

Miljøgifter i barns lekemiljø

Marianne Prestvik Hole

Master i lærerutdanning med realfag

Oppgaven levert: Mai 2008

Hovedveileder: Rolf Tore Ottesen, CHEM

Biveileder(e): Lise Støver, Trondheim kommune

Forord

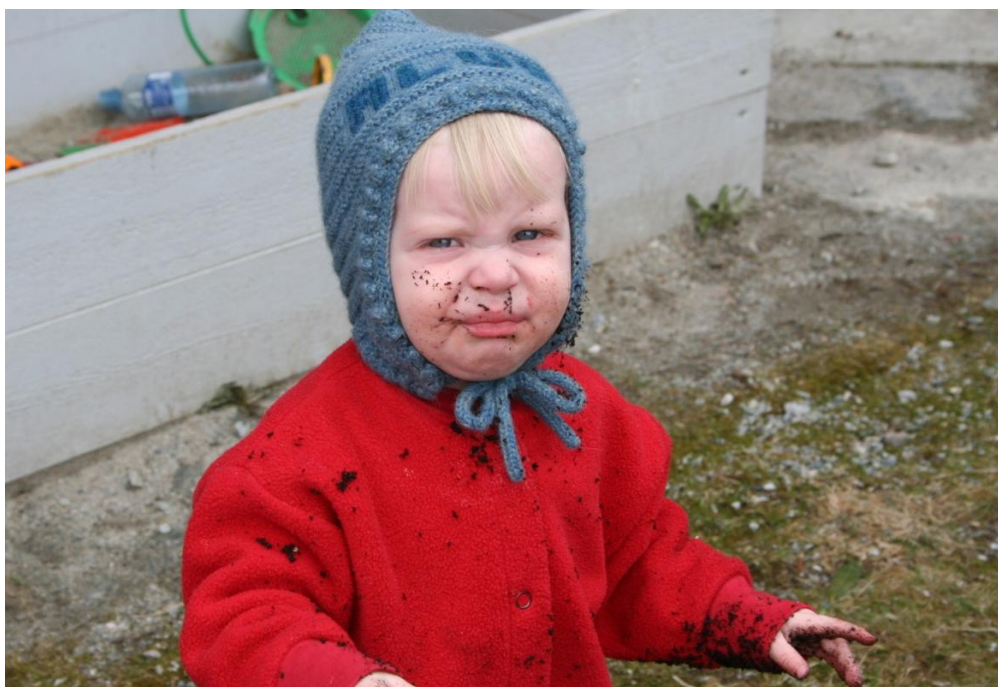
Vi lever i en verden som blir mer og mer forurenset. Denne oppgaven er skrevet for å forstå hvilken påvirkning arsen og sju ulike tungmetaller kan ha på oss mennesker, og da særlig barn. Det er også intensjonen å forklare mulige kilder, både antropogene og naturlige.

Det pågår en kartlegging av jordsmonnet i barnehager på sentrale steder og i byer som er antatt forurenset. Det er interessant å se om det bare er jorden som utgjør en fare for barn, eller om det er andre hensyn som også bør tas, som for eksempel innhold i lekeapparat.

Er vi på rett vei når det gjelder opprydding av gamle skader? Vet vi nok om forurensning til å ta de rette forhåndsreglene? Tar vi nok hensyn til barna og deres miljø i et langt perspektiv?

Det er mange som fortjener en takk ved avslutningen av en masteroppgave og et studium. Takk til Rolf Tore Ottesen som har inspirert og veiledet underveis i oppgaveskrivingen. Takk til Stine Frøland med hjelp til å samle inn prøver til masteroppgaven min. Dessuten vil jeg også rette en stor takk til alle som har vært villige til å lese igjennom oppgaven og komme med konstruktive kommentarer, dere har vært gode å ha og lette å be. Takk til svigerinner for utlån av modeller og barnehagepersonell for god mottagelse.

Til slutt vil jeg takke alle som har oppmuntret meg og trodd på meg gjennom disse siste årene uten dere ville jeg ikke stått der jeg er i dag.



Figur F. Et barn som ikke er fornøyd, med jord rundt munnen

Mål

Mål

Målet med denne oppgaven er å finne ut hvilke miljøgifter som finnes i barns lekemiljø, og den tar utgangspunkt i barnehager. Oppgaven skal:

- Beskrive jordforurensning i ti barnehager i Trondheim og om mulig identifisere kildene til forurensningen.
- Sammenligne innhold av miljøgifter i nye og gamle lekeapparat
- Finne ut om miljøgifter overføres fra jord og lekeapparat, til barnas hender.
- Sammenligne innholdet av miljøgifter på barnas hender etter lek inne og ute.
- Foreslå tiltak som kan redusere miljøgifter i barns lekemiljø.



Figur M. Oversiktsbilde av lekeplassen i en barnehage

Sammendrag

Trondheim kommune har iverksatt prosjektet ”Ren barnehagejord” (2007-2008), der alle barnehagene (kommunale og private) i Trondheim skal undersøkes for jordforurensning. Undersøkelsene skal gjøres i henhold til en veileder utarbeidet av Norges geologiske undersøkelse (NGU).

Parallelt med prosjektet ”Ren barnehagejord” ble det tatt jordprøver i ti av Trondheims barnehager, som et delprosjekt i to masteroppgaver. Denne masteroppgaven er rettet mot uorganiske forbindelser i barns lekemiljø ute og inne. Forurensningen i de ulike barnehagene ble bestemt ved å ta jordprøver, produktprøver med en bærbar XRF (røntgen fluoressens) og ved hjelp av vaskeprøver av barns hender og diverse produkter. NGUs laboratorium behandlet prøvene. Det ble samlet inn ti jordprøver samt en dobbeltprøve i alle barnehagene utenom Møllebakken (ni jordprøver) og Ila (ti jordprøver). Totalt ble 298 prøvepunkt målt med XRF og 88 vaskeprøver samlet inn, av dem var 33 fra barns hender.

Ni av barnehagene er kommunale, mens Spannet barnehage er NGUs firmabarnehage. I fire av ti barnehager var det jordforurensning av arsen eller bly over kvalitetskriteriene. Det var også kobber, krom og arsen (CCA-) trykkimpregnert materiale i ni av ti barnehager og produkter som inneholder bly ble detektert i seks av ti barnehager.

I 1996 ble alle barnehagene i Trondheim undersøkt for jordforurensning. Det ble ryddet opp i åtte av barnehagene, fire av disse er undersøkt igjen i forbindelse med denne masteroppgaven. Singsaker barnehage ble ryddet for arsen, men CCA-trykkimpregnert materiale ble ikke fjernet, og nå har jorda i barnehagen igjen arsenverdier over kvalitetskriteriet i fire prøvepunkt. Møllebakken barnehage ble ryddet for bly i 1996. Blymalingen på hovedhuset og på gjerdet rundt barnehagen er ikke fjernet, fordi huset er fredet. Jorda i barnehagen inneholder nå bly over kvalitetskriteriene i to av ni prøvepunkt.

Ila barnehage og Kongsgården barnehage inneholdt bly over kvalitetskriteriene i ett prøvepunkt hver. Begge barnehagene er innenfor byjordsområdet og er registrert i Trondheim kommunes aktsomhetsdatabase.

Forurensningen i barnehager ligger på samme nivå eller under byforurensningen detektert i 2004. Sammenlignet med blandprøvene tatt i barnehagene i 1996, ligger gjennomsnittsverdiene fra 2007 undersøkelsen under det som ble funnet i 1996.

Sammendrag

Forurensningen i de fire barnehagene ville ikke blitt funnet i denne undersøkelsen ved å gå ut i fra det aritmetiske gjennomsnittet. Det viser at blandprøver ikke nødvendigvis kan avdekke alle forurensninger innenfor et gitt område.

Det er stor forskjell på innhold av miljøgifter i nye og gamle lekeapparat. De gamle lekeapparatene inneholder for det meste arsen, jern, kobber og krom. Nye lekeapparat inneholder derimot jern og litt kobber og krom.

Bildekk, støtdempende matter og andre lekeapparat med innhold av gummi, inneholder sink. Brom er spesielt detektert i støtdempende matter, men er også i enkelte bildekk og andre lekeapparat. Disse bør derfor kontrolleres for innhold av bromerte flammehemmere.

Smitteeffekten fra jord og lekeapparat er stor. Verdiene av arsen, bly og kadmium på barns hender viser en klar sammenheng mellom innholdet i jorda og mengden målt på barns hender. Sammenligning av XRF verdier og smitteverdier fra lekeapparat viser ingen tydelig korrelasjon.

Det er viktig å finne kildene bak eventuelle forurensninger i barns lekemiljø slik at kildene kan fjernes i tillegg til forurensningen i jorden. Slik vil opprydningseffekten bli best.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Mål	II
Sammendrag	III
Innholdsfortegnelse	V
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Tidligere undersøkelser	2
1.2.1 Undersøkelsen i 1994.....	2
1.2.2 Undersøkelsen i 1996.....	3
1.2.3 Undersøkelsen i 1999-2000	4
1.2.4 Undersøkelsene i 2004	5
1.3 Utemiljøet i barnehager	6
1.3.1 Bildekk og støtdempende matter.	9
1.4. CCA - trykkimpregnering.....	11
2. Valg av barnehager.....	14
3. Eksponering og helseeffekter av arsen og tungmetaller.....	16
3.1 Arsen (As).....	17
3.1.1 Kilder	18
3.1.2 Eksponering, inntak og utskilling av arsen	18
3.1.3 Helseeffekter	19
3.2 Bly (Pb).....	20
3.2.1 Kilder	20
3.2.2 Eksponering, inntak og utskilling av bly	21
3.2.3 Helseeffekt	23
3.3 Kadmium (Cd).....	24
3.3.1 Kilder	25
3.3.2 Eksponering, inntak og utskilling	25
3.3.3 Helseeffekter	25
3.4 Kobber (Cu).....	26
3.4.1 Kilder	26
3.4.2 Eksponering, inntak og utskilling	26

Innholdsfortegnelse

3.4.3 Helseeffekter	26
3.5 Krom (Cr)	27
3.5.1 Kilder	27
3.5.2 Eksponering, inntak og utskilling	28
3.5.3 Helseeffekter	28
3.6 Kvikksølv (Hg)	28
3.6.1 Kilder	28
3.6.2 Eksponering, inntak og utskilling	29
3.6.3 Helseeffekter	29
3.7 Nikkel (Ni)	29
3.7.1 Kilder	29
3.7.2 Eksponering, inntak og utskilling	30
3.7.3 Helseeffekter	30
3.8 Sink (Zn)	30
3.8.1 Kilder	30
3.8.2 Eksponering, inntak og utskilling av sink	30
3.8.3 Helseeffekter	31
4. Hvor mye jord spiser barn	32
4.1 Kvalitetskriterier for jord i barnehager	33
5. Metode (prøvetaking)	35
5.1 Prøvetaking av jord	35
5.2 Vasking av barnehender	35
6. Prøvepreparering	37
6.1 Kjemiske analyser	37
6.1.1 Jordprøver	37
6.2 Måling med Røntgenfluoresens – XRF	38
6.2.1 Beskrivelse av apparat	39
6.3 Våtservietter	39
7. Kvalitetssikring	40
7.1 Naturlig eller antropogen kilde til krom	42
8. Resultat og kommentarer	43
8.1 Spannet	44
8.1.1 Jordforurensning i Spannet barnehage	44

