

Miljøprojekt Nr. 845 2003
Teknologiudviklingsprogrammet for
jord- og grundvandsforurening.

Undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly

Jesper Bo Nielsen
Syddansk Universitet

Jesper Kristiansen
Arbejdsmiljøinstituttet

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	1
FORORD	3
SAMMENFATNING	5
1 SUMMARY	7
2 BAGGRUND	9
3 MATERIALER OG METODE	11
3.1 VALG AF UNDERSØGELSESPOPULATION	11
3.2 STUDIEDESIGN	11
3.3 REKRUTTERING AF DELTAGENDE BØRN	12
3.4 STYRKEBEREGNING	12
3.4.1 Dimensionering	13
3.5 INTERVENTION I BØRNEHAVER	14
3.5.1 Børnehaven Voldparken	14
3.5.2 Stolemagerstiens børnehave	14
3.5.3 Møllelængens børnehave	15
3.6 VALG AF METODE TIL VURDERING AF BLYEKSPONERING FRA JORD	15
3.6.1 Måling af bly i jord	15
3.6.2 Måling af bly i indendørs støv	15
3.6.3 Måling af bly på hænder	16
4 RESULTATER	17
4.1 BLY I JORD FRA DE TRE DELTAGENDE BØRNEHAVER	17
4.1.1 Børnehaven Voldparken	17
4.1.2 Stolemagerstiens børnehave	17
4.1.3 Møllelængens børnehave	17
4.2 BLY I INDENDØRS STØV FRA DE TRE DELTAGENDE BØRNEHAVER	18
4.3 BESKRIVELSE AF BØRNEGRUPPE	18
4.4 BESKRIVELSE AF VEJRLIG	19
4.5 BLY PÅ HÆNDER	20
4.5.1 Statistisk analyse	20
4.5.2 Bly på hænder før udeleg	20
4.5.3 Bly på hænder efter udeleg	20
5 DISKUSSION	23
5.1 METODENS EGNETHED	23
5.2 OVERENSSTEMMELSE MELLEM DEN ØNSKEDE BØRNEGRUPPE OG DEN ANVENDTE - MULIG KONSEKVEN I FORHOLD TIL REPRÆSENTATIVITET OG GENERALISERBARHED AF RESULTATER	23
5.3 KUNNE KOMMUNENS OPRINDELIGE VÆRDIER FOR BLY I JORD VERIFICERES	24
5.4 HVAD VAR SAMMENHÆNGEN MELLEM BLY I JORD OG I INDENDØRS STØV	24
5.5 AFSPEJLEDE DE FUNDNE VÆRDIER AF BLY PÅ HÆNDER DE MÅLTE VÆRDIER AF BLY I JORD	25

5.6	FØRTE DE KONKRETE INTERVENTIONER TIL REDUKTION AF BØRNENES BLYEKSPONERING	25
5.7	UDESTÅENDE PROBLEMSTILLINGER	26
6	KONKLUSIONER	28
7	REFERENCER	30
8	BILLEDER FRA BØRNEHAVER	31
8.1	BILLEDMAERIALE FRA MØLLELÆNGEN	31
8.2	BILLEDMAERIALE FRA STOLEMAGERSTIEN	32

Forord

I mange større byer er jorden forurenet med tungmetaller og tjærestoffer. Visse byområder har således koncentrationer af tungmetaller og tjærestoffer i jorden, der kræver iagttagelse af forholdsregler for at undgå overskridelse af sundhedsmæssige grænser. 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. Målet med nærværende undersøgelse er at vurdere, hvorvidt en begrænset intervention resulterer i en nedsat eksponering vurderet på basis af mængden af bly adhæreret til hænderne efter udeleg. Undersøgelsen er gennemført i foråret og efteråret 2002 på tre børnehaver med børn i alderen 3-6 år, men forventes at have generel gyldighed også for andre legearealer.

Der er tale om en ren eksponeringsundersøgelse, hvorfor sammenhængen mellem den mængde bly 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 har modtaget konstruktive kommentarer fra den af Miljøstyrelsen nedsatte følgegruppe bestående af repræsentanter for Miljøstyrelsen (Irene Edelgaard, Poul Bo Larsen, Preben Bruun), Embedslægerne (Annelise Troest, Anne Fabricius), Københavns Kommune (Nancy Hamburger), Amternes Videntcenter for Jordforurening (Charlotte Weber), Fødevaredirektoratet (Dorthe Licht), Sundhedsstyrelsen (Ole Mygind, Barbara Hjalsted), Københavns Amt (Helena Hansen) samt Kommunernes Landsforening (Niels Remtoft).

Fra forfatterne skal der komme en tak til de ansatte i børnehaverne Voldparken, 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 den utilslørede imødekomende nysgerrighed, som kun børn udviser.

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

Marts 2003

Jesper Bo Nielsen & Jesper Kristiansen

Sammenfatning

Udbredelsen af lettere forurenede jord i byområder er betydelig. De sundhedsmæssige vurderinger af risikoen herved er baseret på specielt 2-5-årige børns orale indtagelse af jord. Denne eksponering sker primært som en følge af den jord, som hænger fast på børnenes hænder efter udendørs leg samt den jord, der måtte være på legetøj eller andre ting, som børnene tager i munden eller sutter på. Der er ofte tale om blandede eksponeringer af flere forureningskomponenter. I denne undersøgelse fokuseres alene på blyeksponering. Resultaterne vil dog sandsynligvis med mindre forbehold kunne appliceres også på begrænsning af andre forureningsstoffer i jord. To problemstillinger er søgt belyst i nærværende undersøgelse. For det første, hvorvidt der er proportionalitet mellem bly i jord, og den mængde bly børnene får på hænderne; og for det andet, i hvilket omfang en omlægning af legearealer resulterer i mindre bly på børnenes hænder. Nedenstående sammenfatter undersøgelsens resultater og konklusioner.

- Der er anvendt en relevant og egnet metode til vurdering af bly på børnehalebørnenes hænder.
- Den anvendte gruppe af børn fra hver af de tre deltagende børnehaver levede op til undersøgelsens intention om en ligelig repræsentation af 3-6-årige drenge og piger.
- Kontrolbørnehaver (bly i jord $< 40\text{mg/kg}$) samt to børnehaver med jordbly i rådgivningsintervallet ($40\text{mg/kg} < \text{bly i jord} < 400\text{mg/kg}$) blev udvalgt på basis af måletal fra Københavns Kommune. Efterfølgende kontrolmåling verificerede kommunens målinger. Samtidig understregede måleresultaterne den ganske betydelige variation i blykoncentrationer på samme legeareal.
- Der blev gennemført interventioner på to børnehaver, hvilket klart kunne verificeres ved efterfølgende målinger af bly i jord. De målte koncentrationer i de mest belastede legeområder er nu ens for alle tre børnehaver.
- Bly i indendørs støv reflekterede ikke umiddelbart de interventionsbetingede ændringer i mængden af bly i jorden på legearealerne. Der kan muligvis være tale om, at effekten af interventionerne først slår igennem på støvniveauerne med en vis forsinkelse.
- Der er overordnet set en udmærket sammenhæng om end ikke ligefremproportionalitet mellem bly i jord og de fundne mængder bly på børnenes hænder.
- Prøveindsamling foregik fortrinsvis på tørre dage. Resultatet fra en enkelt våd måledag viser, at børnene her fik mere bly på hænderne. Derfor vil vore resultater nok underestimere den mængde bly, børnene får på hænderne set over et længere tidsperspektiv med både våde og tørre dage.
- Der observeredes betydelige forskelle fra barn til barn, hvilket sandsynligvis kan henføres til forskellig legeadfærd.
- Der sås ingen generel forskel mellem drenge og piger i forhold til mængden af bly på hænder efter udeleg.
- Interventionerne resulterede på begge børnehaver i en klar reduktion i børnenes blybelastning under udeleg. På den ene børnehaver er blybelastningen nu ikke længere forskellig fra kontrolbørnehaven.
- Projektet har anvendt en begrænset og fokuseret intervention og er gennemført for begrænsede midler. Der er således ikke tale om en

gennemgribende renovering af legearealerne inkluderende fjernelse af alt jord ned til en dybde af 50 cm. Det er konstateret, at den begrænsede intervention har virket omgående.

- Bly i jord anses for den betydeligste enkeltkilde til børns udsættelse for bly i Danmark. Interventionerne resulterede i en halvering af blyeksponeringen på hænderne samt en tilnærmelse til kontrolbørnehavens eksponeringsforhold. Dette vurderes som en sundhedsmæssig gevinst, og en måde til at opnå det af myndighederne tilstræbte sikkerhedsniveau i relation til børns eksponering for bly fra børnehavejord.
- Den anvendte fokuserede intervention indebærer en potentiel økonomisk besparelse i forhold til hidtidige legepladsrenoveringer. Hvorvidt potentialet kan udnyttes afhænger af opfølgende målinger, der vil vise om de gennemførte interventioner er langtidsholdbare.
- Samme metode til opnåelse af det af myndighederne tilstræbte sikkerhedsniveau i relation til børns eksponering for bly må forventes anvendelig i relation til offentlige såvel som private legearealers jordforurening. Opnåelse af tilstrækkeligt beskyttelsesniveau ved private haver må finansieres af ejerne selv, og vil fortsat afhænge af en effektiv information/rådgivning til brugerne af lettere forurenede arealer.

1 Summary

Large areas with contaminated soil exist in the urban environment. Human risk assessment related to this exposure source is based on the oral intake of soil among young children (2-5 years). This exposure is a consequence of the mouthing behavior in young children, which exposes the children to whatever adheres to their hands or toys. In most cases, the exposure will be a mixture of contaminants including heavy metals as well as more persistent organic pollutants. This report focuses on exposure to lead, but with slight modifications the results will probably also apply to other soil contaminants. Two issues were addressed in this report. We studied whether there was proportionality between the concentration of lead in soil and the amount of lead that adhered to the hands of children playing on this soil. Secondly, we evaluated whether interventions through physical changes on the playgrounds in two of the daycare centres, in accordance with recommendations from the Danish EPA, would reduce the amount of lead on the hands of children, and thereby potential exposure. The results and conclusions are summarised below.

- A relevant and suitable method for assessing lead adhering to the hands of children was applied.
- The groups of children from the three participating daycare centres fulfilled the inclusion criteria regarding distribution of age and gender.
- Based on information from the municipality of Copenhagen, three daycare centres were included in the study. One with low concentrations of lead in soil and two with lead concentrations within the guidance interval (lead in soil < 400 mg/kg). Subsequent analyses of lead in soil confirmed these measurements, and emphasized the significant variations in lead concentrations in soil, even within confined areas such as a daycare centre.
- The interventions that were implemented in two daycare centres were clearly verified through subsequent analyses of lead in soil. The concentrations of lead in soil from the most heavily used areas of the playgrounds are now at a comparable and low level in all three daycare centres.
- Changes in lead concentration in indoor dust did not directly reflect the changes in concentrations of lead in soil following intervention. The effect on indoor dust following the changes in outdoor soil concentrations may, however, be delayed.
- There was a clear correlation between lead in soil and lead on hands, though the correlation was not in direct ratio.
- Sampling was concentrated on dry days. Results from a single wet day indicated that children would have an increased exposure under these conditions. Consequently, our results might slightly underestimate the true exposure on a wider time scale including a mixture of dry and wet days.
- Extensive differences in amounts of lead on hands were observed between children from the same daycare centre, probably reflecting different playing behaviors.
- No gender-related differences were observed regarding lead on hands.

