne del af prøvetagningen i videst muligt omfang. Proceduren var kort beskrevet: Barnets højre hånd blev aftørret med en kommercielt tilgængelig parfumefri vådserviet Toilet Servett (Cederroth, Albertslund; 10.5 cm x 20.5 cm). Hånden blev aftørret til "renhed", og der blev viet særlig opmærksomhed til området mellem fingrene og til neglekanterne. Hænderne blev aftørret, før børnene gik ud for at lege på legepladsen (som regel ved frokosttid) og efter 1-1½ timers leg på legepladsen. Ved hvert besøg blev vejrforholdene kort noteret, særligt om det var "tørt" eller "vådt". Denne subjektive vurdering afspejlede, hvorvidt sand/jord var fugtigt (fx efter regnvejr) og derfor klæbede ekstra godt til hænderne. Servietterne blev opbevaret i 40 ml plastikflasker med tætsluttende skrue-låg indtil den kemiske analyse. Servietterne blev destrueret efter en modifikation af NIOSH Method 7105 (Lead by GFAAS) og NIOSH Method 7300 (Elements by ICP) og analyseret med ICP-AES.



# 5 Resultater

## 5.1 Prøvetagning

Prøvetagning blev gennemført inden for en to-ugers periode. Vejret var alle dage tørt med temperaturer fra 12 til 20°C. Beskrivelsen af vejrliget er en vurdering af, om sand/jord på legepladsen skal beskrives som tør eller våd samt en temperaturbedømmelse baseret på vejrudsigten den konkrete måledag. Temperaturangivelsen skal derfor tages som udtryk for, at temperaturen ikke er så lav, at det begrænser børnene i deres udeleg.

**Tabel 1.** Prøvetagningsdage.

| Dato    | Børnehave                          | Prøvetagning fra hænder                     | Prøvetagning af støv |
|---------|------------------------------------|---|----------------------|
| 5. maj  | Stolemagerstien                    | 10 drenge og 9 piger                        | 5 prøver             |
| 10. maj | Møllelængen                        | 5 drenge og 3 piger                         | (Ingen)              |
| 11. maj | Stolemagerstien                    | 7 drenge og 10 piger                        | 5 prøver             |
| 12. maj | Møllelængen                        | 7 drenge og 3 piger                         | 5 prøver             |
| 13. maj | Stolemagerstien                    | 1 dreng og 9 piger                          | (Ingen)              |
| 18. maj | Møllelængen,<br>og Stolemagerstien | 8 drenge og 6 piger<br>10 drenge og 6 piger | 5 prøver<br>(Ingen)  |

## 5.2 Bly i jord fra de to børnehaver

### 5.2.1 Stolemagerstiens børnehave

Der blev indsamlet 10 jordprøver fra institutionens legeareal svarende til samme prøveantal anvendt ved de tidligere prøvetagninger. Vi fandt som gennemsnit for de seneste 10 målinger 90 mg/kg (Tabel 2). Denne gennemsnitsværdi kan sammenlignes med resultaterne fra før og efter interventionen i 2002. Heraf fremgår, at den gennemsnitlige blykoncentration i jordprøverne faktisk er tilbage ved udgangspunktet før interventionen i 2002, idet den højest målte værdi i 2004 dog er fortsat er væsentlig lavere end maksimalkoncentrationen før interventionen (Tabel 2).

Prøvetagningen er gennemført på de tidligere intervererede og ubefæstede arealer, hvorfor blyindholdet i jorden udenfor disse arealer fortsat må forventes at være uændret i forhold til forholdene før 2002.

**Tabel 2.** Blykoncentrationen (mg/kg tørstof) i jord fra de mest anvendte legearealer i børnehaven på Stolemagerstien.

|               | MST projekt<br>Før intervention | MST projekt<br>Efterår 2002 | MST projekt<br>Forår 2004 |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Gennemsnit    | 100                             | 5                           | 90                        |
| Største værdi | 230                             | 20                          | 140                       |
| Antal prøver  | 10                              | 10                          | 10                        |

### 5.2.2 Møllelængens børnehave

Der blev indsamlet 10 jordprøver fra institutionens legeareal svarende til samme prøveantal anvendt ved de tidligere prøvetagninger. Vi fandt som gennemsnit for de seneste 10 målinger 15 mg/kg (Tabel 3). Denne gennemsnitsværdi kan sammenlignes med resultaterne fra før og efter interventionen i 2002. Heraf

fremgår, at gennemsnitsværdien er uændret siden interventionen (Tabel 3). Bortset fra en enkelt jordprøve med et blyindhold på 45 mg/kg er alle prøver fra 2004 under 20 mg/kg.