8.2 Voldsminde barnehage	49
8.2.1 Jordforurensning i Voldsminde barnehage	49
8.3 Møllenberg.....	54
8.3.1 Jordforurensning i Møllenberg barnehage	54
8.4 Kongsgården barnehage	59
8.4.1 Jordforurensning i Kongsgården barnehage	59
8.5 Festningen.....	64
8.5.1 Jordforurensning i Festningen barnehage	64
8.6 Singsaker barnehage	69
8.6.1 Jordforurensning i Singsaker barnehage	69
8.7 Dalsenget barnehage	75
8.7.1 Jordforurensning i Dalsenget barnehage.....	75
8.8 Sunnland barnehage.....	80
8.8.1 Jordforurensning i Sunnland barnehage.....	80
8.9 Møllebakken barnehage.....	85
8.9.1 Jordforurensning i Møllebakken barnehage.....	85
8.10 Ila barnehage.....	91
8.10.1 Jordforurensning i Ila barnehage.....	91
8.11 Lekeapparat	96
8.11.1 CCA-trykkimpregnering og bly fordelt i barnehagene	96
8.11.2 Nye lekeapparat i forhold til gamle lekeapparat	107
8.11.3 Støtdempende matter.....	108
8.11.4 Bildekk og andre gummi materialer	109
8.12 Vaskeprøvene	113
8.12.1 Spannet.....	113
8.12.2 Møllenberg	115
8.12.3 Dalsenget.....	117
8.12.4 Ila	119
8.12.4 Samlet for alle barnehagene	121
8.13 Sammenheng mellom verdier på barnas hender og i jorda.	124
8.14 Vaskeprøver av produkter	124
8.15 Blindprøvene	127

Innholdsfortegnelse

9. Diskusjon.....	128
9.1 Jord	128
9.1.1 Spannet barnehage	130
9.1.2 Voldsminde	130
9.1.3 Møllenberg	131
9.1.4 Kongsgården	132
9.1.5 Festningen	133
9.1.6 Singsaker	134
9.1.7 Dalsenget.....	135
9.1.8 Sunnland	135
9.1.9 Møllebakken	136
9.1.10 Ila	138
9.1.11 Blandprøver kontra mange prøver	138
9.2 Lekeapparat	139
9.2.1 Nye lekeapparat i forhold til gamle lekeapparat	140
9.2.2 Støtdempende matter	140
9.2.3 Bildekk og gummimaterialer	140
9.3 Vaskeprøver.....	140
9.3.1 Sammenheng med vaskeprøver og jord og XRF	142
9.4 Effekt av tiltak	142
10. Anbefalinger.....	145
11. Konklusjon	146
Referanseliste	148
Figurliste.....	154
Tabelliste	162
Vedlegg	

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I 2006 la Miljøverndepartementet fram en handlingsplan for opprydding av miljøgifter i jorden i barns lekemiljø. Handlingsplanen slår fast at jorden på flere steder i Norge er så forurenset at det medfører en helserisiko for mennesker. Videre er det beskrevet at det skjer en utlekking av farlige stoffer fra maling, fugemasse og kobber, krom og arsen (CCA)-trykkimpregnerte materialer der materialene har jordkontakt (Miljødepartementet, 2006).

Omfanget av jordforurensningen i barnehager og på særlig utsatte utendørs lekeområder, skal kartlegges i de ti største byene i Norge, samt fem store industriområder, innen 2008, det er antatt at jordforurensningen er størst på disse stedene. Eventuelle tiltak skal gjennomføres innen sommeren 2010. Dette vil dekke utelekeområdene for omtrent 1/3 av befolkningen (Miljødepartementet, 2006).

I handlingsplanen fra miljøverndepartementet kommer det fram at forurensete masser er brukt som fyllmasser i barnehager, figur 1.1, og departementet krever at all jord som tilføres barnehager fra nå av skal være ren jord (Miljødepartementet, 2006; Ottesen *et. al.*, 2007).



Figur 1.1 Eksempel på bruk av fyllmasser i en barnehage

Trondheim kommune har iverksatt prosjektet ”Ren barnehagejord”, hvor alle barnehagene (kommunale og private) i Trondheim skal undersøkes for jordforurensning. Etter en

anbudsrunde ble kartleggingsprosjektet gitt til Multiconsult AS for gjennomføring i løpet av 2007 - 2008 (1. <http://trondheim.kommune.no>). Undersøkelsene skal gjøres i henhold til en veileder utarbeidet av Norges geologiske undersøkelse (NGU) (Ottesen *et. al*, 2007).

1.2 Tidligere undersøkelser

Ottesen og medarbeidere kartla i 1994 innholdet av miljøgifter i overflatejord over hele byen, 314 prøvepunkter (Ottesen *et. al*, 1995). I 1996 ble 153 prøver fra alle byens barnehager samlet inn til kartlegging av jordforurensning (Langedal og Hellesnes, 1997). I 1999-2000 ble det tatt 262 jordprøver og 248 dybdeprøver for å kartlegge grunnen i Trondheim kommune og finne ut hva som var stedege masser (Ottesen *et. al*, 2001). Kartlegging av tungmetaller og miljøgifter i overflatejord i Trondheim for å sammenligne med tilsvarende undersøkelse fra 1994, ble foretatt i 2004, det ble tatt jordprøver ved 321 lokaliteter (Andersson *et. al*, 2006).

Det er utarbeidet et aktsomhetskart for grunnforurensning i Trondheim kommune (figur 2.2). Kartet viser hvor grunnen sannsynligvis er forurenset (2. <http://trondheim.kommune.no>). Aktsomhetskartet er basert på mange kilder, som historiske opplysninger om hvor ulike virksomheter har funnet sted, systematiske geokjemiske grunnundersøkelser, tidligere miljøtekniske grunnundersøkelser, oversikt over byjordsområder og andre forurensningskilder (f.eks. oljetankregistre, avfallsdeponier og kulturjordsregistre) (1. <http://www.ngu.no/>).

I områder som ikke er markert i aktsomhetsdatabasen, må tiltakshaver selv gjøre en undersøkelse for å finne ut av eiendommens historie. Vedkommende må være spesielt oppmerksom på tidligere industri, gartneri, renseri, trykkeri, tekstil- og treimpregnering, skraphandel, overflatebehandling, verksted og bensinstasjoner (2. <http://trondheim.kommune.no>).

1.2.1 Undersøkelsen i 1994

Undersøkelsene i 1994 ble foretatt for å skaffe opplysninger om forurensningssituasjonen i Trondheim. Det var flere grunner til undersøkelsen: Forbrenningsanlegget på Heimdal, en foreldreaksjon i Sekskanten barnehage og debatten om et nytt krematorium og eventuelt renseanlegg for kvikksølv (Ottesen *et. al*, 1995).

Det ble anbefalt å avklare hvilke helseeffekter overskridelse av daværende normverdier i jorda hadde, da med særlig fokus på barn. Det ble også foreslått en grundigere undersøkelse i områder med høye verdier av tungmetaller. Undersøkelsene viste at midtbyen var mest

forurenset, området rundt Heimdal forbrenningsanlegg hadde lave verdier av arsen og tungmetaller (Ottesen *et. al*, 1995).

1.2.2 Undersøkelsen i 1996

I 1996 ble det tatt mellom tre og sju jordprøver i hver enkelt barnehage, som så ble blandet sammen til én prøve for å representere jordsmonnet i hver enkelt barnehage. Prøvene ble tatt der vegetasjonen var slitt bort på et område på mellom 10x10 og 15x15 cm stort og 2 cm dypt. Det ble også tatt sandprøver, fra sandkassesand, der det ble gravd 20-40 cm ned i sanden og så skrapet en prøve av kanten på hullet. Det ble tatt 5-10 prøver i sanden i hver barnehage som så ble blandet til en prøve (Langedal og Hellesnes, 1997).

I barnehageundersøkelsen i 1996 ble det behov for videre undersøkelser i ti av 153 barnehager, fem av de ti barnehagene er undersøkt på nytt i 2007, tabell 1.2 (Langedal og Hellesnes, 1997).

Tabell 1.2 Barnehager hvor det i 1997 ble gjort videre undersøkelser

Distrikt	Barnehage	alder	Priv/komm	Forurensning funnet
Sentrum	Dalsenget*	1-6 år	K	Arsen
Saupstad	Gulspurven familiebhg.	1-6 år	P	Arsen
Byåsen	Jonsborg familiebhg.	0,5-5 år	P	Bly
Strinda	Knausen familiebhg.	1-7 år	P	Arsen
Byåsen	Møllebakken hvit hus*	1-6 år	K	Bly
Sentrum	Møllenberg*	0,5-6 år	K	Arsen
Byåsen	NKS Valset	1,5-6 år	K	Arsen
Sentrum	Rosendal	0-6 år	P	Bly
Sentrum	Singsaker*	1-6 år	K	Arsen
Sentrum	Spannet*	0-6 år	P	Bly

* Barnehager som er undersøkt i 2007

I alle barnehagene der det ble funnet jordforurensning, ble det gjort oppfølgende undersøkelse. Gulspurven familiebarnehage ble imidlertid ikke undersøkt videre, da arealet var så lite at videre undersøkelser ble vurdert til å være unødvendige. Dalsenget ble vurdert ren etter oppfølgingsprøvene. De andre barnehagene ble vurdert rene etter opprydding (Langedal og Hellesnes, 1997).