- Following interventions in the two daycare centres, a significantly reduced median exposure, i.e., lead on hands, was observed among children. In one of the daycare centres, the exposure is now comparable to the exposure of children from the daycare centre with the initial low lead contamination.
- The two interventions were focused on the areas on the playgrounds most heavily used by the children, and were accomplished with limited financial resources. Thus, the interventions did not include the traditional replacement of all soil down to 50 cm. Nevertheless, the project demonstrates that a limited but focused intervention approach has an immediate effect on hand exposure of children.
- Lead in soil is the single most important source for children's exposure to lead in Denmark. The interventions reduced exposure to lead from soil by 50 % on average and caused exposure levels to approach the exposure in the daycare centre with a low concentration of lead in soil. These improved exposure conditions are considered a promising way to achieve the authorities' desired goal regarding reducing children's exposure to lead from soil in a cost-effective way.
- The interventions were evaluated two months after being implemented. Thus, this project gives no answers as to the durability of the interventions. The answer to this question must await further studies at a later stage.
- This project was focused on daycare centres. However, equivalent interventions might be considered on public playgrounds with comparable concentrations of lead in soil. Achievement of the desired level of safety regarding children's exposure to lead from soil from private gardens will, however, continue to depend on efficient information and advice for homeowners.

2 Baggrund

Udbredelsen af lettere forurenede jord i byområder er betydelig. Det er fra politisk side besluttet, at en egentlig oprydning af alle forurenede områder er for resourcekrævende. Derfor har man, med baggrund i de af Miljøstyrelsen udarbejdede kvalitets- og afskæringskriterier, prioriteret oprydning de værst forurenede steder, hvor afskæringskriteriet for et eller flere forureningsstoffer er overskredet. For bly i jord er afskæringskriteriet et jordbly på 400 mg/kg. Vejledning/rådgivning omkring adfærd tilbydes på de lokaliteter, hvor jordforureningen ligger mellem de to kriterier ($40 \text{ mg/kg} < \text{jordbly} < 400 \text{ mg/kg}$). Ræsonnementet er, at adfærdsændringer sammen med mindre ændringer af fysiske forhold såsom græsdække, udskiftning af sandkassesand, jorddækning med træflis o.l. skal kunne reducere eksponeringen med op til en faktor 10. Der er udarbejdet en vejledning til kommunale og amtskommunale myndigheder og embedslæger med retningslinier for rådgivning, og der er senere udarbejdet og udsendt informations-materiale omkring forholdsregler i relation til blyforurenede jord til institutioner i relevante områder.

De sundhedsmæssige vurderinger er baseret på specielt 2-5-årige børns orale indtagelse af jord. Denne eksponering sker primært som en følge af den jord, som hænger fast på børnenes hænder efter udendørs leg samt det jord, der måtte være på legetøj eller andre ting, som børnene tager i munden eller sutter på. Mængden kunne forventes at variere alt efter køn, alder, legeaktivitet, og vejrlig. En ny undersøgelse fra den amerikanske Miljøstyrelse viser imidlertid, at køn ikke har indflydelse på, hvor hyppigt børn fører hænder eller legetøj til munden (Tulve et al. 2002). Alder har derimod betydning, idet børn under 2 år dobbelt så hyppigt har kontakt mellem hænder/legetøj og munden. De amerikanske tal viser, at børn mellem 2 og 5 år gennemsnitligt 33 gange i timen tager fingre eller legetøj i munden eller sutter på dem (Tulve et al. 2002). Et tidligere review beskriver dog en noget lavere hyppighed af hånd til mund aktivitet varierende mellem 5 og 10 gange i timen (Cohen Hubal et al. 2000).

Den risikovurdering, der er grundlaget for myndighedernes jordkvalitetskriterium på 40 mg bly per kg jord, er baseret på en række antagelser. Skal man sundhedsfagligt kunne argumentere for det forsvarlige i, at børn eksponeres for højere blyniveauer i jorden, svarende til rådgivningsintervallet, må man derfor se på disse antagelser. Der skal samlet findes en reduktion med en faktor 10 på de oprindelige antagelser. De to kvantitativt mest betydende antagelser er, at et barn indtager 200 mg jord om dagen, samt at der er en ligefrem proportionalitet mellem koncentrationen af bly i jorden og den mængde bly, børnene får på hænderne – og dermed potentielt indtager oralt. Flere tidligere undersøgelser er nået frem til varierende værdier for dagligt indtag af jord. Det senest publicerede arbejde omkring børns orale indtagelse af jord er baseret på en undersøgelse med videofilm af 64 børn i alderen 1-4 år (Stanek og Calabrese 2000). Den gennemsnitlige jordindtagelse blev i dette studie estimeret til 31 mg/dag (median på 17 mg/dag). Tallet indikerer umiddelbart, at der er plads til at hente en stor del af den nødvendige 10-faktor her, idet myndighedernes antagelse var et indtag på 200 mg/dag. Men værdien 31 mg/dag gælder kun gennemsnitsbarnet, og 95-percentilen, altså den værdi som 95 % af børnene holder sig under, er 106 mg/dag, når man vurderer den orale indtagelse over et helt år (Stanek og Calabrese 2000). Vurderes tallene på basis af uge-gennemsnit, er 95-percentilen, og det dertil knyttede konfidens-interval, større, men da der ikke forventes akutte effekter,

skønnes års-tallene at være de mest relevante. Det skal bemærkes, at beregninger af denne art har betydelige usikkerheder, og at der i litteraturen findes en række ældre beregninger, der afviger fra ovenstående. Det kan dog konkluderes, at myndighedernes anvendelse af et standardindtag på 200 mg jord om dagen repræsenterer et konservativt estimat, således at langt de fleste børn har et mindre dagligt indtag.

En lille del af 1-2-årige børn har en adfærd i relation til at putte ting i munden, der betinger et betydeligt højere dagligt indtag af jord (pica-adfærd). Denne problemstilling er ikke berørt i nærværende projekt, der fokuserer på børnehavebørn i alderen 3-6 år.

Da en revurdering af de oprindelige antagelser om børns indtagelse af jord således ikke er tilstrækkelig for at finde en faktor 10, er der tre andre forhold, der må belyses. Det drejer sig om: hvorvidt der er proportionalitet mellem bly i jord, og den mængde bly børnene får på hænderne; i hvilket omfang en omlægning af legearealer resulterer i mindre bly på børnenes hænder; samt hvorvidt rådgivning medfører en relevant adfærdsændring i forhold til at begrænse børnenes eksponering for jord. Sidstnævnte problemstilling er belyst i en netop afsluttet undersøgelse af børneforældres viden, holdning og adfærd i forhold til børns leg på lettere forurenede legearealer (Nielsen og Elverdam 2003). Denne undersøgelse viste, at rådgivning/information virker i forhold til en del børneforældre, men at en for stor del ikke antager en i forhold til børns udsættelse for jordforurening relevant sundhedsadfærd (Nielsen og Elverdam 2003). Forfatterne formoder, at en optimeret informationsindsats omkring betydningen af håndvask før indtagelse af måltider, samt fysiske ændringer af legearealer, med det mål at mindske muligheden for kontakt med forurenede jord, vil kunne øge den samlede effekt. I forhold til børneinstitutioner har indsatsen for nedbringelse af børnenes bly-eksponering været en kombination af rådgivning og renovering af legearealer. I forhold til vurdering af effekten af en renovering af legeområder er det væsentligt at få belyst, hvorvidt en intervention i henhold til myndighedernes rådgivning resulterer i en nedsat eksponering.

To problemstillinger ønskes derfor belyst gennem nærværende projekt:

- 1) I hvilket omfang afspejler en stigning i bly på børns hænder efter udendørs leg de faktiske eksponeringsforhold, der er på legepladsen (blykoncentrationen i jord).
- 2) I hvilket omfang vil implementering af det offentliges vejledninger omkring ændrede udeforhold (begrænset intervention/legepladsrenovering) resultere i en nedsat eksponering af børn.

3 Materialer og metode

3.1 Valg af undersøgelsespopulation

Gennem kontakt til Miljøkontrollen i Københavns Kommune planlagdes kontakt til 3 børnehaver. Miljøkontrollen i Københavns Kommune har gennem de seneste år systematisk gennemført måling af bly og andre forureningsstoffer i jord fra samtlige børneinstitutioner i kommunen. Prioritering af oprydning og renovering af legeområder baseres på graden af jordforurening. Børnehaverne til dette projekt skulle oprindeligt være beliggende i områder med nedenstående verificerede og forskellige jordforureningsgrader:

Børnehave 1:	~ 40 mg bly/kg jord
Børnehave 2:	~ 150 mg bly/kg jord
Børnehave 3:	~ 300 mg bly/kg jord

Det viste sig imidlertid ikke muligt at finde en børnehave i Københavns Kommune, der alene havde et problem med højt blyindhold i jorden (~ 300 mg bly/kg jord), idet der ofte forekom parallel forurening med polyaromatiske kulbrinter.

Forespørgsel til amterne via Amternes Videncenter for Jordforurening med henblik på kontakt til en børnehave andetsteds i Danmark med høj jordbly som dominerende jordforureningsproblem gav ikke noget resultat. Derfor inkluderedes en kontrolbørnehave med en lav bly-belastning samt to børnehaver med en middel-belastning, alle beliggende i Københavns Kommune.

Børnehaverne skulle have en almindelig legeplads, således at mindst 5-10 % af arealet var bar jord tilgængelig for børn. Fra hver børnehave planlagdes deltagelse af 10 drenge og 10 piger, repræsenterende børn i alderen 3-5 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 tre børnehaver med forskellig blybelastning samt en sammenligning før og efter intervention på to børnehaver, var børnenes alder ikke afgørende, blot den var sammenlignelig mellem de deltagende børnehaver.

3.2 Studiedesign

Projektet er et studie af børns blyeksponering som følge af udeleg og effekten af 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). De deltagende børn skal før og efter udeleg på børnehavens legeområde have aftørret hænderne med papirserviet. Denne procedure gentages én gang om dagen i 3 dage før og efter legepladsrenovering. 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 registrerede, og alene køn noteres. Alderen vil variere fra 3 til 5 år. Vejrliget beskrives for hver måleperiode. Projektet blev designet med en primær prøveindsamling i maj 2002, en intervention på 2 børnehaver i løbet af sommeren 2002, efterfulgt af den afsluttende prøveindsamling i september/oktober 2002.

3.3 Rekruttering af deltagende børn

Projektet er gennemført i et tæt samarbejde mellem deltagende børnehaver, børn, forældre, ansatte samt projektledelse. Der er tilbudt informationsmøder på de deltagende børnehaver, ligesom 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.

3.4 Styrkeberegning

Der ønskes et antal prøver, der sikrer, at man kan detektere en signifikant eksponeringsforskel mellem børn fra børnehaver med mellemforurenet jord (~150 mg/kg) og børn fra børnehaver med lavt forurenet jord (under 40 mg/kg). Endvidere vil man gerne kunne observere eventuelle forskelle i eksponeringsniveauer betinget af intervention.

For at kunne beregne dimensioneringen (styrken) af forsøgsdesignet er det nødvendigt med kendskab til fordelingen af måleresultaterne, samt spredningen på dem. Det antages, at resultaterne er log-normalfordelte. Dette er den fordeling, der typisk forventes af denne art målinger, jf. arbejdshygiejniske eksponeringsmålinger (Rappaport, 1991). Der haves på forhånd ingen konkret viden om den forventede spredning om disse målinger, men for arbejdshygiejniske målinger ses variationskoefficienter på typisk 100 % ($RSD = 1$). Med hensyn til de forventede blyniveauer indikerer pilotforsøget ca. 0 µg Pb (lavt niveau, ca. 20 mg Pb/kg jord) og 30 µg Pb (middel niveau, ca. 200 mg Pb/kg jord). Dimensioneringen undersøges derfor under de nævnte betingelser, samt under mere ekstreme forhold inklusive større variation og mindre forskel på niveauerne.