Prøvetagningen er gennemført på de tidligere interverenerede og ubefæstede arealer, hvorfor blyindholdet i jorden udenfor disse arealer fortsat må forventes at være uændret i forhold til forholdene før 2002.

**Tabel 3.** Blykoncentrationen (mg/kg tørstof) i jord fra de mest anvendte legearealer i børnehaven på Møllelængen.

|               | MST projekt<br>Før intervention | MST projekt<br>Efterår 2002 | MST projekt<br>Forår 2004 |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Gennemsnit    | 127                             | 9                           | 15                        |
| Største værdi | 450                             | 13                          | 45                        |
| Antal prøver  | 10                              | 10                          | 10                        |

### 5.3 Bly i indendørs støv fra de to børnehaver

Der blev indsamlet 10 stikprøver med henblik på måling af indendørs støv fra hver børnehave (Tabel 4). Prøverne, der er indsamlet over to dage på hver børnehave, viste ingen dag til dag forskel ved Stolemagerstiens børnehave, medens resultaterne fra andendagen på Møllelængen var lidt lavere end førstedagen. Forskellene fra dag til dag var dog, som gennemsnit betragtet, begrænsede. Ganske betydelige forskelle på enkeltmålinger indsamlet samme dag blev observeret, hvilket både ses ved den store forskel mellem mindste og største mængde fundet samt ved den store standard deviation på middeltallene. Gennemsnitsmængden af bly i indestøv er den samme på de to børnehaver, men det bemærkes dog, at mediantallet for bly i indestøv er størst fra Møllelængen. Målingerne foretaget i 2002 umiddelbart efter de gennemførte udendørs interventioner viste en blymængde i indendørsstøvet på 4,05 og 4,07 µg/900 cm<sup>2</sup> på henholdsvis Stolemagerstien og Møllelængen. Der er således tale om næsten identiske måleresultater 1½ år efter interventionerne. Før interventionerne lå blymængden også på dette niveau, hvorfor bly i indestøv ikke har ændret sig som følge af de gennemførte interventioner på de udendørs legearealer.

**Tabel 4.** Bly i indendørs støv fra de to deltagende børnehaver. Hvert måletal repræsenterer et gennemsnit af ti målinger og er udtrykt i µg bly per 900 cm<sup>2</sup>.

|                 | Gn.snit±SD (g<br>Pb per 900<br>cm <sup>2</sup> ) | N  | Median<br>(g Pb per 900<br>cm <sup>2</sup> ) | Interval<br>(g Pb per 900<br>cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--|----|--|--|
| Stolemagerstien | 3.96 ± 3.27                                      | 10 | 2.71   | 0.55-10.9                                      |
| Møllelængen     | 4.33 ± 2.59                                      | 10 | 4.15   | 0.72-8.50                                      |

### 5.4 Bly på hænder efter udeleg

#### 5.4.1 Beskrivelse af børnegruppe

Børnene var i alderen 3-6 år, og en del af børnene deltog på flere måledage. Ved børnehaven på Stolemagerstien blev der indsamlet 62 prøver og ved Møllelængens børnehave indsamledes 32 prøver. I alt deltog 21 børn fra Stolemagerstien (10 drenge og 11 piger) og 24 børn fra Møllelængen (15 drenge og 9 piger). Der indsamledes 94 prøver til analyse af bly på hænder efter udeleg fordelt på henholdsvis 48 prøver fra drenge og 46 prøver fra piger.

## 5.4.2 Statistisk analyse

For alle målingerne af bly på hænder gælder, at værdierne ikke er normalfordelte. Data er derfor blevet analyseret med nonparametrisk statistik, der er robust overfor fordelingstypen. Statistiske outliers er ikke blevet ekskluderet.

## 5.4.3 Bly på hænder efter udeleg

Resultaterne af målingerne af bly på hænderne *efter udeleg* ses i tabel 5 og tabel 6 for henholdsvis Stolemagerstien og Møllelængen. Tabellerne indeholder dels resultaterne fra før og efter intervention (forår og efterår 2002) samt de seneste resultater fra foråret 2004.