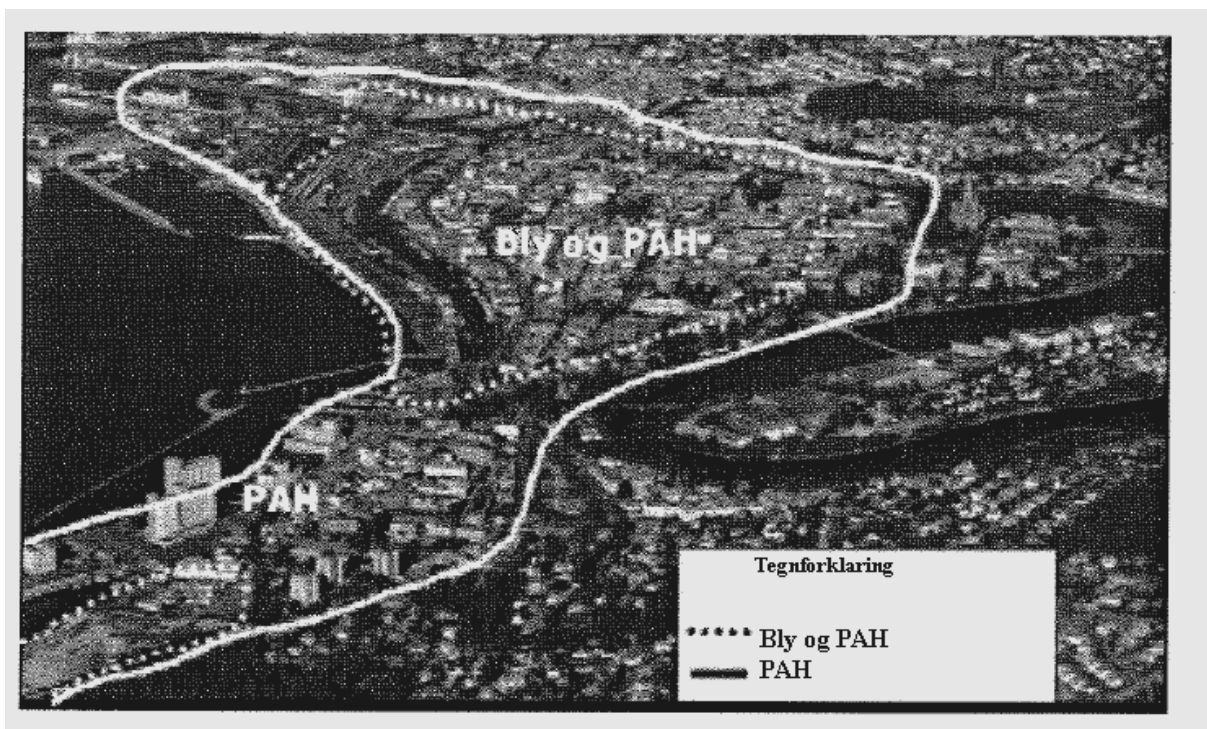
Kvalitetskravene for bly i 1996 var på 150 mg/kg. I Kongsgården barnehage ble det i 1996 funnet bly i blandprøven med en verdi på 114 mg/kg, som er over dagens krav på 100 mg/kg, men i 1996 ble den vurdert som ren.

1.2.3 Undersøkelsen i 1999-2000

Det ble utført prøvetaking av både havnesedimenter og jordprøver, for å kartlegge grunnen i hele Trondheim kommune i 1999-2000 (Ottesen *et. al*, 2001). Her kommenteres kun jordprøvene. I noen deler av Trondheim kommune var det allerede utført miljøtekniske undersøkelser, så disse områdene ble ikke prøvetatt igjen (Ottesen *et. al*, 2001).

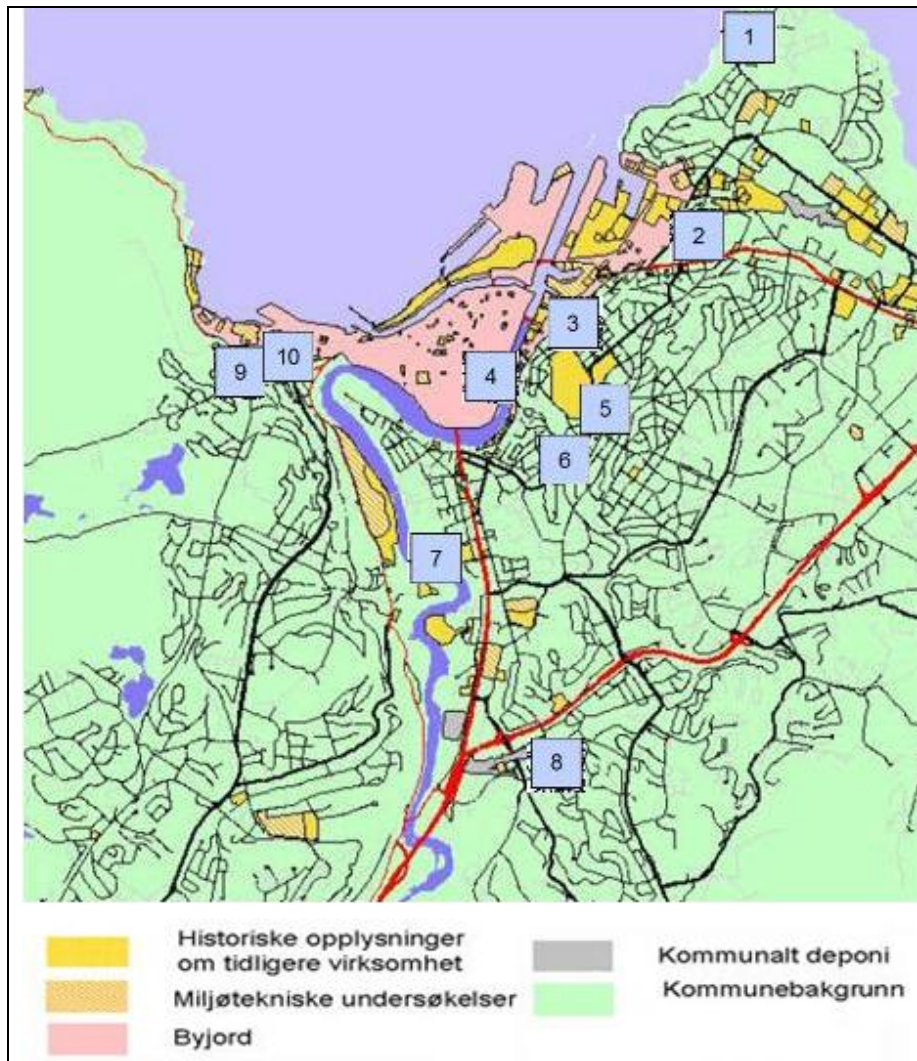
262 prøver ble tatt på litt forskjellig måte, de fleste med skolvboring. Det ble tatt ut to blandprøver, 5-100 cm² og 1 meter ned i naturlig løsmasse, fra alle lokalitetene. For å hindre krysskontaminasjon ble de to ytterste centimeterne kastet, samt de fem øverste centimeterne av skovlprøven (Ottesen *et. al*, 2001).

Det ble funnet høyere konsentrasjoner av arsen, tungmetaller og miljøgifter i de antatt menneskeskapt jordlagene enn i de antatt naturlige jordlagene. For krom og nikkel, som har et naturlig høyt nivå i Trondheim, ble de høyeste nivåene påvist i de dypeste massene (Ottesen *et. al*, 2001). Figur 1.2 viser hvor innholdet av bly og PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) var størst i Trondheim by.



Figur 1.2 Området der mer enn 10 % av prøvene inneholdt bly eller PAH over Folkehelsas anbefalte tiltaksgrense for lekeareal (Langedal og Ottesen, 2001)

Undersøkelsen i 1999-2000 ligger til grunn for dannelsen av aksomhetskartet over Trondheim kommune, figur 1.3 (Langedal og Ottesen, 2001).



Figur 1.3 Aksomhetskart over Trondheim by og omegn, barnehagene er markert med tallene 1-10 (2. <http://trondheim.kommune.no>)

Trondheim kommune definerer forurenset grunn som: ”Jord eller fyllmasser som inneholder mer helse- eller miljøfarlige stoffer enn det som er naturlig eller det som er regnet som trygt. Noen steder er det lett å se eller lukte at grunnen er forurenset, mens andre steder er forurensningen usynlig” (2. <http://trondheim.kommune.no>).

1.2.4 Undersøkelsene i 2004

Etter kartleggingen i 1994, vedtok Trondheim kommune at innholdet av blant annet tungmetaller i overflatejord i Trondheim skulle bestemmes hvert 10. år for å holde en oversikt over forurensningsstatus. I 2004 ble derfor nye prøver tatt på omtrent de samme lokalitetene

Valg av barnehager

som i 1994. Det ble tatt prøver fra 321 lokaliteter, prøvene var på omtrent 0,5 kg, og kun fra overflaten, tilsvarende 0-2cm dyp (Andersson *et. al.*, 2006).

Det kom fram av undersøkelsen at metallinnholdet i jorda hadde gått ned for alle tungmetaller utenom bly, der det ikke var noen statistisk signifikant endring fra 1994 (Andersson *et. al.*, 2006).

1.3 Utemiljøet i barnehager

I en barnehage vil barnehagearealet være formet av to hovedtyper masser. Der er stedegne masser, altså jord som var der opprinnelig og som kan ha vært forholdsvis urørt, eller ulike former for tilført masse. Tilført masse brukes til for eksempel landskapsutforming, blomsterjord til ulik planting og sand til sandkasser. Hittil har det ikke vært kontroll på hvor tilført jord kommer fra og hva den inneholder, dermed kan tilført jord være forurensede masser (byjord), figur 1.3.1.



Figur 1.3.1 Tilførte masser i en barnehage, byjord (legg merke til betong klossen)

Det finnes mange ulike typer lekeapparat i en barnehage, og disse varierer noe fra barnehage til barnehage, figur 1.3.2. Det som går igjen av trevirke i barnehagene er lekeapparat som huskestativer, diverse lekehus og klatrestativer. Det finnes også kantstokker rundt sandbasseng og husker. Noen kantstokker er også plassert i en amfilignende struktur, det er da ofte brukt gamle jernbanesviller, figur 1.3.3. Barnehagetomter er ofte inngjerdet med materiale som er CCA-trykkimpregnert eller malt med blymaling.



Figur 1.3.2 Eksempler på lekeapparat i en barnehage



Figur 1.3.3 Amfilignende utforming i en barnehage

Mange lekeapparat inneholder ulike miljøgifter enten fordi de er trykkimpregnert med CCA, de er kreosotbehandlet, eller de er malt på med blyholdig maling. Faren med CCA-trykkimpregnert trevirke er at trykkimpregneringssaltene lekker ut i jorda eller smitter av ved at barna tar på det (avsnitt 8.12). Malingen kan flasse av eller komme på barnehender ved berøring og inn i fordøyelsen ved at de slikker på fingrene etterpå, eller ved at malingen havner i jorden eller sanden som så spises, figur 1.3.4.



Figur 1.3.4 Barn slikker og tar på lekeapparat

Bygninger og gjerder er ofte malt. Eldre maling kan inneholde bly og rester av denne malingen sitter igjen på hus i mange områder fortsatt (Mielke *et. al*, 1983; Mielke *et. al*, 1997; Mielke og Reagan, 1998). Kantstokker rundt sandbasseng og gamle lekehus, stolper og stativer er CCA-trykkimpregnert. Dette ble forbudt i 2002, men på 1990-tallet var CCA-trykkimpregnering mest brukt. Lekehus og diverse lekeapparat er ofte både CCA-trykkimpregnert og malt. Maling hindrer til en viss grad utlekkingen (Ottesen *et. al*, 2007).



Figur 1.3.5 Nyere lekeapparat, der trevirket ikke er i kontakt med jorden

I nyere lekeapparat er ofte ikke trevirket i kontakt med jorden eller sanden, figur 1.3.5, og de er heller ikke CCA-trykkimpregnert. Det finnes også eksempler på at rent ubehandlet tre er brukt til lekestativer, eventuelt at de er laget av plastikk, eller metall med plast rundt seg. Det kan hende at disse materialene forurenses en del i produksjonen, men barna får ingen miljøgifter på seg eller i seg.

1.3.1 Bildekk og støtdempende matter.

Bildekk er blitt brukt i barnehager som husker, klatrestativer, eller til balanselek, i mange år, figur 1.3.6. Det kan virke som tilføring av bildekk er pågått ganske ukritisk og uten å sjekke hva bildekkene inneholder og om det er noen fare for smitte av miljøgifter ved bruk av bildekk (1. <http://www.gronnhverdag.no>). Det danske miljøministiriet har kommet med en rapport som godkjenner bildekk som et trygt lekeapparat, og de hevder at smitten av farlige kjemikalier ved lek på bildekk viser verdier 10000 ganger lavere enn det som er godkjent (1. <http://www.mim.dk>). Figur 1.3.8 viser at synlige mengder smitter av fra bildekk.