Anvendte symboler:

Symbol	Betydning
α	Signifikansniveau
β	Sandsynligheden for at begå en type 2 fejl
σ_L	Spredning af logaritmerede måleresultater
$\mu_c (\mu_{c1}, \mu_{c2})$	Middelværdien af måleresultaterne (for børnehaver 1 og 2)
$\mu_L (\mu_{L1}, \mu_{L2})$	Middelværdien af logaritmerede måleresultater (for børnehaver 1 og 2)
RSD	Relativ spredning af måleresultaterne
$RSD_W (RSD_B);$ RSD_T	Relativ spredning af måleresultater for samme barn (mellem børn). Den totale relative spredning beregnes efter formelen: $RSD_T = \sqrt{RSD_W^2 + RSD_B^2}$
Δ_L	Numerisk forskel mellem μ_{L1} og μ_{L2}
u_p	Fraktiler i U-fordelingen $n(0,1)$. $P(U \leq u_p) = p$.
$t_p(df)$	Fraktiler i t-fordelingen $t(df)$. $P(t \leq t_p) = p$.

For at omregne mellem normal- og logaritmisk skala benyttes følgende sammenhænge (Rappaport, 1991):

$$s_L^2 = \ln(1 + RSD^2)$$
$$m_L = \ln(m_c) - \frac{1}{2} \cdot s_L^2$$

Der kan opstilles en række scenarier med hensyn til måleresultaternes niveauer og spredning (tabel 1). To forskellige niveauer for den relative standardafvigelse

undersøges: Normal spredning (scenarie A og C) og stor spredning (scenarie B og D). Dette kombineres med to mulige forskelle på niveauerne, nemlig forventet forskel (scenarie A og B) og lille forskel (scenarie C og D). Forskellen i logaritmisk skala er under alle omstændigheder 2.3 for de første fire scenarier. Idet der også gennemføres intervention på to børnehaver, hvor effekten ikke på forhånd kan forventes at være helt så stor, gennemføres også en styrkeberegning (scenarie E) for en situation med en forventet reduktion af eksponeringen til en tredjedel.

Tabel 1. Teoretiske scenarier med hensyn til måleresultater og spredninger.

Scenarie	μ_{c1} (μg)	μ_{c2} (μg)	RSD_W	RSD_B	RSD_T	σ_L^2	μ_{L1}	μ_{L2}	Δ_L
A	3	30	1	1	1.4	1.1	0.55	2.85	2.3
B	3	30	2	2	2.8	2.2	0.00	2.30	2.3
C	1	10	1	1	1.4	1.1	-0.55	1.75	2.3
D	1	10	2	2	2.8	2.2	-1.10	1.20	2.3
E	10	30	2	2	2.8	2.2	1.20	2.30	1.1

3.4.1 Dimensionering

Til at beregne antallet af prøver (N) anvendes følgende iterative formel (Brøndum og Monrad, 1989) for en ensidet t-test:

$$N \cong \frac{2 \cdot (u_{1-\alpha} + u_{1-\beta})^2}{(\Delta_L / \sigma_L)^2} \cdot \left(\frac{t_{1-\alpha}(df)}{u_{1-\alpha}} \right)^2$$

og for en tosidet t-test:

$$N \cong \frac{2 \cdot (u_{1-\alpha/2} + u_{1-\beta})^2}{(\Delta_L / \sigma_L)^2} \cdot \left(\frac{t_{1-\alpha/2}(df)}{u_{1-\alpha/2}} \right)^2$$

I begge udtryk er antallet af frihedsgrader $df = 2N - 2$. Iterationen foregår ved, at der vælges en initial værdi for N til brug for frihedsgradsantallet i udtrykket. På denne basis beregnes en ny værdi for N, der bruges til at revidere frihedsgradsantallet, osv. Ved beregningerne er anvendt $\alpha = 0.05$ og $\beta = 0.05$. Dimensioneringen er beregnet for $\Delta_L = 2.3$ for scenarierne A-D samt for $\Delta_L = 1.1$ for scenarie E (jf. tabel 1).

Tabel 2. Beregnet antal prøver der sikrer detektion af signifikante eksponeringsforskelle mellem børn ved 5 eksponeringsscenarier (jf. tabel 1).

	Scenarie A	Scenarie B	Scenarie C	Scenarie D	Scenarie E
Ensidet test	6	10	6	10	44
Tosidet test	7	12	7	12	52

Styrkeberegningerne viser, at der i den mest ekstreme situation, med en lille forskel mellem de to børnehaver mht. blyindhold på hænderne, og en stor variation mellem måleresultaterne, kræves ca. 12 prøver fra hver børnehave til at finde en statistisk sikker forskel (scenarie D, $\Delta_L = 2.3$). Idet effekten af intervention på de mellemforurenedede børnehaver ikke på forhånd var kendt, men potentielt kunne være mindre end ovenstående forudsætninger om forskel mellem børnehaver med mellem og lavt forurenet jord, gennemførtes beregninger svarende til scenarie E. Styrkeberegningen indikerer således, at man på de to institutioner, hvor der

gennemføres intervention, skal øge dimensioneringen for at tage højde for en mulig mere begrænset eksponeringsforskel før og efter intervention. Der sigtes derfor efter et antal på omkring 50 prøver fra børn fra hver børnehave.

3.5 Intervention i børnehaver

En af undersøgelsens to problemstillinger var at belyse, i hvilket omfang en implementering af det offentlige (Miljøstyrelsens) vejledninger omkring begrænsning af eksponering til jord faktisk reducerede børnehalebørns eksponering til bly. Nedenfor beskrives i kort form forholdene samt interventionen på de tre institutioner. En mere detaljeret beskrivelse findes i udbudsmaterialet udarbejdet af det rådgivende ingeniørfirma NIRAS (bilag 1). De gennemførte interventioner er sket efter samtaler med børnehavernes ansatte med henblik på at fokusere indsatsen på de legearealer, som børnene bruger mest intensivt, og hvor den direkte kontakt til jord er mest udtalt. Fra Københavns Kommune forelå overordnet beskrivelse af børnehavernes udearealer samt en række resultater fra målinger af bly i jord på udvalgte steder i børnehaverne. Ved prøveudtagning har kommunen tilstræbt at udtage et sæt prøver fra én position pr 50 m² ubefæstet areal. I kapitel 8 er inkluderet en række billeder fra Stolemagerstien og Møllenvænget, der kan tjene til illustration af de to børnehavers legearealer og den gennemførte intervention.

3.5.1 Børnehaven Voldparken

Denne børnehaves udeareal kan beskrives ved følgende af kommunen opmålte/beregnete arealer: 0 m² græs; 364 m² bed/bar jord; 585 m² befæstet areal; 93 m² sandkasser og faldunderlag.

Legepladsen er et trekantet areal afgrænset på to sider af bygninger og på den tredje af en mindre befærdet vej. Størstedelen af pladsen er plan og belagt med enten asfalt/fliser eller faldunderlag. På dette område er udlagt et antal sandkasser og legehuse. I den bageste ende af legepladsen er etableret en jordhøj (1½ meter høj), der anvendes en del til leg.

Københavns kommune har udtaget 10 jordprøver i en dybde på op til 20 cm under terræn til måling af bly i jorden. Gennemsnittet for disse prøver var 14 mg/kg med mindste og største værdi på henholdsvis 10 mg/kg og 21 mg/kg. Det fremgår ikke med hvilken baggrund, de 10 målesteder er udvalgt. Der er ikke gennemført nogen intervention på denne børnehaves legeareal.

3.5.2 Stolemagerstiens børnehave

Denne børnehaves udeareal kan beskrives ved følgende af kommunen opmålte/beregnete arealer: 0 m² græs; 243 m² bed/bar jord; 236 m² befæstet areal; 29 m² 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.

Københavns kommune har udtaget seks jordprøver i en dybde på op til 20 cm under terræn til måling af bly i jorden. Gennemsnittet var 215 mg/kg med mindste og største værdi på henholdsvis 130 mg/kg og 410 mg/kg. Det fremgår ikke med hvilken baggrund, de seks målesteder er udvalgt.

Interventionen bestod i: 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.

3.5.3 Møllelængens børnehave

Denne børnehaves udeareal kan beskrives ved følgende af kommunen opmålte/beregnete arealer: 86 m² græs; 449 m² bed/bar jord; 283 m² befæstet areal; 80 m² sandkasser og faldunderlag.

Legepladsen er beliggende hen over gammelt bunkersareal, hvorfor der forekommer store højdeforskelle og skråninger. 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 skråninger, som er vanskelige at befæste med græs. Der er megen legeaktivitet op og ned ad disse skråninger. Børnehaven selv er placeret i et lejlighedsbyggeri beliggende på den anden side af ovennævnte vendeplads.

Københavns kommune har udtaget 14 jordprøver i en dybde på op til 20 cm under terræn til måling af bly i jorden. Gennemsnittet for disse prøver var 94 mg/kg med mindste og største værdi på henholdsvis 21 mg/kg og 160 mg/kg. Det fremgår ikke med hvilken baggrund, de 14 målesteder er udvalgt.

Interventionen bestod i: udlægning af muld og tilplantning af bede; udskiftning af faldunderlag; etablering af trin på skråninger vha. bøgesveller, således at udlagt grusmateriale bliver liggende; ny og højere kantbegrænsning med bøgesveller, således at hældning på skråninger nedsættes; renovering af græsareal. Etablering af trin på skråninger skete med det delmål at styre børnenes løbeveje og legeaktivitet til disse renoverede områder, medens andre partier på skråningerne blev beplantet.

3.6 Valg af metode til vurdering af blyeksponering fra jord

3.6.1 Måling af bly i jord

Som et mål for den direkte effekt af interventionen blev blyindholdet i jorden målt. 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. Fra Møllelængen og Stolemagerstien blev taget jordprøver både før og efter interventionen. De samme prøvetagningspositioner blev anvendt før og efter interventionen. Prøverne blev analyseret på et akkrediteret laboratorium (Eurofins, DANAK akkreditering nr. 168) efter følgende principper: Jordprøverne blev tørret og småsten (> 5 mm) sigtet fra. Derefter blev der udtaget en delprøve (5 g), som blev destrueret i mikrobølgeovn med halvkoncentreret salpetersyre efter den danske standard DS 259. Blyindholdet i opløsningen blev derefter målt med ICP-AES. Metodens detektionsgrænse er 3 mg bly per kg tørstof, og den analytiske variation er 10 %.

3.6.2 Måling af bly i indendørs støv

Der blev målt bly i indendørs støv i alle tre børnehaver før og efter interventionen. 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*), og foregik på følgende måde: En papramme med indvendigt areal på 900 cm² blev tapet fast til den udvalgte prøvetagningsposition. Arealet indenfor rammen blev herefter aftørret med én vådserviet. Arealet blev aftørret tre gange, for hver gang blev servietten foldet således, at aftørringen skete med en ren side. Vådservietten blev opbevaret og analyseret på samme måde, som vådservietter anvendt til aftørring af hænder (se næste afsnit). Blyindholdet i indendørsstøv blev udtrykt per areal, idet en

undersøgelse har vist, at dette mål forklarer variationen i blodbly hos små børn (12-30 mdr.) bedre end blyindholdet udtrykt per g støv (Lanphear et al., 1995).