Niveauet fra før interventionerne (forår 2002) var signifikant højere for Møllelængen end for Stolemagerstien. Dernæst bemærkes det, at niveauerne falder signifikant for begge børnehaver efter interventionen (til henholdsvis 0.73 og 1.29 µg bly). Målingerne 1½ år efter interventionerne (foråret 2004) viser uforandrede eksponeringer ved begge børnehaver. Der er således ikke sket nogen ændringer i eksponeringen af børn efter udeleg, og eksponeringsniveauerne er fortsat signifikant lavere end før interventionerne. Eksponeringsniveauet på Møllelængen er fortsat signifikant højere end ved Stolemagerstien.

**Tabel 5.** Oversigt over resultater fra måling af bly på børns hænder efter udeleg ved Stolemagerstien.

|              | Gn.snit ± SD (µg Pb) | N  | Median (µg Pb) | Range (µg Pb) | Q1-Q3 (µg Pb) |
|--------------|----------------------|----|----------------|---------------|---------------|
| Forår 2002   | 1.24 ± 0.88          | 59 | 1.04           | <LOD – 4.02   | 0.55 – 1.66   |
| Efterår 2002 | 0.92 ± 0.67          | 50 | 0.73*          | <LOD – 2.95   | 0.49 – 1.25   |
| Forår 2004   | 0.89 ± 0.92          | 62 | 0.58*          | <LOD – 4.52   | 0.31 – 1.17   |

LOD: detektionsgrænsen. Q1-Q3: afgrænser de centrale 50 % af observationerne. \* Signifikant forskellig fra Forår 2002 (Mann-Whitney, P<0.05).

**Tabel 6.** Oversigt over resultater fra måling af bly på børns hænder efter udeleg ved Møllelængen.

|              | Gn.snit ± SD (µg Pb) | N  | Median (µg Pb) | Range (µg Pb) | Q1-Q3 (µg Pb) |
|--------------|----------------------|----|----------------|---------------|---------------|
| Forår 2002   | 3.30 ± 2.26          | 50 | 2.76           | <LOD – 8.80   | 1.66 – 4.68   |
| Efterår 2002 | 1.62 ± 1.29          | 46 | 1.29*          | <LOD – 4.28   | 0.82 – 2.36   |
| Forår 2004   | 1.65 ± 1.24          | 32 | 1.43*          | <LOD – 5.80   | 0.87 – 1.91   |

LOD: detektionsgrænsen. Q1-Q3: afgrænser de centrale 50 % af observationerne. \* Signifikant forskellig fra Forår 2002 (Mann-Whitney, P<0.05).

Idet flere af børnene fra Stolemagerstien deltog i alle fire prøvetagningsrunder i 2004, var det muligt at se på intraindividuelle forskelle – altså hvorvidt det altid var de samme børn, der havde høje eller lave blymålinger. Denne analyse viste imidlertid, at den inter- og den intra-individuelle variation ikke var væsentlig

forskellig, hvorfor det ikke er de samme børn, der altid har meget eller lidt bly på hænderne.

Som gennemsnit betragtet havde drengene mere bly på hænderne end pigerne efter udeleg på begge børnehaver. Forskellen er dog ikke signifikant for denne undersøgelse, hvilket er betinget af betydelige forskelle mellem børnene, der igen afspejler, at mange piger også fandtes at have mere bly på hænderne efter udeleg end visse drenge. Forskellene er sandsynligvis betinget af individuelle og ikke nødvendigvis kønsbetingede legemønstre.