Figur 1.3.6 Eksempler på bruk av bildekk i barnehager

I nyere barnehager og lekeplasser er det brukt en form for støtdempende matter, figur 1.3.7, eller støtmatter, og disse er laget av gamle bildekk som er strimlet opp og omformet (1. <http://www.gronnhverdag.no>). De er kvadratiske og er lagt inntil hverandre for å dekke et ønsket område. Mattene er plassert under lekestativ, men også for å dekke over et område der det for eksempel tidligere var heller, for å hindre at barn skal slå seg.

Slike matter kan inneholde brom, og ved bruk av bromerte flammehemmere er det spesielt skummelt. Hvis det er penta-, okta- eller deka-BDE (pentabromdifenylyter), så skal det være maks 0,1 vektprosent av det i materialet. Avfall som inneholder 0,25 vektprosent eller mer penta-, okta-, deka-BDE, HBCDD (heksabromsyklododekan) eller TBBPA (tetrabrombisfenol A) er definert som farlig avfall (2. <http://www.sft.no>).



Figur 1.3.7 Eksempel på bruk av støtmatter barnehager



Figur 1.3.8 Eksempel på mulig smitte fra bildekk. Til venstre: Hånd gnudd på bildekk. Til høyre: Femåring som har gnudd på et bildekk med en våtserviett

1.4. CCA - trykkimpregnering

CCA (kobber, krom og arsen) betegner en spesiell type trykkimpregnering av trevirke, figur 1.4. Trykkimpregneringen brukes for å øke brukstiden til trevirket. De aktive stoffene i CCA er kobber og arsen, mens krom brukes til å fikserte kobber og arsen i trevirket. Når treverket står ute over tid vil været tære på trykkimpregneringen og kobber og arsen vil da lekke ut i jorda. Lekkasje av CCA påvirkes av faktorer som treets egenskaper, sammensetning av trykkimpregneringsmiddelet, trykkimpregneringsprosessen og betingelser under fikseringen

Valg av barnehager

som temperatur, pH og ionemiljø i vann og jord som er i kontakt med trevirket. Maling og lakk og annen overflatebehandling av treverket kan også ha stor betydning for utvasking av CCA (Ryberg og Haugen, 1994; Tryland og Øxnevad, 1992).



Figur 1.4 Huskestativ av CCA-trykkimpregnert trevirke

Det er lettløselig krom (VI) som settes inn i treverket ved impregneringen, men denne går raskt over til krom (III) etter inntregningen i treverket. Av arsenet som lekker inn i jorda, vil 5-24 % opptre i en lettløselig (tilgjengelig) form. CCA-trykkimpregnert trevirke lekker mest arsen i begynnelsen, og omtrent 20 % av arsenet som forsvinner de ti første årene. I stikker brukt rundt en sandkasse har målinger i Sverige vist at 20-25 % av arsenet hadde lekket ut på to til fire år. Undersøkelser over tap av arsen fra CCA-trykkimpregnerte telefonmaster, har vist en nedgang på 30 % etter ti år. Levetiden for CCA-trykkimpregnert treverk er anslått til 30-50 år (Ryberg og Haugen, 1994; Tryland og Øxnevad, 1992).

I 1991 ble det produsert 241.600 m³ trykkimpregnert trevirke i Norge. Omtrent 80 % var saltimpregnerte materialer der trykkimpregnering med CCA utgjorde over 90 % (Ryberg og Haugen, 1994; Tryland og Øxnevad, 1992). Det finnes flere ulike typer trykkimpregnert trevirke, det går både på ulik sammensetning av arsen, kobber og krom salter, Tabell 1.4, og på mengde trykkimpregnerings pasta. Det er tre ulike kvaliteter trykkimpregnert trevirke er produsert i, klasse M, A og AB, som tilsvarer 24 kg/m³, 12 kg/m³ og 5 kg/m³. I 1991 var 83 % av alt trykkimpregnert materiale som ble produsert klasse A (Ryberg og Haugen, 1994).

Tabell 1.4 Ulike sammensetninger av kobber, krom og arsen i trykkimpregnert materiale

	CuO (%)	CrO ₃ (%)	As ₂ O ₅ (%)
Type K33 salt (mest vanlig)	14,8	26,6	34
Type A salt	18	65	17
Type B salt	18,5	47,5	34

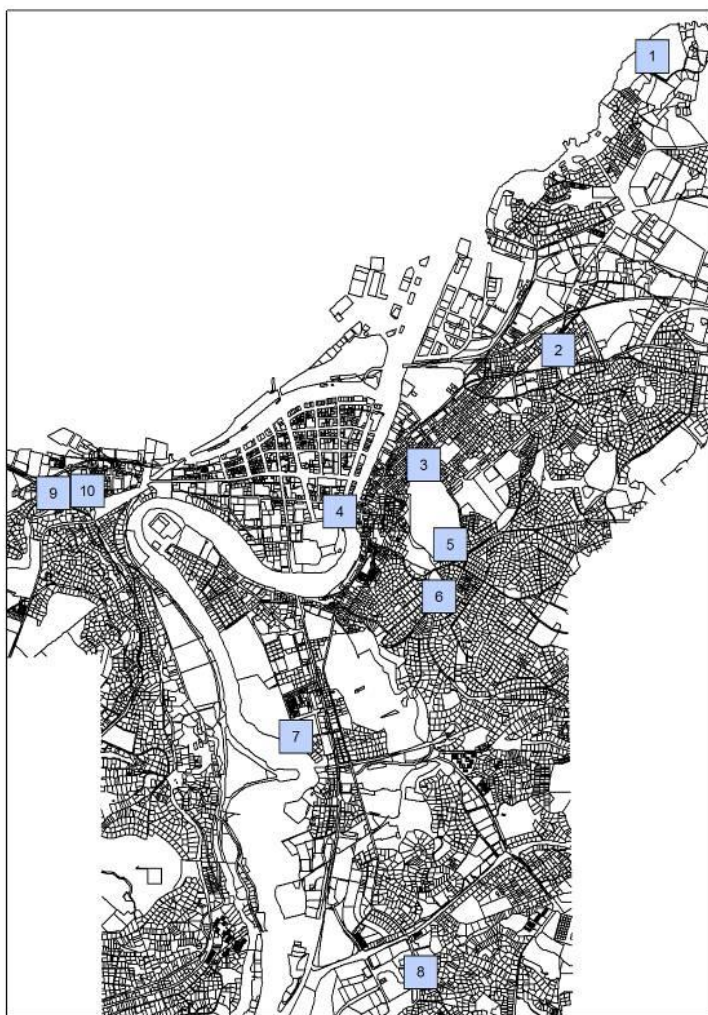
Jordbunn med lavt humus- og leireinnhold øker muligheten for at arsen og kobber fra CCA-trykkimpregnering når grunnvannet. I jord kommer mobiliteten til elementene av ionebytting og løselighet/utfelling. Mobiliteten til de tre metallene varierer, men den er høyere for arsen enn for de to andre. Forsøk viser at det kan ta flere hundre år før konsentrasjonen av arsen, kobber og krom halveres i jorda (Ryberg og Haugen, 1994; Tryland og Øxnevad, 1992).

Forskning på biotilgjengelighet av arsen, kobber og krom er mangelfull. Tungtløselige komplekser av arsen, kobber og krom, fra CCA-trykkimpregnering, tas ikke opp i kroppen, det gjør heller ikke alle de løselige kompleksene. Planter i jord som inneholder mye arsen, kan utvikle høy toleranse for arsen. Inntak av planter med høy arsen toleranse fører til en helserisiko for mennesker og dyr. Eksempler på slike planter kan være poteter, kål tomater, gulrøtter og byggkorn (Ryberg og Haugen, 1994; Tryland og Øxnevad, 1992).

SFT konkluderte i en rapport i 1983 at utlekking av CCA fra trykkimpregneringen kun ville skje i ubetydelig grad. Undersøkelser utført av NGU påviser betraktelig utlekking av arsen fra trykkimpregnert trevirke (Ottesen *et. al.*, 1999)

2. Valg av barnehager

Av de ti barnehagene som ble plukket ut til undersøkelsen er ni sentrumsnære og kommunale mens én ligger på Lade, og er privat. Ingen av barnehagene har egen brønn, eller er karakterisert som grønne barnehager (mer enn 0,5 m² dyrket mark per barnehagebarn (Alexander, 2006)). Alle barnehagene faller innenfor definisjonen ”normale” barnehager. Figur 2.1 viser den geografiske plasseringen av barnehagene.



Figur 2.1 Geografisk plassering av de undersøkte barnehagene

Barnehagene som ble undersøkt er presentert i tabell 2.1. I barnehagene hvor det ikke er registrert jordforurensning, er det enten ”rent”, eller det kan ha vært påvist forurensning tidligere, som så er blitt fjernet (Personlig meddelelse, Silje Salomonsen, Trondheim kommune 21.2.2008).

Tabell 2.1 Barnehagene som ble undersøkt, etableringsår og registrert forurensning i de ulike barnehagene, der det ikke er noen kommentarer er det ikke funnet data

Nr.	Navn	Fjerning i 1997	Etableringsår ¹	Registrert forurensning ¹
1	NGU	Pb	1988	-
2	Voldsminde	-	Nye lokaler 1998/1999, men barnehagen er over 50 år	-
3	Møllenberg	As	1980	-
4	Kongsgården	-	1740	Ligger innenfor byjordområdet ² . Antatt forurensning: hovedsakelig PAH og Pb
5	Festningen	-	2006	Krigsetterlatenskap, festningeleiren. Antatt forurensning: virksomheten må sjekkes mot historiske kilder. (Generelt antas krigsetterlatenskap å være forurenset av tungmetaller, PCB, PAH, BTEX og olje, særlig hvis de har hatt noen form for verksted eller maskinelt utstyr.)
6	Singsaker	As	-	-
7	Dalsenget	-	-	-
8	Sunnland	-	-	-
9	Møllebakken	Pb	Hus fra 1797	-
10	Ila	-	En av Norges eldste	Ligger innenfor byjordområdet. Antatt forurensning: hovedsakelig PAH og Pb

1) Informasjon om etableringsår og registrert forurensning er funnet på kommunens hjemmeside og i Trondheim kommunes database over forurenset grunn.

2) Byjordområdet er markert med rosa i figur 2.2

Det var flere kriterier for de barnehagene som ble valgt ut til undersøkelsen, det måtte være en av de barnehagene som Multiconsult skal undersøke i "ren barnehagejord" prosjektet, de skulle også være sentrumsnære og kommunale. Trondheim kommune ved Lise Støver gav tillatelse til å ta prøver ved barnehagene presentert i tabell 2.1.