3.6.3 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. Fire personer øvede sig i aftørningsproceduren i fællesskab for at standardisere denne del af prøvetagningen i videst muligt omfang. Alle aftørninger blev foretaget af en person fra denne gruppe. Proceduren var kort beskrevet: Barnets højre hånd blev aftørret med en kommercielt tilgængelig parfumefri vådserviet (Savett Intim. Cederroth, Albertslund) (13.5 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. Hver børnehave blev besøgt 3-4 gange før interventionen og 3-4 gange efter interventionen. Ved hvert besøg blev vejret 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 skruelåg indtil den kemiske analyse. Servietterne blev destrueret efter en modifikation af NIOSH Method 7105 (Lead by GFAAS) og NIOSH Method 7300 (Elements by ICP): Servietten blev placeret i en 100 mL Erlenmeyer kolbe og tilført 18.0 mL koncentreret HNO_3 . Herefter blev kolben dækket med et urglas og placeret på en varmeplade. Servietten blev herefter kogt i 2 timer (ca 100°C). Efter afkøling blev der tilsat 5.0 mL H_2O_2 , og opløsningerne blev opvarmet langsomt til kogning (ca 125°C), kogt i 1 time og inddampet til tørhed. Destruktionsresten blev genopløst i 5 % HNO_3 , overført til 25 mL målekolbe. Efter opfyldning til 25.0 mL blev opløsningen filtreret ned i en plastflaske og analyseret med ICP-AES. Genfindingen blev dokumenteret ved at destruere og analysere afvejede mængder af det certificerede referencemateriale NIST SRM 1648 (Urban Particulate Matter). Den gennemsnitlige genfinding ($\pm$ SD) for prøver før interventionen var 87 ($\pm$ 5.8) % ($n = 17$), og for prøver taget efter interventionen 89.1 ($\pm$ 5.3)% ($n=13$). Den analytiske detektionsgrænse ($\text{LOD} = 3.3 \times \text{SD}$) blev bestemt ved at måle en blindprøve 10 gange under repeterbarhedsbetingelser. Detektionsgrænsen blev fundet til 0.05 μg bly. Som blindprøver blev anvendt rene servietter. Destruktion og måling af disse gav et blyindhold på (gennemsnit $\pm$ 95% CI) 0.53 ($\pm$ 0.72) μg bly for prøver analyseret før interventionen, og 0.23 ($\pm$ 0.36) μg bly for prøver analyseret efter interventionen.

4 Resultater

4.1 Bly i jord fra de tre deltagende børnehaver

4.1.1 Børnehaven Voldparken

Der blev indsamlet 10 jordprøver fra institutionens legeareal. Af hensyn til sammenligneligheden med kommunens tal blev prøverne udtaget fra de øverste 20 cm af jorden. Målestederne blev udvalgt med henblik på dels at verificere de af kommunen tidligere gennemførte målinger samt med baggrund i samtaler med de ansatte for at sikre, at de hyppigst anvendte legearealer var inddraget i undersøgelsen. Der var særdeles god overensstemmelse mellem projektets måleresultater for bly i jord og de af kommunen tidligere udførte målinger (tabel 3).

Tabel 3. Blykoncentrationen (mg/kg tørstof) i jord fra børnehaven Voldparken.

	Københavns kommune	MST projekt
Gennemsnit	14	12
Største værdi	21	20
Antal prøver	10	10

4.1.2 Stolemagerstiens børnehave

Der blev indsamlet 10 jordprøver fra institutionens legeareal før og efter interventionen. Af hensyn til sammenligneligheden med kommunens tal blev prøverne udtaget fra de øverste 20 cm af jorden. Målestederne blev udvalgt med henblik på dels at verificere de af kommunen tidligere gennemførte målinger samt med baggrund i samtaler med de ansatte for at sikre, at de hyppigst anvendte legearealer var inddraget i undersøgelsen. Vi fandt gennemgående noget lavere niveauer af bly i jorden end kommunens oprindelige tal (tabel 4). Således fandt vi som gennemsnit for de 10 målinger kun 100 mg/kg i modsætning til kommunens 215mg/kg. Efter interventionen fandtes særdeles lave koncentrationer af bly i jorden. Således var gennemsnittet nede på omkring 5mg/kg med en maksimal koncentration på 20 mg/kg. Målinger efter intervention er gennemført på de intervererede og ubefæstede arealer, hvorfor blyindholdet i jorden udenfor disse arealer må forventes at være uændret.

Tabel 4. Blykoncentrationen (mg/kg tørstof) i jord fra de mest anvendte legearealer i børnehaven på Stolemagerstien.

	Københavns kommune Før intervention	MST projekt Før intervention	MST projekt Efter intervention
Gennemsnit	215	100	5
Største værdi	410	230	20
Antal prøver	6	10	10

4.1.3 Møllelængens børnehave

Der blev indsamlet 10 jordprøver fra institutionens legeareal før og efter interventionen. Af hensyn til sammenligneligheden med kommunens tal blev

prøverne udtaget fra de øverste 20 cm af jorden. Målestederne blev udvalgt med henblik på dels at verificere de af kommunen tidligere gennemførte målinger samt med baggrund i samtaler med de ansatte for at sikre, at de hyppigst anvendte legearealer var inddraget i undersøgelsen. Der var en udmærket overensstemmelse mellem gennemsnitsværdien før intervention og kommunens gennemsnitsværdi, idet en enkelt af projekt-prøverne dog udviste en særdeles høj blykoncentration (tabel 5). Efter interventionen fandtes særdeles lave koncentrationer af bly i jorden. Således var gennemsnittet nede på 9 mg/kg med en maksimal koncentration på 13 mg/kg (tabel 5). Målinger efter intervention er gennemført på de intervernerede og ubefæstede arealer, hvor der er sket jordudskiftning, hvorfor blyindholdet i jorden udenfor disse arealer må forventes at være uændret.

Tabel 5. Blykoncentrationen (mg/kg tørstof) i jord fra de mest anvendte legearealer i børnehaven på Møllelængen børnehave.

	Københavns kommune Før intervention	MST projekt Før intervention	MST projekt Efter intervention
Gennemsnit	94	127	9
Største værdi	160	450	13
Antal prøver	14	10	10

4.2 Bly i indendørs støv fra de tre deltagende børnehaver

Der blev indsamlet seks stikprøver med henblik på måling af indendørs støv fra hver børnehave forår og efterår. Der er opnået meget ens gennemsnitsværdier i efteråret for børnehaverne på Stolemagerstien og Møllelængen (tabel 6). Disse tal svarer til forårets måling på Møllevænget, medens forårets måling af indendørs støv på Stolemagerstiens børnehave var de laveste målinger overhovedet. Voldparkens blybelastning i indendørs støv var generelt lav med en tendens til lidt lavere værdier i foråret (tabel 4). Det bemærkes, at interventionerne på legearealerne ved Stolemagerstien såvel som Møllelængen tilsyneladende ikke har reduceret bly i indendørs støv.

Tabel 6. Bly i indendørs støv fra de tre deltagende børnehaver. Hvert måletal repræsenterer et gennemsnit af seks målinger og er udtrykt i μg bly per 900 cm^2 .

	Voldparken	Stolemagerstien	Møllelængen
Støvprøver, forår	0,27	0,18	4,02
Støvprøver, efterår	0,65	4,05	4,07

4.3 Beskrivelse af børnegruppe

Der blev indsamlet prøvemateriale på 3-4 måledage både forår og efterår fra hver børnehave. Børnene var i alderen 3-6 år, og en del af børnene deltog på flere måledage. Ved børnehaven på Stolemagerstien blev der indsamlet 59 prøver i foråret og 50 i efteråret (tabel 7); ved Møllelængens børnehave indsamledes henholdsvis 50 og 46 prøver (tabel 8), mens prøveantallet fra Voldparken var henholdsvis 43 i foråret og 58 i efteråret (tabel 9). I alt indsamledes 306 prøver til analyse af bly på hænder efter udeleg fordelt på henholdsvis 146 prøver fra drenge og 160 prøver fra piger.

Tabel 7. Beskrivelse af dato for prøveindsamling, vejrlig samt de deltagende børn fra delundersøgelsen på Voldparken børnehave.

	Forår				Efterår			
Runde	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige
1	7/5	Tørt, 18-20 °C	7	6	18/9	Tørt, 20-22 °C	8	11
2	8/5	Tørt, 18-21 °C	4	9	1/10	Tørt, ca. 18 °C	8	9
3	16/5	Vådt, 15-17 °C	8	9	7/10	Tørt, ca. 15 °C	9	13
Total			19	24			25	33

Tabel 8. Beskrivelse af dato for prøveindsamling, vejrlig samt de deltagende børn fra delundersøgelsen på Stolemagerstiens børnehave.

	Før intervention				Efter intervention			
Runde	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige
1	2/5	Tørt, 11-13 °C	8	12	10/9	Tørt, ca. 22 °C	8	8
2	15/5	Vådt, 15-18 °C	10	12	19/9	Tørt, 20-22 °C	7	9
3	23/5	Tørt, ca. 22 °C	8	9	4/10	Tørt, 16-18 °C	9	9
Total			26	33			24	26

Tabel 9. Beskrivelse af dato for prøveindsamling, vejrlig samt de deltagende børn fra delundersøgelsen på Møllelængens børnehave.

	Før intervention				Efter intervention			
Runde	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige	Dato	Vejrlig	Dreng	Pige
1	22/5	Tørt, 20-22 °C	7	4	2/9	Tørt, ca. 22 °C	6	4
2	28/5	Tørt, 20-22 °C	6	9	16/9	Tørt, 16-18 °C	6	5
3	30/5	Tørt, 18-20 °C	4	9	23/9	Tørt, 16-17 °C	9	3
4	3/6	Tørt, 20-22 °C	7	4	27/9	Tørt, 15-16 °C	7	6
Total			24	26			28	18

4.4 Beskrivelse af vejrlig

Beskrivelsen af vejrliget indeholder en vurdering af, om sand/jord på legepladsen skal beskrives som tørt eller vådt 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. Vurderingerne er inkluderet i tabel 7-9 for de tre børnehaver. Som det fremgår, var temperaturen generelt mellem 16 og 22°C og vejret tørt. Der var dog to dage med vådt vejr. Specielt i forhold til måleresultater fra Voldparken sås der en tydelig effekt af dette forhold. Der fandtes således klart højere værdier af bly på hænderne på denne måledag i forhold til de to andre måledage. I de umiddelbare sammenligninger mellem kontrolbørnehave (Voldparken) og de andre to børnehaver har vi derfor udeladt denne måledag. Samme effekt på mængden af bly på hænderne ved vådt vejrlig sås dog ikke på den anden måledag på

Stolemagerstien. Vi kan ikke afgøre, om forskellen skyldes, at måledagen på Voldparken var mere våd eller om der var tale om forskellige legemønstre. Vi kan blot konstatere, at alle børn lå højt på Voldparken og med mindre spredning, mens både spredning og blymængde på hænderne på Stolemagerstien svarede mere til målingerne fra de tørre dage.

4.5 Bly på hænder

4.5.1 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.

4.5.2 Bly på hænder før udeleg

Resultaterne af målingerne af bly på hænderne *før udeleg* ses i tabel 10. Alle prøver taget før interventionen blev analyserede, mens alene et udvalg af prøver taget efter interventionen blev analyseret. De kan betragtes som stikprøver, der bekræfter foråret målinger. Gennemsnitsværdierne er ret lave og udviser stor relativ variation. Medianerne er mere robuste mål for niveauerne, når der er få data. Medianerne synes at ligge på samme niveau, 0.3-0.6 µg bly, for alle tre børnehaver, og synes ikke at være påvirket af interventionen.

Tabel 10. Bly på hænder før udeleg.