# 6 Diskussion

## 6.1 Eksponeringsmålets egnethed

Den primære prøvetagningsmetode i denne undersøgelse, aftørring af hænderne med en vådserviet, anvendes i arbejdshygiejniske målinger til vurdering af dermal eksponering. Det er blevet anført, at denne metode i forhold til andre (fx vaskemetoder) kun afspejler den mængde stof, der kan tørres af huden, og desuden er meget afhængig af den person, der udfører aftørringen (Fenske, 1993). Problemet med personafhængigheden ved aftørring af børnenes hænder blev forsøgt imødegået ved at standardisere aftørringen og træne indbyrdes, ligesom det var de samme personer, der forestod alle aftørringer af børnenes hænder. Herudover kan anføres to markante fordele ved aftørring af hænder efter udeleg frem for traditionel fastlæggelse af blyeksponering ved blodprøvetagning. For det første tillader metoden konklusioner i forhold til den konkrete eksponeringssituation, udeleg på børnehavens legearealer, idet eksponeringsmålet alene knytter sig til, hvad der er opsamlet på hænderne i en given periode med udeleg på det konkrete legeareal. Dette er i modsætning til en blodprøve, der vil genspejle eksponeringen fra mange kilder akkumuleret over længere tid. Endvidere er metoden non-invasiv, hvilket betyder, at man ikke skal tage blodprøver fra i øvrigt friske og raske børn.

## 6.2 Den anvendte børnegruppe i forhold til den ønskede

Den opnåede børnegruppe svarer til den ønskede, og projektledelsen har ikke haft betydende indflydelse på, hvilke børn der deltog. I alt deltog 45 børn fra de to børnehaver (25 drenge og 20 piger), og der blev gennemført det planlagte antal prøveopsamlinger med en ligelig kønsfordeling. Deltagelsen var naturligvis frivillig, og rekrutteringen er primært håndteret af børnehavernes personale. Resultaterne synes derfor repræsentative for børnehalebørn i aldersgruppen 3-6 år. Vi har ikke kendskab til det enkelte barns alder, men det kan antages, at aldersfordelingen blandt deltagende børn ikke er ændret markant i forhold til undersøgelsen i 2002, idet optagegrundlaget for børnehaverne er uændret.

## 6.3 Kan værdierne for bly i jord fra efteråret 2002 verificeres

Målingerne af bly i jorden umiddelbart efter interventionen i 2002 og igen i 2004 bekræfter den fortsatte effekt af interventionen ved Møllelængens børnehave. Efter interventionen i 2002 var middelniveauet af bly i jorden på de ubefæstede, interverenerede legearealer 9 mg bly/kg tørstof, medens det nu er 15 mg bly/kg tørstof og således uændret. Der er fortsat tale om en reduktion i den potentielle eksponering på omkring en faktor 10. Ved Stolemagerstien er forholdene imidlertid tilbage ved udgangspunktet før de i 2002 gennemførte interventioner. Det er umiddelbart uventet, men efterfølgende besøg på børnehaven afdækkede den sandsynlige årsag, idet de anvendte stykker spærremembran mellem underliggende "gammel" jord og nyt dækmateriale (ren jord eller flis) mange steder var fjernet. I modsætning til Møllelængens børnehave bestod de interverenerede områder ved Stolemagerstien af arealer beplantet med buske og mindre træer. Spærremembranerne blev derfor tilskåret i mindre stykker, der resulterede i så lille jordmasse til afdækning ovenpå membranen, at børnene kunne trække membranen op ad jorden. Metoden med afgravning af topjord, etablering af spærremembran, og

efterfølgende afdækning med rent jord/faldunderlag/flis kan derfor kun anbefales, hvis større samlede stykker spærremembran kan anvendes. Konsekvensen er således, at man i tilfælde af intervention på områder med buske sandsynligvis må grave disse op før etablering af spærremembran.

#### 6.4 Sammenhæng mellem bly i jord og i indendørs støv

Målingerne af bly i indendørsstøv er entydige. Mængden af bly i indendørsstøv er ikke ændret i løbet af 1½ år trods det signifikant reducerede og fortsat lave blyniveau i jorden på de mest benyttede legearealer samt på børnenes hænder. Resultaterne tyder således på, at der er andre kilder end udendørsjorden fra legearealerne, der har betydning for indendørsstøvet blyniveau. Man må således forholde sig til, at interventionen har sigtet på en indsats på de mest benyttede dele af legearealerne alene. Der er således ikke gjort nogen specifik indsats i forhold til rengøring af indendørsarealer. Endvidere er Møllelængen børnehave placeret i en lejlighed cirka 50 meter fra legearealerne, således at børn og voksne skal passere en parkerings/vendeplads for at komme til og fra legepladsen.