Barnehagene ble informert om at vi kom for å ta jordprøver, og det var få problemer med prøvetakingen. Da vi var i barnehagene for å ta prøver med en XRF kontaktet vi barnehagepersonell før vi begynte målingene, slik at de var klar over at vi var der og hva vi gjorde, og at barna kunne holdes litt på avstand. Ved håndvaskprøvene ble det gjort mer forarbeid, presentert i avsnitt 5.2. De fleste prøvene ble tatt mens barna var inne eller etter barna hadde gått hjem. Det var en fordel at barna ikke var tilstede, da de kunne være et forstyrrende element og noteringen av prøvene kunne bli forstyrret.

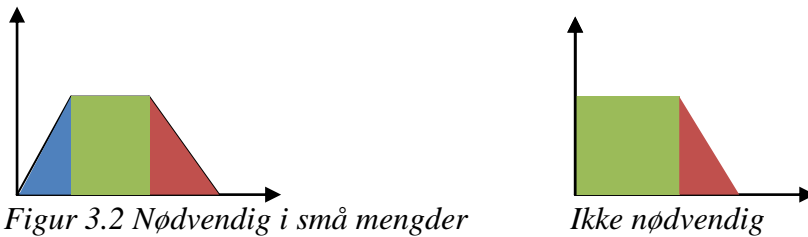
3. Eksposering og helseeffekter av arsen og tungmetaller

Jorda består av 92 grunnstoffer, der åtte er regnet som de vanligste grunnstoffene i jordskorpa. Resten er sporstoffer i naturlig lave konsentrasjoner (Marshak, 2005). Grunnstoffene omtalt i denne rapporten er sporstoffer. En liten variasjon i konsentrasjon av disse stoffene kan få store konsekvenser, da det er så lite av dem naturlig. Konsentrasjonsvariasjoner trenger ikke å ha noe med forurensning å gjøre, fordi sporstoffene ikke er spredd helt jevnt over hele jorden, men det geokjemiske naturmiljø er ikke alltid optimalt for menneskers helse (Bølviken, 2001). Figur 3.1 viser et barn som leker med gjørme og gress.



Figur 3.1 Barn som lager gjørme og gressboller

Fluor er et sporstoff og konsekvensene av for lite fluor er tannråte mens av for mye er fluorose, i verste fall deformasjon av skjelettet. Arsen er et sporstoff som ved normal inntak ikke vil være farlig for mennesker og dyr. Ved for høyt innhold av arsen vil derimot konsekvensene være store, avsnitt 3.1.3 (Bølviken, 2001). Figur 3.2 til venstre illustrerer et nødvendig sporstoff, som fluor, kobber, krom (III), nikkel, sink og lignende sporstoff. Figur 3.2 til høyre illustrerer et ikke nødvendig sporstoff, som arsen, bly, kadmium, krom (VI), kvikksølv og andre lignende sporstoff.



Forklaring til illustrasjonsfigurene: Den blå fargen illustrerer området der mennesker får for lite av grunnstoffet. Det grønne illustrerer det trygge, eller optimale området, og det røde illustrerer det skadelige området. Konsentrasjoner som går over det røde området vil være dødbringende.

Jorda reflekterer all aktivitet som har skjedd på og i nærheten av den (Mielke og Reagan, 1998), og byjord er da særlig forurenset siden det er skjedd så mye i byområder med tanke på industri og forurensning. Det er vist at i mange byer er metallkonsentrasjonene i jorda høyere i sentrale strøk enn i utkanten av byen (Mielke *et. al.*, 1983). Det er ganske logisk med tanke på at det er ved de sentrale strøkene bygrensene tidligere gikk og det var mest sannsynlig her de største fabrikkene var lagt. Jord som er samlet opp i nærheten av utlekkingskilden viser at de høyeste konsentrasjonene av forurensning (Mielke og Reagan, 1998).

Barn kommer i kontakt med arsen og tungmetaller gjennom hudkontakt med jord, maling og CCA-trykkimpregnert trevirke, når de spiser jord eller slikker på skitne fingre. En annen viktig eksponeringsvei er gjennom å puste inn jordpartikler som er virvlet opp i lufta (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.1 Arsen (As)

På verdensbasis er arsenkonsentrasjonen i gjennomsnitt 1,8 mg/kg. Gjennomsnittsverdien er litt høyere i Norge, men varierer mye fra sted til sted, fra 0,7 - 8,0 mg/kg (Alexander, 2006; Vik *et. al.*, 1999). Arsen, figur 3.1.1, er relativt mobilt i jord og kan binde seg til jern-aluminium-hydroksider og humus. Det kan også oppkonsentreres i levende vegetasjon. Arsen er en av komponentene som ble brukt som beskyttelse mot skadedyr ved trykkimpregnering av trevirke (se delkapittel 1.4, CCA-trykkimpregnering) (Ottesen *et. al.*, 2000; Vik *et. al.*, 1999).



Figur 3.1.1 Arsen (1. <http://z.about.com>)

3.1.1 Kilder

Årsaken til at man finner arsen i overflatejord er sannsynligvis bruken av CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagene (Langedal og Hellesnes, 1997). Avrenningen fra det trykkimpregnerte materialet gir uorganisk arsen i jorda, og slik utvasking har de senere årene vært den største kilden til arsenutslipp (Alexander, 2006). Det kan sees en sammenheng mellom arseninnholdet i jorda og avstanden til trykkimpregnert trevirke (Langedal og Hellesnes, 1997; Ottesen *et. al.*, 1995).

I 2002 kom forbudet mot å produsere og selge trykkimpregnert trevirke som inneholdt arsen og krom (1. <http://www.sft.no>).

3.1.2 Eksponering, inntak og utskilling av arsen

Både femverdig og treverdig arsen er flyktig og kan avgis til luften. I mindre konsentrasjoner er adsorpsjon til kolloider med jern og aluminiumhydroksid viktig. Adsorpsjonen øker med synkende pH, og er høyest når pH i jorda er 6. Treverdig arsen er mer mobilt enn femverdig, og bindes ikke så lett.

Arsen i mat, drikke eller jord, tas lett opp i kroppen. Hvis et barn puster inn støv som inneholder arsen vil de minste partiklene sette seg i lungene og mesteparten av arsenet tas opp av kroppen. Hudkontakt med arsen regnes derimot ikke som en viktig eksponeringsvei. Mesteparten av arsenet som har kommet inn i kroppen blir skilt ut i urinen i løpet av noen få dager, men noe kan forbli i kroppen i måneder (Laidlaw *et. al.*, 2005; Langedal og Hellesnes, 1997; Ottesen *et. al.*, 1999).

3.1.3 Helseeffekter

Arsen er ikke påvist som et nødvendig sporstoff, og det er giftig selv i små mengder, overeksponering kan gi kreft (Alexander, 2006). Ved lavere doser kan symptomer som vondt mage, diaré, kvalme og oppkast være vanlig. Ved svært høye doser er arsen akutt giftig og kan være dødelig (Ottesen *et. al.*, 1999). Opptak over lang tid kan føre til vorter eller ujevnheter på hendene og fotsålene, figur 3.1.2. Disse kan hos enkelte personer utvikles til hudkreft (Langedal og Hellesnes, 1997).

Verdens helseorganisasjon (WHO) satt i 1988 et tolerabelt ukentlig inntak av arsen, gjennom alle inntaksveier, til å være 15 µg/kg kroppsvekt, det vil si et daglig inntak på omtrent 2 µg/kilo kroppsvekt (Alexander, 2006). Denne mengden er så lav at det er antatt at den skal kunne inntas hver dag hele livet uten at det gir noen form for helseskade (Ottesen *et. al.*, 1999).



Figur 3.1.2 Konsekvens av arsenforgiftning (2. <http://www.martiinc.com>)

3.2 Bly (Pb)

Bly, figur 3.2.1 er et tungmetall som har lav mobilitet og som bindes sterkt til humus, leirmineraler og jern-aluminium-hydroksider. Bly kan fraktes som atmosfæriske partikler, men mesteparten vil sjelden finnes langt fra den opprinnelige kilden (Filippelli *et. al.*, 2005). Siden bly har lav mobilitet, vil det akkumuleres i jorda (Bjørntomt *et. al.*, 1992). I Norge er innholdet av bly naturlig i jorda mellom 8,5 - 107,4 mg/kg (Vik *et. al.*, 1999). Siden bly har så lav mobilitet vil blyet samles i de 20 øverste cm i jorda (Laidlaw, 2001; Mielke *et. al.*, 1983). Halveringstiden av bly i jord er estimert til å være 700 år (Semlali *et. al.*, 2004).



Figur 2.2.1 Bly (3. <http://webmineral.com>)

3.2.1 Kilder

Kilder til blyforurensning kan være gjennom maten, blymaling fra gamle bygninger, bly i jorda og støvet som kommer fra blyholdig bensin og blyholdig maling eller tidligere og nåværende gruve- og industriarbeid (Koller *et. al.*, 2004). Det er vist at jord er en viktig kilde til blyforgiftning, men det kan også være vanskelig å se sammenhengen enkelte steder (Filippelli *et. al.*, 2005).

Blyholdig bensin er forbudt i Norge og blyholdig maling blir ikke lenger brukt på vanlige hus. For å få maling miljømerket kan man ikke bruke bly i malingen (1. <http://www.jotun.no>). I Norge er det likevel tillat å ha bly i ”spormengde” (2. <http://www.jotun.no>). På Jotun sine hjemmesider kan man også lese at ”bly (Pb), kvikksølv (Hg), polyklorerte bifenyler (PCB) og

organiske tinnforbindelser (TBT)... er kjemikalier som ikke lenger er i bruk i maling” (3. <http://www.jotun.no>).

Bly har mange bruksområder (Ottesen et. al, 2000). I sentrale strøk i byer, på områder som er spesielt utsatt for forurensning og ved industriområder, er barn spesielt utsatt for blyforgiftning. Det er vist sammenhenger mellom mengde bly i jord og mengde bly i blodet til barn som oppholder seg i nærheten av forurensningskilden, figur 3.2.2. I nyere bydeler er blynivået og blyforgiftningen generelt lavere (Filippelli et. al, 2005; Mielke et. al, 2003).



Figur 3.2.2 Blymaling der barn leker

I mange undersøkelser er det sett på sammenhengen mellom klima, årstider og blynivå i blodet. Det kom tydelig frem at blynivået til barn i urbane strøk økte kraftig sent i sommerhalvåret (Filippelli *et. al*, 2005; Haley og Talbot, 2004; Hwang og Wang, 1990; Johnson *et. al*, 1996; Mielke og Reagan, 1998; Rabinowitz og Needleman, 1982; Yiin *et. al*, 2000). Grunnene til det kan være at barn er mer ute og leker i løpet av sommeren, avflasket blymaling kommer til syne, jorda er tørrere og mer støv med blyinnhold vil kunne virvles opp (Filippelli *et. al*, 2005).