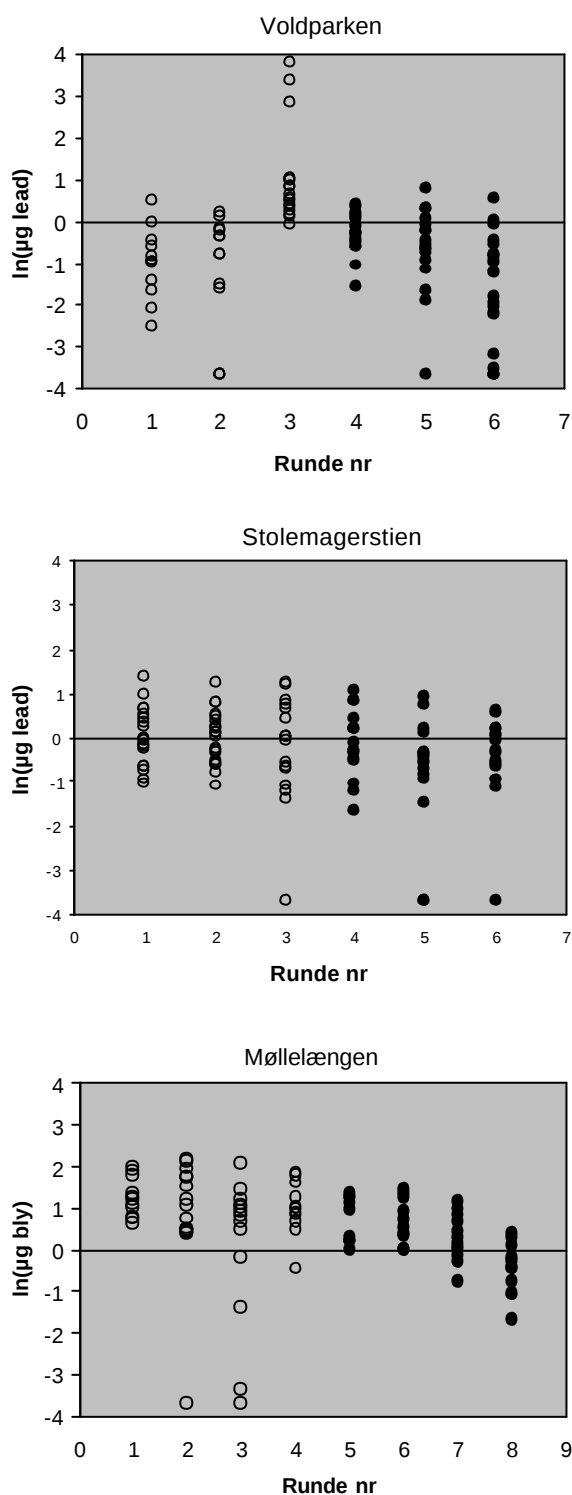
	FØR INTERVENTION			EFTER INTERVENTION		
Børnehave	Gn.snit ± SD (µg Pb)	N	Median (µg Pb)	Gn.snit ±SD (µg Pb)	N	Median (µg Pb)
Voldparken	0.38 ± 0.33	44	0.32	0.90 ± 0.98	6	0.55
Stolemagerstien	0.73 ± 0.60	60	0.55	0.59 ± 0.57	6	0.46
Møllelængen	0.87 ± 1.76	54	0.28	0.50 ± 0.42	8	0.46

4.5.3 Bly på hænder efter udeleg

Resultaterne af målingerne af bly på hænderne *efter udeleg* ses i tabel 11, samt afbildet i figur 1. Bemærk den logaritmiske skala af ordinaten i figur 1. Som det ses i tabellen, så er den gennemsnitlige værdi for bly på hænderne særdeles høj for kontrolbørnehaven (Voldparken) før interventionen. Dette skyldes, som det fremgår af figur 1, især måleresultaterne opnået i tredje runde. Der er to forklaringer på, at den tredje rundes resultater er særligt høje: For det første var der tale om en såkaldt "våd" dag, dvs. jord og grus klæbede ekstra godt til børnenes hænder. For det andet bemærkede prøvetagningsholdet, at adskillige børn gjorde sig ekstra "umage" med at gøre hænderne beskidte. Der er derfor flere grunde til, at måleresultaterne fra runde 3 for denne børnehave ikke er repræsentative. Den statistiske analyse i tabel 11 er derfor gentaget med værdierne fra runde 3 ekskluderet. Herefter er der ikke nogen statistisk signifikant forskel mellem medianniveauet forår (0.42 µg bly) og efterår (0.58 µg bly) for kontrolbørnehaven (tabel 11).

Anderledes ser det ud for børnehaverne Stolemagerstien og Møllelængen. For det første er medianniveauerne signifikant højere end kontrolbørnehavens niveau *før*

intervention (hhv. 1.04 og 2.76 μg bly mod 0.42 μg bly). Niveaue (før intervention) er også højere for Møllelængen end for Stolemagerstien. Dernæst bemærkes det, at niveauerne falder signifikant for begge børnehaver efter interventionen (til hhv. 0.73 og 1.29 μg bly).



Figur 1. Den naturlige logaritme til måleresultatet af bly på børns hænder efter udeleg. Figuren viser fordelingen af måleresultater for de tre børnehaver på de forskellige måledage, og før (åbne cirkler) og efter (udfyldte cirkler) interventionen.

Efter interventionen er blyniveauet på hænderne for børn på Stolemagerstien ikke signifikant højere end niveauet for kontrolbørnehavens børn (0.73 vs. 0.58 µg bly). Selvom blyniveauet på hænderne også er faldet for børn på Møllelængen, så er niveauet stadig noget højere end for kontrolbørnehavens børn (1.29 vs. 0.58 µg bly).

Tabel 11. Oversigt over resultater fra måling af bly på børns hænder efter udeleg.

	FØR INTERVENTION				
Børnehave	Gn.snit ± SD (µg Pb)	N	Median (µg Pb)	Range (µg Pb)	Q1-Q3 (µg Pb)
Voldparken	3.03 ± 8.13	43	0.88	<LOD – 44.1	0.39 – 1.72
Voldparken ^{note a}	0.52 ± 0.42	26	0.42	<LOD – 1.72	0.19 – 0.75
Stolemagerstien	1.24 ± 0.88	59	1.04 [§]	<LOD – 4.02	0.55 – 1.66
Møllelængen	3.30 ± 2.26	50	2.76 [§]	<LOD – 8.80	1.66 – 4.68

Median signifikant forskellig fra median for Voldparken (runde 3 ekskluderet, se note a): [§] P<0.001; Mann-Whittney test. Note a: Data fra runde 3 (før intervention) ekskluderet. LOD: detektionsgrænsen. Q1-Q3: afgrænser de centrale 50 % af observationerne.

	EFTER INTERVENTION				
Børnehave	Gn.snit ± SD (µg Pb)	N	Median (µg Pb)	Range (µg Pb)	Q1-Q3 (µg Pb)
Voldparken	0.65 ± 0.49	58	0.58*	<LOD – 2.29	0.27 – 0.94
Stolemagerstien	0.92 ± 0.67	50	0.73*	<LOD – 2.95	0.49 – 1.25
Møllelængen	1.62 ± 1.29	46	1.29**	<LOD – 4.28	0.82 – 2.36

Median (efter intervention) signifikant forskellig fra median (før intervention): *P<0.05. ** P<0.001; Mann-Whittney test. LOD: detektionsgrænsen. Q1-Q3: afgrænser de centrale 50 % af observationerne.

Sammenholdes de fundne mængder bly på hænderne efter udeleg (tabel 11) med mængden før børnene gik ud for at lege (tabel 10) ses, at børnene fra Voldparken som gennemsnit ikke har mere bly på hænderne, når de kommer ind, end de havde, da de gik ud. Før intervention på børnehaverne ved Stolemagerstien og Møllelængen forøgedes mængden af bly på børnenes hænder signifikant efter udeleg (tabel 10 og 11). Børnene fra Stolemagerstien får efter interventionen ikke længere signifikant mere bly på hænderne ved udeleg, end de havde før de gik ud. Børnene fra Møllelængens børnehave får stadig tilført noget ekstra bly ved udeleg (tabel 10 og 11).

5 Diskussion

5.1 Metodens 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). Til dette kan siges, at de fleste arbejdshygiejniske målinger af dermal eksponering har til hensigt at vurdere eksponeringen for stoffer med en betydelig hudoptagelighed (fx PAH, pesticider, opløsningsmidler mv.) (se fx Ness, 1994). I disse tilfælde er en fuldstændig genfinding nødvendig for at få et retvisende billede af eksponeringen. Hudoptagelsen af de i jorden forekommende blyforbindelser er formodentlig uden betydning, hvorimod hånd-mundkontakten er en vigtig eksponeringsvej. Derfor er aftørningsmetoden faktisk mere relevant for måling af bly end for de ovennævnte hudoptagelige komponenter. Problemet med personafhængigheden ved aftørring af børnenes hænder blev forsøgt imødegået ved at standardisere aftørringen og træne indbyrdes, ligesom det var de samme fire personer, der forestod alle aftørninger af børnenes hænder. Alle indsamlinger af støv- og jordprøver blev gennemført af samme person, således at inter-person variabilitet blev forhindret.

5.2 Overensstemmelse mellem den ønskede børnegruppe og den anvendte - mulig konsekvens i forhold til repræsentativitet og generaliserbarhed af resultater

Børnehaverne var ikke tilfældigt udvalgt, men var selekterede efter i forvejen opsatte kriterier i forhold til blyindhold i jorden samt forskellige karakteristika i relation til legearealerne. Der har imidlertid a priori ikke været et ønske om repræsentativitet i forhold til børnehaver generelt, idet undersøgelsen skulle illustrere effekten af intervention på børnehaver med et blyindhold i jorden i rådgivningsintervallet samt en betydende andel af legearealet henliggende med mulighed for kontakt med jord.

Prøvetagningsdagene var ligeledes ikke helt tilfældige, idet dage med meget regnvejr blev udelukket (børnene var ikke ude at lege). Sandsynligvis er der en overrepræsentation af "tørre" dage, hvilket også fra projektet påbegyndelse var hensigten, idet vejrlig som separat parameter for mængden af bly på hænder efter udeleg ikke blev inkluderet. Imidlertid indikerer de resultater, som fremkom på den "våde" prøvetagningsdag på Voldparken børnehave, at vådt vejr øger den mængde bly, som børnene får på hænderne, idet en større mængde jord adhærer til hænderne. Set i det lys, vil de i denne rapport fundne og afrapporterede resultater sandsynligvis underestimere den mængde bly, som børnene får på hænderne, såfremt man relaterer fundene til længere tids eksponering ved varierende vejrlig i forår, sommer, og efterårsperioder. I koldere perioder vil eksponeringen sandsynligvis være lavere grundet mindre udeaktivitet og handskebrug.

Den opnåede børnegruppe svarer til den ønskede, og projektledelsen har ikke haft betydende indflydelse på, hvilke børn der deltog. Deltagelsen har været frivillig, og rekrutteringen er primært håndteret af børnehavernes personale. Resultaterne synes

derfor repræsentative for børnehalebørn i aldersgruppen 3-6 år. Det er kendt, at mindre børn har en hyppigere hånd-mund kontakt, og disse mindre børn kan derfor tænkes at have en større eksponering. Dette forhold er dog vanskeligt at vurdere, idet det vil kræve en nærmere analyse af forskellige forhold (mindre hænder, mindre vægt, potentielt andet legemønster etc.).

5.3 Kunne kommunens oprindelige værdier for bly i jord verificeres

Målingerne af bly i jorden før og efter interventionen bekræfter dels Miljøkontrollens tidligere udførte målinger, dels bekræfter de effekten af interventionen. Efter interventionen var middelniveauet af bly i jorden på de ubefæstede, intervenerede legearealer af samme størrelsesorden som i kontrolbørnehaven (hhv. 5 og 9 mg bly/kg tørstof, mod 12 mg bly/kg tørstof i kontrolbørnehaven). Der var en betydelig variabilitet for måleresultaterne fra forskellige steder på de enkelte børnehaver, hvilket afspejles ved, at de største koncentrationer typisk har været omkring dobbelt så høje som gennemsnittene. I forhold til denne variabilitet er forskellene mellem vore tal og kommunens tal ikke dramatiske, idet vi dog for Stolemagerstiens børnehave finder værdier på kun halvdelen af kommunens tal, både i forhold til gennemsnit og største værdi. Udgangspunktet for projektet var en kontrolbørnehave uden væsentlig blymængde i jorden samt to børnehaver med blykoncentrationer i jorden omkring 150 mg/kg. De udvalgte børnehaver opfyldte dette ønske.