Prøveindsamlingen er denne gang gennemført på to måledage på hver børnehave for at imødekomme eventuelle dag til dag variationer betinget af rengøring etc. Forskellene fra dag til dag var som gennemsnit betragtet begrænsede. Ganske betydelige forskelle på enkeltmålinger indsamlet samme dag blev observeret.

Indendørs støv forventes at hidrøre fra den udenfor forekommende bly, idet blyholdige malinger ikke er relevante i denne sammenhæng. En gennemgribende rengøring og en fokus på indslæbning af skidt og støv gennem hovedindgangen vil muligvis kunne nedbringe blymængden i indestøv.

#### 6.5 Virker interventionerne fra 2002 fortsat

Efter interventionerne i 2002 blev måling af bly i jord gentaget på de samme lokaliteter på børnehaverne som før interventionerne. Resultaterne viste, at koncentrationen af bly på de ubefæstede og hyppigst anvendte legearealer, hvor der var sket jordudskiftning, nu var lav på begge børnehaver (omkring 10 mg/kg tørstof). I de områder, hvor der ikke var sket jordudskiftning, forventes blykoncentrationerne at være uændrede. Blyniveauet på hænderne (efter udeleg) afspejlede også tydeligt effekten af interventionen, idet medianniveauet faldt signifikant for de to børnehaver. For Stolemagerstiens børnehave faldt den mængde bly, som børnene havde på hænderne efter udeleg til et niveau, der ikke var statistisk forskelligt fra den i det primære interventionsstudie inkluderede kontrolbørnehave, hvor medianniveauerne blev fundet til 0.42 og 0.58 µg bly i hhv. foråret og efteråret 2002 (Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen 2003). Hos børnene fra Møllelængen observeredes også et ganske markant fald i blybelastningen, således at median-belastningen nu var halveret i forhold til før interventionen. Imidlertid var den mængde bly, der måltes på børnenes hænder efter udeleg stadig omkring dobbelt så stor som på kontrolbørnehaven. Den senest gennemførte måling af bly på hænder fra børn på de to børnehaver viser helt identiske belastninger med bly i forhold til efteråret 2002.

Variationen mellem børnenes eksponeringer er også denne gang ganske stor. Således var der mange børn fra Møllelængen, der lå på et lavere eksponeringsniveau end børn fra Stolemagerstien, mens andre børn lå markant over. Analogt hermed sås også betydelige forskelle ved gentagne målinger på samme barn foretaget på forskellige måledage. De betydelige variationer er sandsynligvis et udtryk for blybelastningens afhængighed af en konkret og varierende legeadfærd.

Netop ændret legeadfærd (som beskrevet under 4.5.1) er sandsynligvis baggrunden for, at børnene fra Stolemagerstien har fastholdt deres lave eksponeringsniveau på hænderne fra efteråret 2002 trods den øgede koncentration af bly i jorden. Der er imidlertid grund til fortsat at være opmærksom på eksponeringsforholdene ved Stolemagerstien, hvor en tilbagevenden til en legeadfærd med større udnyttelsesgrad af de ubefæstede arealer atter ville kunne øge børnenes eksponering.

Projektets mål var at se, hvorvidt effekten af en begrænset intervention i 2002 fortsat resulterede i nedsatte eksponeringer. Baseret på de indsamlede prøver af bly på hænder kan det konkluderes, at interventionen fortsat virker. Den primære effekt, der blev dokumenteret umiddelbart efter interventionerne i 2002, er således uændret. På Stolemagerstien er den fortsatte reduktion i bly på hænderne dog sandsynligvis betinget af et ændret legemønster. Da de gennemførte fokuserede tiltag på Møllelængens børnehave har virket efter hensigten og er holdbare, kan det antages, at man kunne gennemføre lignende interventioner på andre børnehaver efter samme fokuserede og dermed billigere model. I princippet kunne man derfor omlægge flere børnehaver, og dermed nedbringe eksponeringen hos flere børn, for de samme penge. En forudsætning er dog, at legearealerne fortsat vedligeholdes i forhold til beplantning, afdækning med græs eller flis samt i særlig grad den fortsatte tilstedeværelse af en virksom spærremembran.