3.2.2 Eksposering, inntak og utskilling av bly

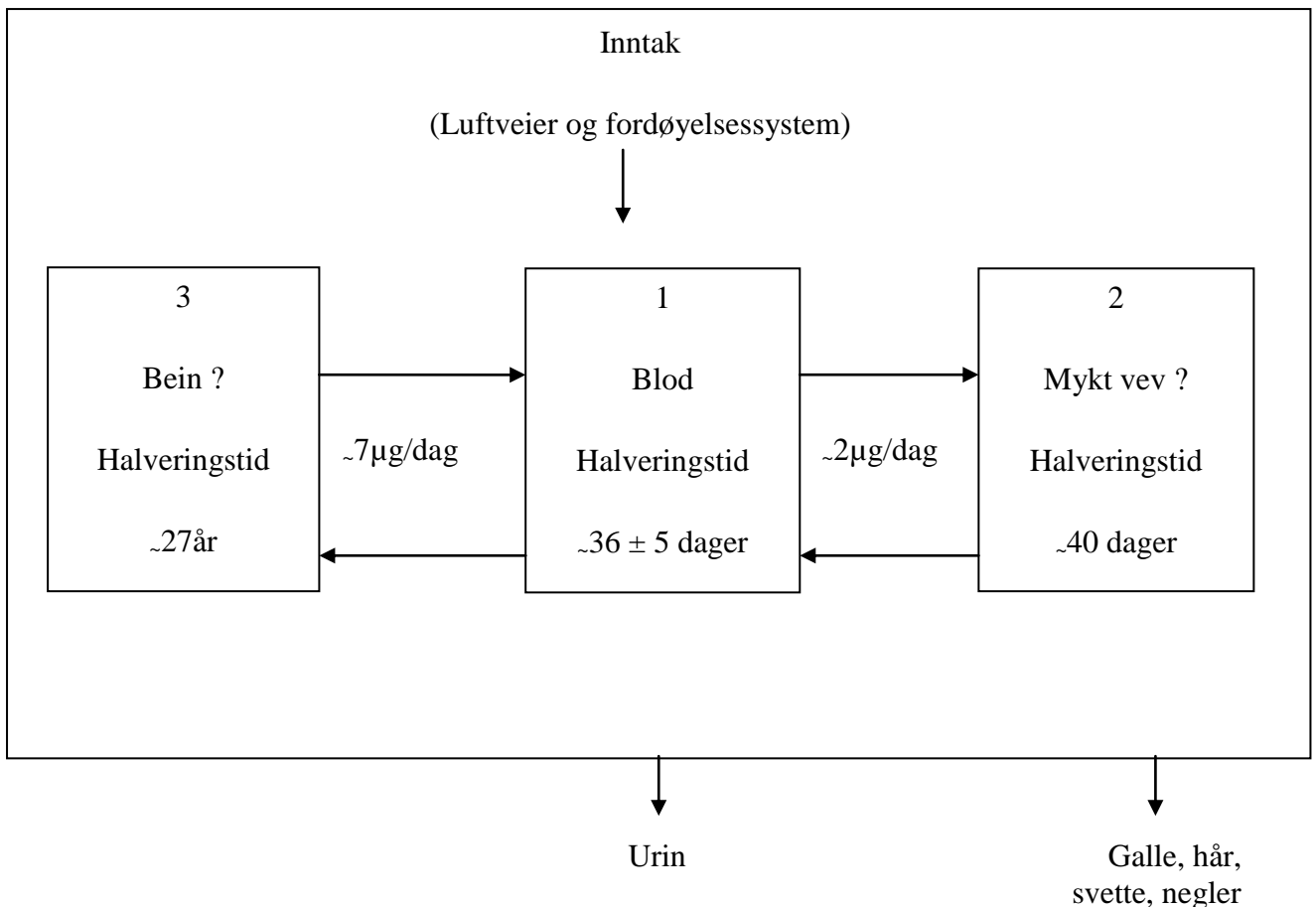
Bly kommer hovedsakelig inn i kroppen ved inntak av næringsmidler (mat, drikke og lignende), eller ved innånding av forurenset luft. Omtrent 2/3 av blyet kommer inn i kroppen via maten. Opptak fra tarmen er lite hos voksne (<10 %), men kan i følge Alexander være opp

Eksponering og helseeffekter av arsen og tungmetaller

til 40 % hos barn i 0-6 års alderen (Alexander, 2006). Bjørntomt hevder imidlertid at av det blyet som svelges tas omtrent 10 % opp i kroppen, men at opp til 65 % opptak er registrert og at barn har ett gjennomsnittlig opptak på 53 %. Opptaket øker med aktivitetsnivået (Bjørntomt *et. al*, 1992).

Både voksne og barn tar opp omtrent 50 % av blyet de puster inn. Bly som tas opp i kroppen fordeles raskt til blod og muskler eller fettvev. 90 % av det blyet som tas opp i kroppen avleires i bensubstansen (Bjørntomt *et. al*, 1992; Filippelli *et. al*, 2005), der det har en halveringstid på i underkant av 30 år (Castellino og Castellino, 1995; Laidlaw *et. al*, 2005). Omsetningen i beinvevet er svært langsom i forhold til bløtvev og blod. Hvis eksponeringen avtar og blykonsentrasjonen i blodet går ned, kan bly fra beinvevet frigjøres til blodet og forsinke nedgangen av blykonsentrasjonen (Castellino og Castellino, 1995).

Det antas at blyet akkumuleres ved jevnt inntak til et konstant nivå i voksen alder. 10 % av blyet som tas opp blir i blod og bløtvev, der det har en halveringstid på 19 dager (Bjørntomt *et. al*, 1992). Andre kilder viser at bly har en halveringstid på omtrent 40 dager i blod og bløtvev (Castellino og Castellino, 1995). Der blodkonsentrasjonene er høyest er også faren for blyskader høyest (lever, nyrer, lunge, bensubstans, aorta, testikler, hjerte og hjerne) (Bjørntomt *et. al*, 1992). Bly skilles i stor grad ut gjennom nyrene og disse kan også få skade (Langedal og Hellesnes, 1997; Ottesen *et. al*, 1999). Figur 3.2.3 viser en forenklet skisse av inntak og utskilling av bly i kroppen.



Figur 3.2.3 Forenklet modell for fordeling av bly i kroppen (Castellino og Castellino, 1995)

3.2.3 Helseeffekt

Bly er ikke nødvendig for mennesker (Alexander, 2006; Nybø, 1991; Ottesen *et. al.*, 1999). Blyforgiftning har vært kjent i alle fall siden 200 f.kr da Dioscorides observerte at ”bly gjør at hjernen forsvinner”. Det var sett på som en yrkesskade som rammet enkelte voksne frem til det 20. århundre helt til man oppdaget at barn fikk blyforgiftning på grunn av maling som inneholdt bly (Koller *et. al.*, 2004). Symptomer på blyforgiftning er oppkast, diaré og kolikk og senere anoreksi. Det kan også føre til kroniske hjerneskader som vises ved rastløshet, irritabilitet, hodepine, skjelvinger, hallusinasjoner og manglende konsentrasjonsevne (Bjørntomt *et. al.*, 1992).

Det er tre grunner til at barn regnes som ekstra utsatt for blyforgiftning. Barn er for det første i mer kontakt med jord og putter gjerne jord i munnen (Koller *et. al.*, 2004; Lanphear *et. al.*, 2002). Absorberingen fra tarmkanalene er dessuten høyere hos barn (Lanphear *et. al.*, 2002; Ziegler *et. al.*, 1978), og nervesystemet er også mer sårbart mot de giftige effektene av bly (Koller *et. al.*, 2004; Lidsky og Schneider, 2003).

Eksposering og helseeffekter av arsen og tungmetaller

Det er anslått kvalitetskriterier på 100 mg bly per kilo jord som trygt (Alexander, 2006). Det antas at ved disse verdiene vil opptaket av bly i blodet, hos barn, være på 10 µg/dl. Noen forskere anslår riktig nok at selv ved slike opptaksverdier vil noen barn vise tegn på blyforgiftning (Filippelli *et. al*, 2005; Koller *et. al*, 2004), tabell 3.2.

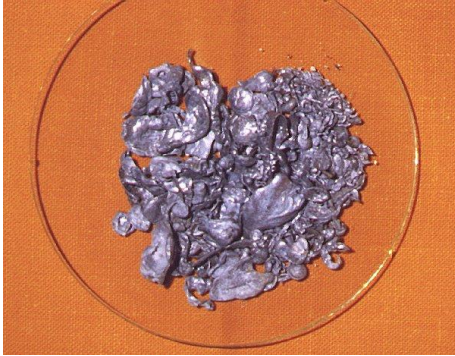
Verdens helse organisasjon (WHO) har fastsatt et tolerabelt ukentlig inntak for bly på 25 µg bly/kg kroppsvekt. Dette svarer til et daglig inntak av bly på 35-70 µg for barn som veier 10-20 kg (Ottesen *et. al*, 1999). Det er observert økt dødelighet hos personer hvor blymengden i blodet har ligget over 80 µg/100 ml (Bjørntomt *et. al*, 1992).

Tabell 3.2 Helsevirkninger av µg bly/dl blod (Bjørntomt *et. al*, 1992)

Barn	Voksne	Helsevirkninger
5-20	10-25	Forandringer knyttet til de røde blodlegemer. Nedsatt hemoglobinkonsentrasjon.
30-40		Øket utskillelse til urinen
40-50		Forandringer i adferdsmønsteret. Hyperaktivitet, nedsatt konsentrasjonsevne.
	30-40	Økt risiko for spontanabort, sterilitet og fosterskader
40	60	Anemi
50-60		Svakt nedsatt intelligens (kreativitet)
	50	Nedsatt befruktningsevne hos menn
50-60	50-60	Skader på det perifere nervesystem
80-100	100-120	Symptomer på toksisk betinget hjerneskade (bly-encefalopati)

3.3 Kadmium (Cd)

Kadmium, figur 3.3 bindes stort sett til jorda, men noe tas opp i planter og noe renner av til vassdrag. I Trondheim er det lite kadmium i overflatejord (Langedal og Hellesnes, 1997), men på landsbasis kan kadmiumverdiene i jorda variere fra 0,1 – 1,7 mg/kg (Vik *et. al*, 1999).



Figur 3.3 Kadmium (4. <http://www.bionet.schule.de>)

3.3.1 Kilder

Kadmium finnes naturlig i jorden i små mengder, men kan komme i jorden som forurensning ved at produkter som inneholder kadmium kastes på avfallsdeponier, ved at fosfatgjødsel spres på jordene eller ved at kull eller husholdningsavfall spres på jordene (Langedal og Hellesnes, 1997). Kadmium finnes i produkter som batterier, pigmenter, metallbelegg, tobakk og noen former for plast (Alexander, 2006; Langedal og Hellesnes, 1997).

3.3.2 Eksposering, inntak og utskilling

Kroppen tar opp veldig lite av det kadmiumet som det eksponeres for, en tjuendedel av alt kadmiumet som spises eller drikkes og omtrent en fjerdedel av alt kadmiumet som pustes inn. Det kadmiumet som tas inn i kroppen lagres i lever og nyrer og skilles derfra sakte ut gjennom urin og avføring (Langedal og Hellesnes, 1997). Det er svært lite som skilles ut og man kan regne med at kadmium hoper seg opp i kroppen gjennom hele livet (Alexander, 2006).