5.4 Hvad var sammenhængen mellem bly i jord og i indendørs støv

Målingerne af bly i indendørsstøv er mindre entydige. Først og fremmest er blymængden dog lav i Voldparken ($<1 \mu\text{g}$ per 900 cm^2) og høj i Møllelængen (ca. $4 \mu\text{g}$ per 900 cm^2), hvilket udmærket afspejler de målte blykoncentrationer i jorden på børnehavernes legearealer. Niveauet i Møllelængen er ikke forskellig før og efter interventionen. Resultaterne tyder således på, at der kan være andre faktorer end udendørsjorden af 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 indsats i forhold til rengøring af legehuse og legeredskaber. 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.

Forårets måling af indendørs støv på Stolemagerstiens børnehave gav de laveste måleresultater overhovedet. De var således også lavere end målinger gennemført på kontrolbørnehaven, ligesom blyindholdet i støvet var højere efter interventionen end før. Der er ingen umiddelbar forklaring på disse meget lave tal fra Stolemagerstiens børnehave, hvor alle seks prøver viste meget små mængder bly. Da der kun blev taget støvprøver én dag, kan særlige forhold have gjort sig gældende for netop denne dag, fx kan der umiddelbart forud for støvprøvernes indsamling være gjort hovedrent. Måletallene efter intervention er identiske med målingerne fra Møllelængen.

Samlet set, så indikerer vore målinger af bly i indendørs støv, at ændringer af udendørsarealerne ikke har nogen omgående effekt overfor niveauet af bly i indendørsstøv. Da det indendørs støv imidlertid hidrører fra den udenfor forekommende bly, idet blyholdige maling er relevante i denne sammenhæng, vil bly i indendørsstøv sandsynligvis falde efterhånden. En gennemgående rengøring vil nok kunne fremme denne proces. Det er sandsynligt, at en del af blyet i indendørsstøvet hidrører fra andre kilder end lige netop legearealet.

5.5 Afspejlede de fundne værdier af bly på hænder de målte værdier af bly i jord

Voldparken børnehave, der havde en 7-10 gange lavere koncentration af bly i jorden i forhold til de to andre børnehaver før intervention, havde også det klart laveste mediantal for mængden af bly på børnenes hænder. Der var dog ikke tale om, at det samme forhold som mellem blykoncentrationerne i jord kunne genfindes ved måling af bly på hænder. Således var der kun 3-6 gange så meget bly på hænderne hos børnene fra Stolemagerstien og Møllelængen, som der var på hænderne hos børn fra Voldparken. Der ses også en markant større blybelastning af børnene fra Møllelængen i forhold til børnene fra Stolemagerstien trods sammenlignelige middeltal for bly i jord før intervention. Overordnet set er der således en udmærket overensstemmelse mellem bly på hænder og de målte værdier af bly i jord. Imidlertid indikerer resultaterne også, at der er andre faktorer, der kan modificere dette billede. Blandt disse kan børnenes legemønstre tænkes at være en ganske betydende faktor, som blandt andet bygger på de legemuligheder som børnehavens fysiske rammer giver.

Denne faktor var ikke inddraget i projektoplægget, idet målet alene var en eksponeringsbeskrivelse. Efterfølgende samtaler med personalet på børnehaverne på Stolemagerstien og Møllelængen indikerer et lidt forskelligt legemønster. Børnene fra Møllelængen tilbringer hver anden uge i skovbørnehave og ellers i Møllelængen. I Møllelængen deles udetiden nogenlunde ligeligt mellem leg i sandkasse/legetårn og leg/kravlen op og ned af de naturlige skrånninger, som de to bunkers har skabt. Desuden er relativt større arealer ubefæstede i Møllelængen sammenlignet med Stolemagerstien og Voldparken. Dette giver muligvis en større mængde jord, og dermed bly, på hænderne af børnene i Møllelængen. Børnene på Stolemagerstien anvender cirka en tredjedel af tiden med leg i sandkasser/legehuse, en tredjedel på cykling og løb på flise/asfaltbelagte områder, samt en tredjedel på leg på bar jord mellem buske.

Et nærmere studie af måleresultaterne fra de enkelte institutioner viser endvidere, at der er ganske betydelige forskelle mellem også børn fra samme børnehave. Således er der også børn fra kontrolbørnehaven i Voldparken, der gennem deres leg opnår meget høje mængder af bly på hænderne, hvilket igen understreger den meget store indflydelse, det enkelte barns legemønster har på den mængde bly, der genfindes på hænderne efter udeleg. Forespurgt om børnenes generelle legemønster svarede flere af de ansatte på børnehaverne da også, at det var vanskeligt at sige noget generelt, idet der var ganske store forskelle mellem de enkelte børns legemønstre, og at det ikke blot var et spørgsmål om drenge eller piger. Nogle børn legede stort set aldrig i jord, mens andre næsten altid legede/gravede i jord. Denne observation af de børnehaveansatte omkring drenge og pigers legemønstre afspejles da også i fraværet af køns-betinget forskel i blybelastning hos børnene. Den beskrevne variabilitet viser endvidere, at det valgte måltal for antal deltagende børn var velvalgt, og næppe kunne have været mindre.

5.6 Førte de konkrete interventioner til reduktion af børnenes blyeksponering

Efter interventionerne 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 alle tre 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, hvor der var gennemført legepladssomlægning. For Stolemagerstiens børnehave faldt den mængde bly, som børnene havde på hænderne efter udeleg til et niveau, der ikke var statistisk forskelligt fra kontrolbørnehavens. Hos børnene fra børnehaven Møllelængen observeredes også et ganske markant fald i blybelastningen, således at median-belastningen nu er halveret i forhold til før interventionen. Imidlertid er den mængde bly, der måles på børnenes hænder efter udeleg stadig omkring dobbelt så stor som på kontrolbørnehaven. Selvom man på Møllelængen har opnået den største absolutte reduktion i den mængde bly, som børnene får på hænderne, er der altså stadig et stykke vej ned til niveauet på kontrolbørnehaven og Stolemagerstien. Det skal selvfølgelig erindres, at blyniveauet i kontrolbørnehaven som udgangspunkt kun er omkring 25 % af jordkvalitetskriteriet. Vi kan ikke dokumentere årsagen, men relevante bud ville være, at der er forskel i legemønster, således at flere børn fra Møllelængen leger mere i jord end børnene fra de to andre børnehaver (fx begrundet i flere legealternativer de andre to steder). Ligeledes stammer blyeksponeringen på Møllelængen måske ikke alene fra leg på de renoverede dele af legepladsen men også fra de dele af legearealet, der ikke er omlagt samt de legehuse/legesager, der, hvis de ikke er rengjorte, fortsat i et stykke tid vil afspejle den tidligere eksponeringssituation. Indikationer for ovenstående forklaringer kan findes dels i det uændrede niveau for bly i indendørsstøv, dels i det faktum, at variationen mellem børnenes eksponering er ganske stor. Således var der mange børn fra Møllelængen, der lå på samme eller endog lavere eksponeringsniveau end nogle børn fra kontrolbørnehaven, mens andre børn lå markant over.

Projektets mål var at se på effekten af en begrænset intervention. Med begrænset mentes en intervention, der ikke indebar en fuldstændig udskiftning af alt jord ned til en dybde af 50cm, men derimod en indsats fokuseret på afskærmning/afdækning af bar jord på de steder hvor børnene hyppigst leger, således at den kontakt med bar jord, der menes at give den primære eksponering, kunne begrænses. Såfremt en fokuseret indsats virker efter hensigten, vil man kunne gennemføre interventioner på børnehaver billigere og i princippet omlægge flere børnehaver, og dermed nedbringe eksponeringen hos flere børn, for de samme penge. Set i det lys, er projektet lykkedes, idet begge børnehaver, hvor intervention er gennemført, har fået reduceret deres børns blyeksponering (målt som bly på hænderne) betragteligt. Udestående spørgsmål er imidlertid, hvorvidt man i forhold til Møllelængen kunne være nået længere ned i eksponering, samt i hvilket omfang de gennemførte renoveringer er langtidsholdbare – altså hvorvidt man i løbet af en vis periode vil se en opblanding af den underliggende og stadig forurenede jord med det rene top lag, samt hvorvidt den anvendte afdækning med græs eller flis bliver vedligeholdt.

5.7 Udestående problemstillinger

Projektets resultater har rimeligt entydigt besvaret de i formålet opstillede spørgsmål. Imidlertid er der nogle få yderligere problemstillinger, der kunne være interessante at få belyst.

Målingerne af bly på hænderne før udeleg viste en blymængde, der hos visse børn var sammenlignelig med den mængde de fik ved udeleg. Vi ved ikke, hvorvidt det bly stammer fra børnehaven, eller det er noget børnene, eller måske bare nogle enkelte af børnene (der var også her en tydelig interindividuel variation), har med hjemmefra. En måling af børnenes blybelastning, når de møder om morgenen, kunne have været interessant.

Vi har gennemført vores evaluering af interventionerne 1-2 måneder efter deres effektivering. Vi ved imidlertid ikke, om den målte effekt ændrer sig over tid.

Såfremt bly i indendørsstøv stammer fra den udendørs bly i jorden, må man forvente, at bly i indendørsstøv falder med tiden (som følge af rengøring). Ligeledes kunne man forvente, at det bly, der måtte være på legeredskaber og i legehuse, vil udtynnes/opblandes med tiden. Samlet burde det yderligere reducere børnenes eksponering. På den anden side kunne man forestille sig, at der med tiden skete en opblanding mellem det 20 cm top lag, som interventionen har lagt ud, og den stadig forurenede jord nedenunder, hvilket ville resultere i en svagt stigende eksponering over tid. Denne udvikling over tid har nærværende projekt ikke belyst. En mulig evaluering af eventuelle ændringer i den kommende tid ville kunne ske ved gentagelse af målinger af bly i jord (med henblik på monitorering af opblanding med underliggende jord) samt måling af indendørsstøv.

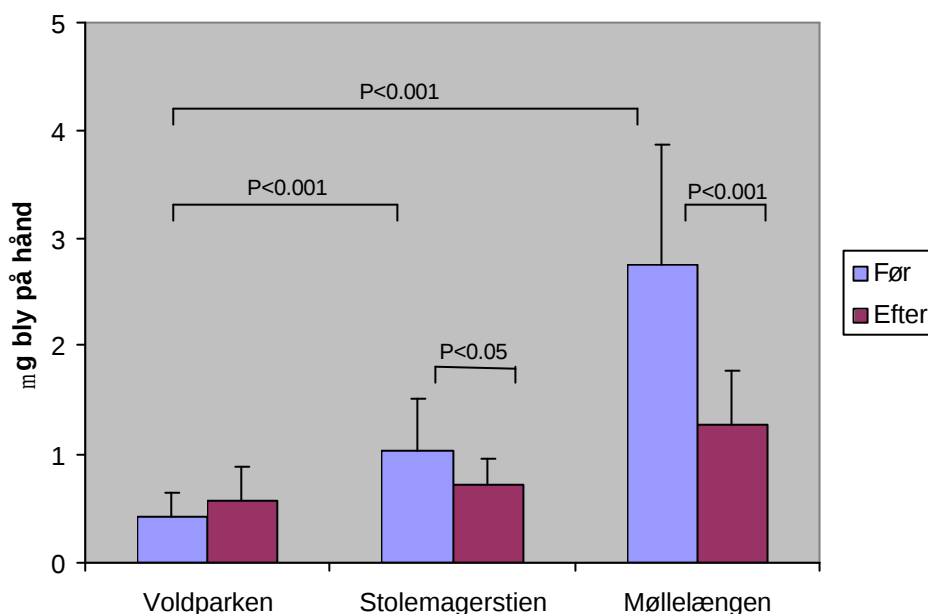
Nærværende projekt er en ren eksponeringsvurdering samt en evaluering af, hvorvidt eksponeringen kan reduceres ved begrænset intervention. En risikovurdering vil helst forholde sig til viden om, hvor meget bly børnene reelt får i sig – altså hvor meget af den bly, der findes på hænderne, der ender i 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.