## 6.6 Udestående problemstillinger

Bly i indestøv var umiddelbart efter interventionerne i 2002 ikke faldet i forhold til før interventionerne. Antagelsen var, at bly i indestøv i betydelig grad afhang af blybelastningen på legearealerne. Det var derfor forventet, at bly i indestøv efter 1½ år ville være faldet svarende til de reducerede blykoncentrationer i jorden. Dette er ikke tilfældet. Ved Stolemagerstien kunne årsagen være at koncentrationen af bly faktisk heller ikke er faldet, medens den forklaring ikke holder i forhold til Møllelængen. En udestående problemstilling er derfor en undersøgelse af den/de konkrete kilder til bly i indestøvet på børnehaverne. Bly i indestøv var signifikant højere end i den oprindelige kontrolbørnehave i Husum, men vi kunne savne en analyse af, hvorvidt belastningen med bly i disse børnehaver er markant forskellig fra nabobeboelserne. Herved kunne man afklare, hvorvidt der var tale om en børnehavespecifik blybelastning eller en blybelastning, der var bestemt af beliggenheden.

I forhold til anvendelse af spærremembran for at hindre opblanding af den underliggende lettere forurenede jord med den overliggende rene jord, ville det være væsentligt at få afklaret, hvorvidt der findes metoder hvorved etableret buskbeplantning kan fjernes og genplantes i udstukne plantecirkler efter etablering af spærremembran.

Nærværende projekt er en ren eksponeringsvurdering samt en evaluering af, hvorvidt eksponeringen kan reduceres ved begrænset intervention. En risikovurdering vil helst forholde sig til viden om, hvor meget bly børnene reelt får i sig – altså hvor meget af den bly, der findes på hænderne, der ender i børnene. Denne information ville være særdeles spændende, idet den ville kaste lys over relevansen af de estimater, der anvendes, dels på hvor meget jord børn spiser, og dels på biotilgængeligheden af den bly, der befinder sig i jorden.



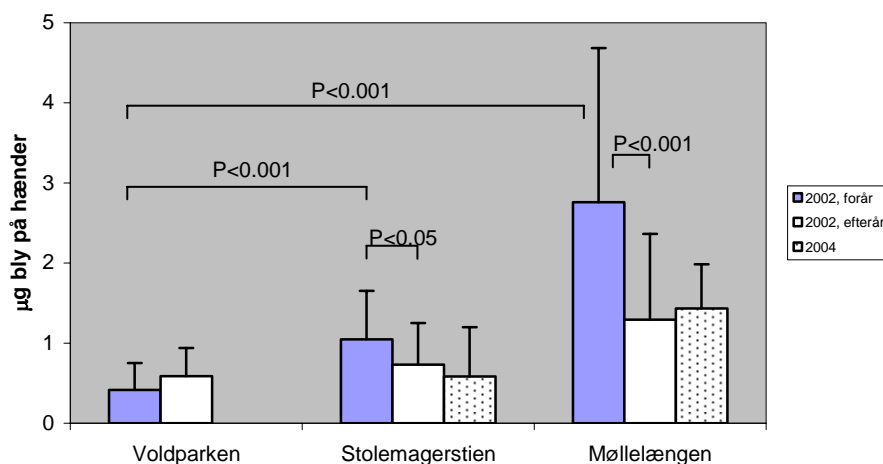


## 7 Konklusioner

Den opfølgende undersøgelse blev gennemført med de mål at dokumentere, hvorvidt jordniveauerne af bly i de mest belastede legeområder fortsat er lave svarende til under kvalitetskriteriet på 40 mg/kg jord, at dokumentere hvorvidt bly i indestøv er reduceret i forhold til de tidligere målinger gennemført umiddelbart efter interventionerne, samt at dokumentere hvorvidt børnehaverbørnenes blyeksponering fortsat er reduceret svarende til det niveau, der målttes umiddelbart efter interventionerne 1½ år tidligere.

Denne undersøgelse dokumenterer, at jordniveauerne af bly i de mest belastede legeområder ved Møllelængens børnehave er uændrede i forhold til målingerne i efteråret 2002 og således fortsat under kvalitetskriteriet på 40 mg/kg jord. De i 2002 gennemførte fokuserede og prisgunstige interventioner på denne børnehave er således fortsat virksomme, og må på baggrund af de uændrede måleresultater vurderes som holdbare. Resultater fra Stolemagerstiens børnehave viser, at den her anvendte metode med udlægning af spærremembran mellem eksisterende beplantning ikke er holdbar over længere tid. For at hindre opgravning skal større samlede stykker spærremembran sandsynligvis anvendes. Hvorvidt dette kan ske under samtidig bibeholdelse af eksisterende buske (genplantning efter opgravning) er uafklaret.