3.3.3 Helseeffekter

Kadmium er ikke et essensielt tungmetall, og det er ikke kjent at det har noen positive helseeffekter (Alexander, 2006; Nybø, 1991). Ved for høye verdier ved innpusting kan kadmium gi alvorlige lungeskader og død. Lav kadmium eksponering over tid kan føre til skader på nyrer (Alexander, 2006) og lever, det kan også føre til beinskjørhet. Det er karakterisert som kreftfremkallende, og akutte helseeffekter er kvalme, diaré og oppkast (Langedal og Hellesnes, 1997). Kadmium er kjemisk lik sink og kan forstyrre biokjemiske prosesser der sink inngår (Nybø, 1991).

3.4 Kobber (Cu)

Jord inneholder alltid litt kobber, figur 3.4, og hvis jorda inneholder mindre enn 10 mg/kg regnes den for kobberfattig (Langedal og Hellesnes, 1997). Norske bakgrunnsverdier for kobber er 6 – 8 mg/kg (Vik *et. al*, 1999). Andre kilder oppgir en normal konsentrasjon å være mellom 25 og 55 mg/kg (Ottesen *et. al*, 2000). Kobber bindes til jern og manganoksider i jorda, og det har også stor evne til kompleksbinding til organisk materiale, både tungtløselige og lettløselige. Kobber er ett av de minst mobile tungmetallene i jordskorpa (Tryland og Øxnevad, 1992).



Figur 3.4 Kobber (5. <http://www.terra-control.com>)

3.4.1 Kilder

Utslipp av kobber til jord kommer fra deponering av fast avfall, bruk av kloakkslam, kunstgjødsel og spill av trykkimpregneringsvæske ved trykkimpregnert trevirke (Tryland og Øxnevad, 1992). Kobber brukes i materiale som ledninger, rør og metallplater på bygninger. Høye kobber konsentrasjoner i luft finnes spesielt nær kobbergruver eller kobbersmelteverk (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.4.2 Eksponering, inntak og utskilling

Kobber tas raskt opp i blodet etter at man har spist eller drukket vannløselig kobber. I faste organiske stoffer tas det i liten grad opp i fordøyelsen, eller det kan tas opp etter behov, i alle fall hos rotter (Nybø, 1991), og det skilles ut gjennom urin og avføring (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.4.3 Helseeffekter

Kobber er nødvendig for mennesker i små doser. Ved eksponering av høye doser kobber over lang tid, vil man kunne få irritasjoner i munn, nese og øyne, og oppleve hodepine,

svimmelhet, kvalme og diaré (Langedal og Hellesnes, 1997; Tryland og Øxnevad, 1992). Noen mennesker tåler ikke kobber i det hele tatt, Wilsons sykdom (Tryland og Øxnevad, 1992).

Kobber i jord representerer ingen risiko for human helse (Alexander, 2006), men ekstremt høye verdier av kobber kan føre til leverskade og hemolyse, de røde blodlegemene sprekker, men det skal høye verdier til. Kobbermangel forstyrrer overføringen av jern i kroppen og lave verdier av jern fører til høyt opptak av kobber hos rotter (Nybø, 1991).

3.5 Krom (Cr)

Krom, figur 3.5 finnes naturlig i jord, men da i treverdige form, Cr(III). Det eksisterer i mange oksidasjonsstrinn, av dem er det seksverdige krom, Cr(VI), som er mest skadelig. En korrelasjon mellom krom og sink vil være en god indikasjon på om det kan være seksverdige krom i jorda. Kjemisk industri kan lage Cr(VI) av råvarer med Cr(III). Før 1985 ble blykromat med Cr(VI) mye brukt i diverse malingsprodukter (Alexander, 2006). Ellers kan krom stamme fra metallegeringer i rustfritt stål, forskjellige produkter som farge, pigmenter, metallplater, garvevæske for lær og trykkimpregnert trevirke (Langedal og Hellesnes, 1997).



Figur 3.5 Krom (6. <http://z.about.com>)

3.5.1 Kilder

Krom har naturlig høye verdier i Trøndelag og korrelerer med nikkell (avsnitt 7.1). Bakgrunnsverdier i Norge for Cr(III) er 3,0-30 mg/kg (Vik *et. al*, 1999). Cr(III) finnes i bergarter som gabbro og grønnstein (Ottesen *et. al*, 2000). Cr(VI) er høyere konsentrert der det er lekkasje av trykkimpregneringsvæske, men den reduseres til Cr(III) i jorda og i kroppen.

3.5.2 Eksposering, inntak og utskilling

Cr(IV) er ikke nødvendig for mennesker. Cr(III) finnes naturlig i en del matvarer, og er nødvendig for mennesker i små mengder, eksempler på matvarer med Cr(III) er kjøtt, grønnsaker, korn og gjær. Krom som spises går for det meste rett gjennom fordøyelsessystemet og skilles ut i avføringen (Nybø, 1991). Cr(VI) tas lettere opp fra fordøyelsessystemet, enn Cr(III). Krom lagres i lever, milt og bein (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.5.3 Helseeffekter

Kromeksponering kan føre til kromallergi, kreft i lunger og skade i nyrene. Det kan også føre til allergisk eksem og muligens skade fosterutviklingen (Nybø, 1991).

3.6 Kvikksølv (Hg)

Det er en liten mengde kvikksølv, figur 3.6, som finnes naturlig i jordsmonnet. I Norge varierer det fra 0,05 mg/kg til 0,2 mg/kg (Vik *et. al*, 1999). De fleste kvikksølvforbindelsene som finnes i jorda brytes raskt ned til uorganisk kvikksølv. Kvikksølv er ikke et nødvendig spormetall. Det kan foreligge på mange former i jorda, men det er vanskelig å vite hvilken form kvikksølv forekommer i (Nybø, 1991).



Figur 3.6 Kvikksølv (7. <http://www.quicksilverhg.com>)

3.6.1 Kilder

Kvikksølv kommer fra ulik industriell aktivitet, krematorier og er blitt brukt i ulike måleinstrumenter som blodtrykksmålere, barometre og termometre (Alexander, 2006). Kvikksølv opptrer oftest som uorganisk kvikksølv eller metylkvikksølv, som er mest skadelig (Nybø, 1991).

3.6.2 Eksposering, inntak og utskilling

Kvikksølv damp kan dannes i jorda, og inhaleres (Alexander, 2006). Det akkumuleres mest i lever og nyre, men også i andre steder av kroppen, blant annet hjernen (Nybø, 1991).

3.6.3 Helseeffekter

Kvikksølv er svært helseskadelig og skader nervesystemet (Alexander, 2006). Skadene kvikksølv gjør på nervesystemet er irreversible. Kvikksølv eksponering kan også ha mutagene effekter som kan skade foster og hindre naturlig vekst og utvikling ved og blant annet skade syn og koordineringsevne (Nybø, 1991).

3.7 Nikkel (Ni)

Nikkel, figur 3.7, forekommer naturlig i basisk miljø ofte sammen med krom. Man kan derfor finne ut om det er en antropogen eller en naturlig kilde til krom eller nikkel ved å sammenligne disse (avsnitt 7.1). I Trøndelag er det naturlig høye nikkelverdier (Alexander, 2006) på grunn av ultra mafiske bergarter som olivin og mineraler som pyroksen og amfibol, (Ottesen *et. al*, 2000). Norske bakgrunnsverdier for nikkel er 3,0 – 19 mg/kg (Vik *et. al*, 1999).



Nickeline photo from MII, courtesy of Smithsonian Institution

Figur 3.7 Nikkel (8. <http://www.mii.org>)

3.7.1 Kilder

Kilder til nikkelforurensning kan være nikkelproduksjon, stålproduksjon, galvanisering, sveising, nikkel-kadmiumbatterier og lignende (Alexander, 2006). Nikkelsmelteverk og nikkelgruver kan være kilder til høye verdier av nikkel i luft og nikkelpartiklene faller ned nær kilden. Nikkel i jord kommer hovedsakelig fra veislitasje der asfalten inneholder mye grønnstein (Langedal og Hellesnes, 1997; Mikkelsen *et. al*, 1992).

3.7.2 Eksposering, inntak og utskilling

Alexander (2006) hevder at nikkel ikke er nødvendig for mennesker, mens andre hevder at nikkel er et viktig sporelement (WHO, 1991; Nybø, 1991). Nikkel tas i liten grad opp i blodet (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.7.3 Helseeffekter

Inntak av for små mengder nikkel kan i følge Nybø, føre til nedsatt opptak av jern fra tarm og gi nedsatt vekst og anemi (Nybø, 1991). En annen kilde hevder at det er få kjente helseeffekter ved et lavt nikkel inntak (Langedal og Hellesnes, 1997). Nikkel kan være allergi- og kreftfremkallende (Alexander, 2006). I vannløselige salter skal nikkel klassifiseres som giftig (Mikkelsen *et. al.*, 1992). For personer med nikkelallergi kan høyt inntak av nikkel øke allergiproblemene (Alexander, 2006).

3.8 Sink (Zn)

Det er en viss mengde sink, figur 3.8, som finnes naturlig i jorda, i Norge varierer denne verdien mellom 25 og 104 mg/kg (Vik *et. al.*, 1999).



Figur 3.8 Sink (9. <http://www.albany.edu>)

3.8.1 Kilder

Sink kommer ofte fra fargestoff i maling, galvanisering (rustbeskyttelse for jern), batterier, avfallsdeponering og slitasje fra bildekk (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.8.2 Eksposering, inntak og utskilling av sink

Sink finnes i hele kroppen, men konsentrasjonene er størst i benvev og i blodet. Det kan lagres noen dager i benvevet. Sink kan tas opp fra tarmkanalen og fra lungene. Utskilling skjer gjennom urinen og avføring (Langedal og Hellesnes, 1997).

3.8.3 Helseeffekter

Sink er et essensielt tungmetall (Nybø, 1991), og for lite sink kan gi nedsatt appetitt, smaks- og luktesans og immunforsvar. Det kan også føre til at sår gror sakte. Sinkmangel kan også føre til at kjønnsorganene til unge menn blir dårlig utviklet, mens for gravide kvinner kan fosterveksten bli nedsatt (Langedal og Hellesnes, 1997; Nybø, 1991).

Det skal høye sinkkonsentrasjoner til for å få toksiske effekter (Nybø, 1991). For mye sink kan gi magesmerter, kvalme og oppkast, men sink er ikke kreftfremkallende. Helseeffekter ved innånding av sink over tid er ukjent (Langedal og Hellesnes, 1997).

4. Hvor mye jord spiser barn

En studie i 1988 undersøkte hvor mye jord et barn spiser, figur 4.1. Det var selvfølgelig store variasjoner mellom de ulike barna, men medianen lå på et inntak i underkant av 50 mg/dag (Calabrese *et. al*, 1997). Det finnes noen barn som spiser ekstreme mengder jord, det kan være mengder på >5 g per dag. Det er også registrert barn som spiser 25-60 g jord på en dag (Calabrese *et. al*, 1997).