6 Konklusioner

Undersøgelsens mål var at belyse sammenhængen mellem bly i jord og bly på hænder, samt hvorvidt en begrænset intervention i henhold til myndighedernes vejledning effektivt ville nedbringe børnehavebørns eksponering for bly.

Undersøgelsen viste, at den mængde bly, der kunne måles på børnenes hænder steg med stigende blykoncentration i jorden. Der var ikke tale om en fuldstændig proportionalitet, idet en ti gange større blykoncentration i jorden ikke afspejledes i en tilsvarende ti gange større mængde bly på hænderne.

Den gennemførte intervention har virket efter hensigten. Således er mængden af bly på hænderne af børnene fra såvel Stolemagerstien som Møllelængen faldet betydeligt (Figur 2). Der er for Møllelængen tale om en halvering af eksponeringen, medens man på Stolemagerstien nu ikke længere har en eksponering, der adskiller sig signifikant fra kontrolbørnehaven. Nærværende projekt kan ikke dokumentere hvor lang tid denne effekt holder, og belyser heller ikke i hvilket omfang, det bly der er på hænderne konkret indtages og absorberes.



Figur 2. Medianniveaet for bly på børnenes hænder før og efter udskiftning af overfladejord i de tre børnehaver. Fejllinierne angiver den 3. kvartil, dvs. den værdi som 75% af måleresultaterne er mindre end. Parvise sammenligninger og signifikansniveauer er ligeledes angivet.

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. 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. En nylig afsluttet undersøgelse viser, at rådgivning og information virker i forhold til en del forældre, men at der er behov for at øge effekten af rådgivningen, således at flere antager en i forhold til børns udsættelse for bly fra jord relevant sundhedsadfærd. Samlet set, peger resultaterne fra nærværende samt førømtalte undersøgelse omkring holdning og adfærd på, at myndighedernes tiltag i forhold til beskyttelse af børn mod blyeksponering fra jord under optimale forhold vil kunne leve op til det tilstræbte beskyttelsesniveau ved en interventionsindsats på børneinstitutioner sammen med en optimeret rådgivning og information til børneforældre.

7 Referencer

Stanek III EJ, Calabrese EJ. Daily soil ingestion estimates for children at a superfund site. *Risk Analysis* 2000, 20: 627-635.

Cohen Hubal, EA, Sheldon LS, Burke JM, McCurdy TR, Berry MR, Rigas ML, Zartarian VG, Freeman NCG. Children's exposure assessment: a review of factors influencing children's exposure, and the data available to characterize and assess that exposure. *Environ. Health Perspect.* 2000, 108: 475-486.

Tulve NS, Suggs JC, McCurdy T, Cohen Hubal EA, Moya J. Frequency of mouthing behaviour in young children. *J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol.* 2002, 12: 259-264.

Nielsen JB, Elverdam B. Undersøgelse af børneforældres viden, holdning og adfærd ved brug af lettere forurenede grunde. Miljøprojekt nr. xxx, Miljøstyrelsen 2003.

Rappaport SM. Assessment of long-term exposures to toxic substances in air. *Ann. Occup. Hyg.* 1991; 35(1): 61-121.

Brøndum L og Monrad JD. Statistik II: Anvendt Statistik, 4. udg. Den Private Ingeniørfond, København 1989, s. 568-578.

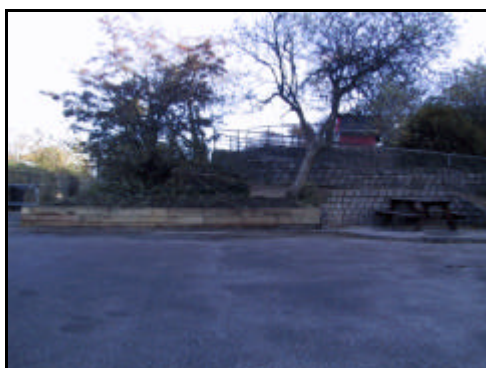
Lanphear BP, Emond M, Jacobs DE, Weitzman M, Tanner M, Winter NL, Yakir B og Eberly S. A side-by-side comparison of dust collection methods for sampling lead-contaminated house dust. *Environ. Res.* 1995, 68: 114-123.

Fenske RA. Dermal exposure assessment techniques. *Ann. Occup. Hyg.* 1993, 37(6): 687-706.

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

8 Billeder fra børnehaver

8.1 Billedmateriale fra Møllelængen



Billede taget fra boligblok hvori børnehave ligger, tværs over vendeplads, mod legeareal. Bøgesveller opsat og skråning renoveret.



Legepladsens græsareal før intervention. Beliggende direkte ud til stærkt trafikeret vej.



Opgang til legeareal før intervention.



Rutschebane med opgang før intervention.



Indgang til legeareal efter intervention.



Oversigt over del af legeareal efter intervention.

8.2 Billedmateriale fra Stolemagerstien



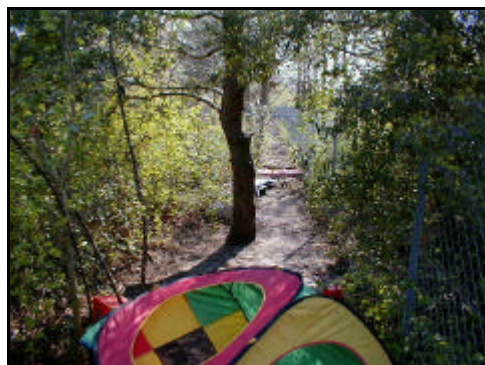
Ubefæstet legeareal med blanding af jord og kasseret sandkassemateriale.



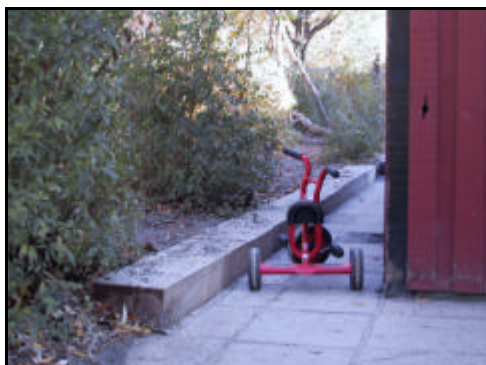
Ubefæstet legeareal med løbe/gang-stier imellem.



Oversigt over befæstet legeareal. Til venstre samt bagest er buske og træer med løbe/gang-stier imellem.



Ubefæstet legeareal med løbe/gang-stier imellem. Beliggende langs flise/asfalt-belagt legeareal.



Intervention med udlægning af ny topjord/flis samt bøgesveller som kantmateriale.



Intervention med udlægning af ny topjord/flis samt bøgesveller som kantmateriale.

Miljøstyrelsen

**Undersøgelse af effekten af intervention på
børns eksponering for bly**

INTERVENTION PÅ 2 BØRNEHAVER

Udbudsmateriale: SB og SAB

Juni 2002

Miljøstyrelsen

Undersøgelse af effekten af intervention på børns eksponering for bly

INTERVENTION PÅ 2 BØRNEHAVER

Udbudsmateriale: SB og SAB

Juni 2002

		27.06.2002	PGr	EVF	PGr
Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt



Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S
Tilsluttet F.R.I

Sortemosevej 2
DK-3450 Allerød

Telefon 4810 4200
Fax 4810 4300
E-mail niras@niras.dk

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	ORIENTERING.....	1
2.	SÆRLIGE BETINGELSER.....	2
2.1	A. Aftalegrundlag.....	2
2.2	B. Sikkerhedsstillelse og forsikring.....	2
2.3	C. Entreprenserens udførelse.....	3
2.4	D. Bygherrens betalingsforpligtigelser.....	3
2.5	E. Tidsfristforlængelse og forsinkelser.....	3
2.6	G. Mangler ved arbejdet	3
3.	SÆRLIG ARBEJDSBESKRIVELSE.....	4
3.1	Forureningsforhold	4
3.2	Miljøbeskyttelse	5
3.3	Arbejdsplads og adgangsvej	5
3.4	Kantbegrænsninger og trin med bøgesveller.....	6
3.5	Udskiftning af eksisterende faldunderlag.....	6
3.6	Udlægning af grus eller faldunderlag på barjord.....	6
3.7	Udlægning af geotekstil.....	7
3.8	Udlægning af barkflis	7
3.9	Udlægning af muld og plantning.....	7
3.10	Renovering græsplæner	7
3.11	Vedligeholdelse	8

TEGNINGSFORTEGNELSE

10	Børnehaven St. Møllevej 44. Oversigtsplan Eksisterende forhold
11	Børnehaven St. Møllevej 44. Oversigtsplan Afværgeforanstaltninger
20	Børnehaven Stølemagerstien. Oversigtsplan Eksisterende forhold
21	Børnehaven Stølemagerstien. Oversigtsplan Afværgeforanstaltninger

1. ORIENTERING

Miljøstyrelsens vejledninger med retningslinier over for lettere forurenet jord i følsomme områder hviler især på praktiske overvejelser og gennemgang af international praksis. For at forbedre grundlaget for vejledningerne, har Miljøstyrelsen iværksat en undersøgelse, dels af børns eksponering for bly som følge af leg i udendørs områder, der er let forurenede, og dels af effekten på eksponeringen af gennemførelsen af de tiltag, der er angivet i Miljøstyrelsens vejledninger.

Som et led i disse undersøgelser skal der udføres en række af de tiltag der anbefales overfor let forurenede grunde på 2 børneinstitutioner. Tiltagene skal udføres mellem 2 målerunder af hvor meget bly børnene udsættes for ved leg på legepladserne. Målingerne udføres ved at hænder og munde aftørres med en serviet efter at børnene har leget på pladsen, servietterne analyseres herefter for blyindhold.

Undersøgelsen og målingerne udføres af Syddansk Universitet Odense, Institut for sundhedsforskning og Arbejdsmiljøinstituttet i København. Udførelsen af de praktiske tiltag udbydes ved dette udbudsmateriale.

De 2 institutioner er:

Møllelængens børnehave Store Møllevej 44, 2300 København S, Amager

Børnehaven Stolemagerstien 23, 2300 København S, Amager

De tiltag, der tages i anvendelse er afdækning af bar jord med rene grusmaterialer, barkflis samt græstæppe og beplantning.

Der skal bearbejdes ca. 220 m² henholdsvis 100 m² på de 2 institutioner.

Arbejdet udføres i perioden medio juli – 23 august.

Beplantning og græsarealer skal vedligeholdes og vandes, til det er i god vækst.

2. **SÆRLIGE BETINGELSER**

Nærværende særlige betingelser angiver supplerende bestemmelser, undtagelser og fravigelser til "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed – AB 92"

De angivne paragraf- og stk.- numre refererer til AB 92. De her anførte bestemmelser gælder forud/i stedet for AB 92

2.1 **A. Aftalegrundlag**

Ad §2 *Bygherrens udbud*

ad stk. 2 Grundlag for tilbud og udførelse er:

- Gældende lovgivning
- "Særlige Betingelser og Særlig Arbejdsbeskrivelse" maj 2002 med tilhørende tegninger.
- Bygherrens udbudsbrev incl. tilbudsliste
- Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed – AB 92"
- Standarder og normer for relevante arbejder, herunder Normer for anlægsgartnerarbejde 1992.

ad stk. 6 Tilbud skal afgives på vedlagte tilbudsliste. Den samlede tilbudssum skal omfatte samtlige krævede ydelser og naturligt tilhørende biydelser.