Det var antagelsen, at bly i indestøv i betydelig grad afhang af blybelastningen på legearealerne. Det var derfor forventet, at bly i indestøv 1½ år efter interventionerne ville være faldet svarende til de reducerede blykoncentrationer i jorden. Dette var ikke tilfældet. En udestående problemstilling er derfor en nærmere analyse af den/de konkrete kilder til bly i indestøvet på børnehaverne.



Figur 2. Niveauet for bly på børnenes hænder før (forår 2002) og efter intervention (efterår 2002) samt efter yderligere 1½ år (forår 2004). Parvise sammenligninger og signifikansniveauer er ligeledes angivet (Mann-Whitney test). Voldparken var kontrolbørnehave (ingen intervention). Kun Stolemagerstien og Møllelængen blev målt i 2004. Der var ingen signifikant

forskel mellem niveauerne i 2002 (efterår) og niveauet i 2004 i de to undersøgte børnehaver.

Nærværende undersøgelse dokumenterer, at børnehalebørnenes blyeksponering fortsat er reduceret svarende til det niveau, der måltes umiddelbart efter interventionerne 1½ år tidligere (Figur 2). Årsagen er imidlertid forskellig. De gennemførte interventioner ved Møllelængens børnehave synes således holdbare og har virket efter hensigten. Ved Stolemagerstiens børnehave må den uændrede eksponering af børnene tilskrives ændrede legemønstre. Nærværende projekt kan ikke belyse i hvilket omfang, det bly der er på hænderne konkret indtages og absorberes.

Børns eksponering for bly fra jord sker dels ved leg i børneinstitutionerne og dels under leg hjemme eller på offentlige legearealer. Nærværende undersøgelse indikerer, at man ved en begrænset intervention kan nedbringe blyeksponeringen betydeligt. Interventionernes holdbarhed over tid er imidlertid stærkt afhængig af en fortsat vedligeholdelse af interventionsindsatsen. Med et samtidig øget fokus på håndvask før spisning kan det forventes, at myndighedernes tilstræbte sikkerhedsniveau i forhold til indtagelse af bly kan opretholdes i forhold til den eksponering, der pågår på institutionerne. I forhold til eksponering udenfor børneinstitutioner er man fortsat nødt til at informere og rådgive om forebyggelse og hygiejne.

## 8 Referencer

Fenske RA. Dermal exposure assessment techniques. *Annals of Occupational Hygiene* 1993, 37(6): 687-706.

Lanphear BP, Emond M, Jacobs DE, Weitzman M, Tanner M, Winter NL, Yakir B og Eberly S. A side-by-side comparison of dust collection methods for sampling lead-contaminated house dust. *Environmental Research* 1995, 68: 114-123.

Ness SA. *Surface and Dermal Monitoring for Toxic Exposures*. Van Nostrand Reinhold, New York, N.Y. 1994.

Nielsen JB, Kristiansen J. Undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly. Miljøprojekt 845, Miljøstyrelsen 2003.

Nielsen JB, Kristiansen J. Remediation of soil from lead-contaminated kindergartens reduces the amount of lead adhering to children's hands. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 2004, in press.



## ***Bilag 1***



Nyetableret befæstet legeareal, der anvendes til boldspil og cykling. Tidligere var halvdelen af arealet belagt med fliser medens resten lå hen som ubefæstet sand/jord.



Til venstre for birkestammen ses tydeligt, at den under legeplads-renoveringen etablerede spærremembran ikke længere opfylder sin funktion. Den er delvis opgravet, og der er derfor fri mulighed for opblanding af rent topmateriale og ikke-fjernet underliggende jord.



Børnehaven på Stolemagerstien er karakteriseret ved mange buske med løbe/legestier imellem. Derfor måtte spærremembranerne klippes i mindre stykker og tilpasses eksisterende stiforhold. Herved bliver mængden ovenpå hvert stykke så lille, at børnene har kræfter til at rive dem op fra jorden. Der gik ikke lang tid før dette problem viste sig, og de ansatte har flere steder klippet stykker af spærremembranen eller helt fjernet dem.