Tilbuddet skal vedlægges udfyldt gældserklæring som angivet i bilag 2.

2.2 **B. Sikkerhedsstillelse og forsikring**

ad § 6 *Entreprenørens sikkerhedsstillelse*

ad stk. 4 Sikkerheden ophører 1 år efter endelig aflevering og afhjælpning af eventuelle mangler, jævnfør § 36 stk. 3.

ad § 8 *Forsikring*

Bygherren tegner ikke brand- og stormskadeforsikring af entreprisen. Entreprenøren må selv holde sig dækket.

Entreprenøren skal have sædvanlig ansvarsforsikring. Dokumentation for forsikringens indhold og betalt præmie fremvises.

2.3 **C. Entrepriens udførelse**

ad § 14 *Ændringer i arbejdet*

ad stk. 2 Der honoreres kun ekstraarbejder hvorom der foreligger skriftlige aftaler. Eventuelle ekstraarbejder skal derfor altid aftales skriftlig før arbejdet igangsættes

ad stk 3 Ved ændringer i arbejdets omfang, hvorom der gælder enhedspriser, gælder enhedspriserne for de pågældende poster ubegrænset af ændringens størrelse.

ad stk. 5 Ved formindskelse af arbejdets omfang, hvorom der gælder enhedspriser, gælder regulering af enterprisesum i henhold til stk. 3 ubegrænset af formindskelsens størrelse.

2.4 **D. Bygherrens betalingsforpligtigelser**

ad § 22 *Betaling*

ad stk. 6 Enterprisesummen reguleres ikke som følge af ændringer i indeks m.v.

2.5 **E. Tidsfristforlængelse og forsinkelser**

ad § 25 *Entreprenørens hæftelse ved forsinkelse*

Såfremt den i udbudsbrev angivne termin for færdiggørelse af arbejdet overskrides, opkræves der en dagbod på 1.000,- kr. pr. arbejdsdag indtil færdiggørelse.

2.6 **G. Mangler ved arbejdet**

ad § 36 *Mangelansvarets ophør*

Arbejdet regnes som et anlægsarbejde efter stk. 3.

3. **SÆRLIG ARBEJDSBESKRIVELSE**

Arbejdet omfatter udførelse af afdækning af bar jord på 2 børneinstitutioner samt udførelse af kantbegrænsninger for at holde på afdækningsmaterialet.

Entreprenøren skal inden tilbudsgivningen gennemgå arbejdsområdet for registrering af bar jord og beplantning, adgangsforhold, detaljer ved befæstelserne og øvrige forhold af betydning for prissætningen af arbejdet.

3.1 **Forureningsforhold**

De øvre jordlag på de 2 lokaliteter består af sædvanlig byfyld, der erfaringsmæssigt ofte er belastet med forhøjede værdier af bly. Der er udført en undersøgelse på hver lokalitet, hvor der er udtaget jordprøver i 2 niveauer i den øverste halve meter jord.

Jordprøverne er analyseret for indhold af bly og PAH'er.

På Store Møllevej blev der i de øverst 20 cm fundet:

Bly: gennemsnit 94,4 mg/kg, maks. 160 mg/kg. (renjordskriterie 40 mg/kg).

B(a)P: gennemsnit 0,51 mg/kg, maks. 1,16 mg/kg. (renjordskriterie 0,10 mg/kg).

PAH: gennemsnit 2,92 mg/kg, maks. 5,95 mg/kg. (renjordskriterie 1,5 mg/kg).

Kulbrinter total: gennemsnit 37,4 mg/kg, maks. 147 mg/kg. (renjordskriterie 100 mg/kg).

På Stolemagerstien blev der i de øverste 20 cm fundet:

Bly: gennemsnit 215 mg/kg, maks. 410 mg/kg. (renjordskriterie 40 mg/kg).

B(a)P: gennemsnit 0,39 mg/kg, maks. 0,62 mg/kg. (renjordskriterie 0,10 mg/kg).

PAH: gennemsnit 2,18 mg/kg, maks. 3,49 mg/kg. (renjordskriterie 1,5 mg/kg).

Kulbrinter total: gennemsnit 20,7 mg/kg, maks. 75 mg/kg. (renjordskriterie 100 mg/kg).

Sand i sandkasser og faldunderlag af perlesten er rene tilkørte mængder, der skiftes efter varierende tidsperioder. Hvor der i kanter sker en opblanding med omkringliggende jord kan der være sket en forurening af materialet.

3.2 **Miljøbeskyttelse**

Entreprenøren skal påse at hans arbejder ikke medføre yderligere forurening ved spild af brændstof eller ved blanding af forurenet og rent materiale.

Alle tilkørte materialer skal være uforurenede.

- Råjord, sand, grus og muld skal af entreprenøren være dokumenteret rene før leveringen til pladsen. Der skal fremlægges 1 analyse pr. 300 tons for materialer, der på baggrund af oplysninger om oprindelsesstedet kan formodes at være uforurenet. For materialer fra muligt forurenede lokaliteter skal fremlægges 1 analyse pr. 30 tons. For oprindelige grusgravsaflejringer leveret direkte fra oprindelsesstedet kræves dog ikke kemiske analyser.

Dokumentationen udføres med reference til "Vejledning i håndtering af forurenet jord på Sjælland, januar 2000". Prøverne skal analyseres ved akkrediteret laboratorieanalyse, som angivet i vejledningen. Før jorden analyseres skal tilsynet godkende analyseprogrammet. Som udgangspunkt skal der regnes med, at prøverne skal analyseres for bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink (ICP), total kulbrinter (GC-FID) og PAH'er (GC-MS, 7 stk.).

3.3 **Arbejdsplads og adgangsvej**

Møllelængens børnehave ligger for enden af den blinde vejside med lige numre af Store Møllevej. Børnehaven ligger også ud til Uplandsgade og Vermlandsgade. Der er ikke plads på institutionens areal til skurvogne. Entreprenøren må selv indhente tilladelse til placering på en P-plads.

Adgang for gående til børnehaven Stolemagerstien sker fra enden af den blinde stikvej Stolemagerstien. Adgang med lette køretøjer (lille lastbil) kan ske til udendørsarealet, der ligger bag bygningsrækken. Der sker fra enden af den blinde stikvej Peder Skrivners sti via en hovedsti langs Peder Lykkecentret og gennem Remiseparken. Der er ikke plads på institutionens areal til skurvogne. Entreprenøren må selv indhente tilladelse til placering på en P-plads og benyttelse af stier.

3.4 **Kantbegrænsninger og trin med bøgesveller**

Der anvendes uimprægnede nye bøgesveller i størrelse 16x26 cm, standardlængde 2,6 m.

Svellerne afkortes til de længder, der skal anvendes på de enkelte lokaliteter. For afregning måles længden af de anlagte konstruktioner.

Kantbegrænsningen følger eksisterende kant af terrænbefæstelse og/eller bevoksning efter nærmere aftale med bygherrens tilsyn. Kantbegrænsningen udføres dels med én række sveller og dels med 3 rækker sveller ved plantebed på Store Møllevej. Her udføres tilpasning til skråning i siderne.

På Store møllevej er legepladsen beliggende hen over gamle bunkersanlæg. Der forekommer derfor højdeforskelle og skråninger. Der udføres trin for stier på skråninger med en eller 2 rækker sveller for at holde på materialet. Bredden af trin kan efter aftale med tilsynet til en hvis grad gøres bredere eller smallere end grusbelægningen for at minimere spil af sveller.

Kantbegrænsninger og trin udføres i henhold til "Normer for anlægsgartnerarbejde 1992" - Terrænmure. Jordbunden afrettes så svellerne lægges på et plant lege. Ud over de i normen beskrevne forankringsmetoder med stopper bag svellerne for hver 90 cm, skal svellerne, hvor de bygges 2 og 3 oven på hinanden, endvidere samles med 10 mm rundjern, der iboies lodret ned gennem alle sveller for hver ca 1 til 2 m.

3.5 **Udskiftning af eksisterende faldunderlag**

Ved rutsjebanen på Store Møllevej udskiftes faldunderlaget (tykkelse 30 cm) både for foden af banen og i trappetrinnene. Der anvendes perlesten 2/8 mm.

På Stolemagerstien udskiftes sand i sandkassen nord for bygningen. Desuden bortkøres det gamle faldunderlag i området nord herfor.

Det gamle faldunderlag og sand køres til deponering hos RGS på Selinevej 4. Deponeringsudgift refunderes af bygherre.

3.6 **Udlægning af grus eller faldunderlag på barjord**

Hvor børns trafik har skabt bar jord i bedene mm. skal den bare jord dækkes med min 12 cm grus henholdsvis faldunderlag.

Grus skal være bakkemateriale som dækgrus. Til de øverste 2 cm anvendes leret vejgrus.

Faldunderlag er perlesten 2/8 mm

Der udlægges gult stormasket markeringsnet som EXPO-NET miljønet på jorden inden udlægning af grusmaterialerne som adskillelse til den forurenede jord.

Materialet udlægges ind til eksisterende beplantning og hegn mm. samt ud til ny kantbegrænsning. Hvor der ikke udføres ny kantbegrænsning mod terrænbefæstelser, udgraves der ca. 10 cm ud mod terrænbefæstelsen, således at der opnås en jævn overgang mellem faldunderlaget og terrænbefæstelsen. Tilsvarende graves der ud op mod eksisterende trappetrin på Store Møllevej. Den udgravede jord lægges på Store Møllevej bag den høje kantbegrænsning ved nyt plantebed. Den udgravede jord på Stolemagerstien spredes ud over det øvrige gangareal inden udlægningen af faldunderlaget.

3.7 **Udlægning af geotekstil.**

På Stolemagerstien udlægges der et lag geotekstil i et område på ca. 25 m² nord for skur og sandkasse, inden der udlægges nyt faldunderlag. Dette for at sikre at børn ved leg i dette område ikke graver ned til den forurenede jord. Der kan anvendes geotekstil som Fibertex alle typer, ved den tynde type G100 udlægges dog et dobbelt lag.

3.8 **Udlægning af barkflis**

I kant af bed mod asfalteres stiareal på Stolemagerstien udlægges barkflis hvor jorden ikke er dækket af beplantningen. Der anvendes rent løvtræs flis f. eks. vedflis fra bøg eller lignende. Flis skal godkendes af tilsynet før udlægning.

3.9 **Udlægning af muld og plantning**

Der udlægges ren muld hvor der skal plantes i min. 10-15 cm tykkelse.

Der tilplantes med følgende:

Bed 1: Lav rød snebær (*Symphoricarpos chenaultii* Hancock) og fjeldribs (*Ribes alpinum* 'Hemus') i grupper, 6 stk. størrelse lette buske pr m². Evt. alternativ til lav rød snebær *Spiraea trilobata*.

Bede mærket 2: Vedbend (*Hedra helix* 'Hevil') 8-10 planter pr m².

Bed 3 : fjeldribs (*Ribes alpinum* 'Hemus'), 8 planter pr. m² bar jord.

3.10 **Renovering græsplæner**

På Store Møllevej renoveres 2 græsarealer.

Det store græsareal slås og topdresses med sand/tørvestrøelse. Der eftersås i bare pletter.

Del lille græsareal på skråningen udjævnes ved tilførsel af muld i huller. Resten af overfladen efterses og topdresses. Der sås græs.

Græsarealer topdresses og eftersås således at de afleveres som brugsplæne jf. ”Kvalitetsbeskrivelse for drift af grønne områder” Forskningscentret for Skov og Landskab 1998. Endvidere jævnhed og topdressing mv. jf. ”Normer for anlægsgartnerarbejde 1992”. Det lille areal afspærres indtil græsset er kommet op.

3.11 **Vedligeholdelse**

Planter og græsarealer plejes og vandes til de er i god vækst, og det nysåede græs er slået første gang, minimum til 1. oktober.