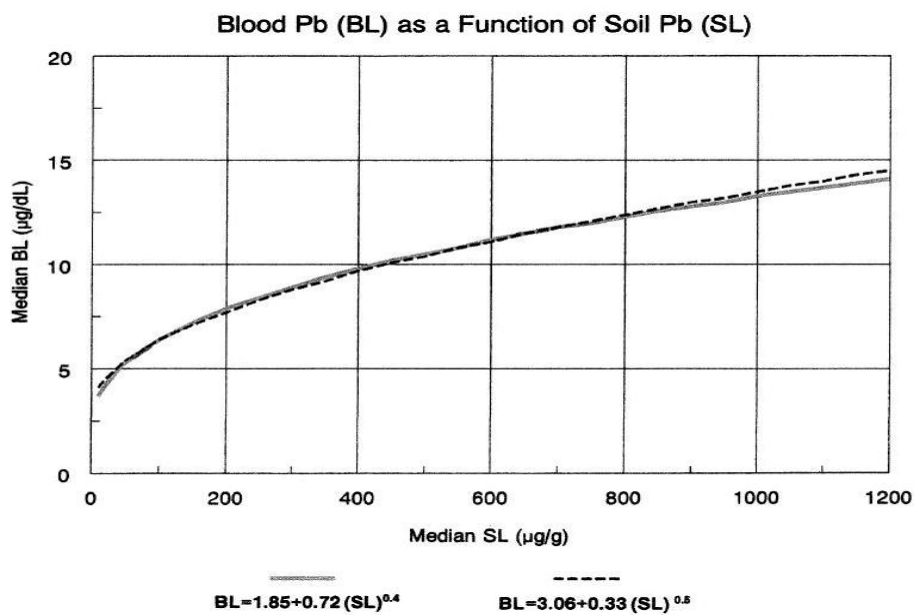


Figur 4.1 Noen barn kan spise opp til 25-60 g jord på en dag

I Norge er helserisikovurderingene basert på utenlandske undersøkelser (Calabrese *et. al*, 1997; van Wijnen *et. al*, 1990) om jordinntak og utskilling av tungmetaller i urin og avføring. Ulike kilder kan bidra til at mennesker blir eksponert for tungmetaller. For å bestemme bidraget fra de forskjellige kildene er det utarbeidet et skjema (feiltre) som viser hvordan mennesker kan komme i kontakt med tungmetaller. Det er også angitt hva som påvirker sannsynligheten og størrelsen av de forskjellige tungmetallbidragene (Langedal, 1997). Ved helserisikovurderingene utført i Trondheim, Bergen og Oslo er det tatt utgangspunkt i at 90 % av barna spiser under 200 mg jord/dag (Alexander, 2002; Alexander, 2006; Langedal, 1997; Ottesen *et. al*, 1999).

I New Orleans er det funnet en signifikant sammenheng mellom medianverdien til blynivået i jord og blynivået i blodet til barna i nærområdet. Det er særlig fordi de indre områdene av New Orleans som inneholder mye bly (Mielke *et. al.*, 1998).

I Norge er grenseverdiene for bly i jord 100 mg/kg, (100 µg/g). I følge figur 4.2 vil blynivået i blodet da ligge på omtrent 7 µg/dl. Tabell 3.2.3 beskriver at det kan føre til forandringer knyttet til de røde blodlegemer og nedsatt hemoglobinkonsentrasjon. Blynivået i blodet har en brattest stigingskurve ved verdier i jorda på i underkant av 50 µg/g, før den flater ut ved et blynivå i jorda på 100 µg/g, som er den verdien som regnes som akseptabel (Mielke og Reagan, 1998).



Figur 4.2 Forhold mellom blynivå i blodet som en funksjon av median blynivå i jorda, utledet fra to ulike analytiske metoder, AAS og ICP-AES (Mielke *et. al.*, 1998)

4.1 Kvalitetskriterier for jord i barnehager.

Kvalitetskriteriene for bly og arsen er beregnet ut i fra de 10 % av barna som spiser 200 mg jord eller mer per dag. Kilder som mat, drikkevann og luft er også tatt i betraktning. Med utgangspunkt i Verdens Helseorganisasjons (WHO) maksimumsverdier for innhold av miljøgifter i jord, kan lovlig innhold av miljøgifter i jorda beregnes. Da får man en trygg ramme som fører til at barn og voksne slipper å bli forgiftet av jorda og lufta (Ottesen *et. al.*, 1999).

Mengden miljøgifter som er tillatt i jord er utarbeidet i et samarbeid mellom Statens Forurensningstilsyn (SFT) og Nasjonalt folkehelseinstitutt. Kvalitetskriterier er lagt opp med store sikkerhetsmarginer, slik at konsentrasjoner av miljøgifter i jord vurderes å være så lave at

Hvor mye jord spiser barn

det er trygt for barn å bli eksponert for dem gjennom et helt liv. Kriteriene er i tillegg så lave at selv om de overskrides vil ikke barna nødvendigvis få helseskader (Alexander, 2006).

Barn puster, drikker og spiser mer per kilo kroppsvekt enn voksne og er med dette, i tillegg til at de spiser jord og putter ulike produkter i munnen (pica oppførsel), ekstra utsatt for inntak av giftige kjemikalier. Kunnskapen om kjemikalier er mangelfull og effekten av kjemikalierne er i mange tilfeller usikker (Miljøverndepartementet, 2000).

Normene for mest følsomt arealbruk tar hensyn til alle eksponeringsveier; gjennom munnen, inhalasjon av gass eller støv, opptak gjennom hudkontakt, gjennom grønnsaker eller fisk som spises (hvis de er dyrket på tomten, eller fisket i nærheten) eller gjennom vann som drikkes. Kvalitetskriteriene for en normalelekeplass, tabell 4.1, tar ikke hensyn til mat som spises eller vann som drikkes, da barna i det lekemiljøet ikke spiser grønnsaker dyrket i barnehagen eller får vann fra egen brønn (Alexander, 2006).

Tabell 4.1 Helsebaserte kriterier for jord i barnehager, lekeplasser og skoler (mg/kg) (Alexander, 2006; Langedal, 2007; Skjegstad, 2006)

	Kvalitetskriterier for normal lekeplass	Normverdier for mest følsom bruk*	Naturlig bakgrunn i Trondheim, mg/kg **
Arsen	20	8	7
Bly	100	60	13
Kadmium	10	1,5	0,23
Kobber	-	100	60
Krom (VI)	5	2	-
Krom (III)	-	50	100
Kvikksølv	1	1	0,08
Nikkel	135	60	73
Sink	-	200	123

*(SFT, 2008; Vik *et. al.*, 1999)

** (Langedal, 2007; Ottesen *et. al.*, 2001; SFT, 2008)

Det ble, i etterkant at utarbeidelsen av kvalitetskriteriene, vurdert om enkelte av kvalitetskriteriene for mest følsomt arealbruk var for strenge og om det ikke var tatt hensyn til naturlig innhold i jorden. Det har derfor blitt utarbeidet nye kvalitetskriterier. Barnehageoppdyddingene, og denne rapporten, skal likevel bruke malen i tabell 4.1 når jordforurensningen blir vurdert (SFT, 2008).

5. Metode (prøvetaking)

5.1 Prøvetaking av jord

Jordprøvene ble tatt av de to øverste centimeterne av jorda på steder der barna oppholder seg, der gress eller grus er slitt bort, figur 5.1. Jordprøvetakingen ble gjort som beskrevet i SFT veilederen TA-2260/2007, ”Veileder for undersøkelse av jordforurensning i eksisterende barnehager og lekeplasser” (Ottesen *et. al*, 2007). Jordprøvene ble tatt på ti ulike steder i hver barnehage, pluss ett dobbelt punkt i prøvepunkt fem, med omtrent 15 cm avstand fra prøvepunkt 5. Dobbeltpunktet ble tatt for å sikre repeterbarheten i prøvene (delkapittel 7). Punktene ble markert på kart over barnehagen, delkapittel 8.1-8.10.



Figur 5.1 Eksempel på prøvetaking

5.2 Vasking av barnehender

I fire utvalgte barnehager ble hendene til 33 vasket, tabell 5.2. Begge hendene ble vasket godt med én Natusan våtserviett og lagt i en markert ziplockpose. Et system ble lagd slik at pose 1a

Metode

og 1b tilhørte det samme barnet. 1a markerer hendene etter innelek og 1b markerer hendene etter utelek.

Tabell 5.2 barnehagene der det ble vasket med våtservietter

Barnehage nummer	Barnehage navn
1	Spannet
3	Møllenberg
7	Dalsenget
10	Ila

Noen servietter ble tatt tilside innimellom for å få blankprøver. Hendene til den som vasket barna ble også vasket mellom hvert barn, for å hindre kontaminering. Enkelte lekeapparat, bildekk og lignende ble også vasket av med våtserviett for å se på smittefaren fra disse apparatene.

6. Prøvepreparering

6.1 Kjemiske analyser

6.1.1 Jordprøver

Jordprøvene ble tørket i plastbokser ved omtrent 30°C, figur 6.1.2. Finfraksjon (< 2 mm) ble benyttet til de kjemiske analysene, figur 6.1.1.



Figur 6.1.1 Maskeåpning på sil, 2 mm

Analysene ble foretatt ved NGUs laboratorier. Alle metoder innenfor XRF, ICP-AES og ICP-MS er akkreditert (2. <http://www.ngu.no>).



Figur 6.1.2 Forbehandling av prøvene, før de sendes til laboratoriet

Prøvene for arsen- og tungmetallbestemmelser ble oppsluttet etter NS 4770. Ekstraksjonen ble oppsluttet i 7M HNO₃ i autoklav ved 120°C. Innholdet av kvikksølv ble bestemt ved bruk av AAS med kalddamp-teknikk (3. <http://www.ngu.no>).

6.2 Måling med Røntgenfluoressens – XRF

Lekeapparatene ble undersøkt for innhold av tungmetaller og arsen ved bruk av en bærbar XRF (Røntgen fluoressens apparat), figur 6.2.



Figur 6.2 Måling med XRF

6.2.1 Beskrivelse av apparat

Røntgen fluoressensen (XRF) er et apparat som måler totalinnholdet av ulike grunnstoffer i komponenten det måles på.

XRF-analyser har god presisjon på analysene, noe som skyldes veldig stabile eksitasjonsforhold. Komponentene som det ble målt på i denne undersøkelsen er As, Ba, Bal, Pb, Br, Fe, Au, Cd, Cl, Cu, Cr, Hg, Ni, Se, Sb, Ti, V, Bi og Zn (4. <http://www.ngu.no>).

Apparatet må holdes mot en flate, slik at det er minst mulig avstand fra laseråpningen til produktet det måles på.

I alle barnehager ble innholdet av arsen og tungmetaller i trykkimpregnert trevirke, på lekeapparat og på husfasader bestemt med et bærbart røntgenfluorescens instrument (XRF). Apparatet (Figur 6.2.1) kan med sikkerhet påvise CCA-trykkimpregnert trevirke.

6.3 Våtservietter

Serviettene ble først vasket med destillert vann, vaskevannet ble dampet inn til tørrhet (vannbad omtrent 100 °C). Deretter ble prøvene oppsluttet i 20 ml 7N HNO₃ i autoklav. 20 µl av denne løsningen ble tatt ut og fortynnet til 1000 µl med destillert vann. Alle måleresultat er regnet tilbake til µg element per serviett. Det prøvematerial som avviker fra det som godkjennes som akkreditert, er rapportert som ikke akkreditert (personlig meddelelse Frank Berge, NGU, 02.01.2008).

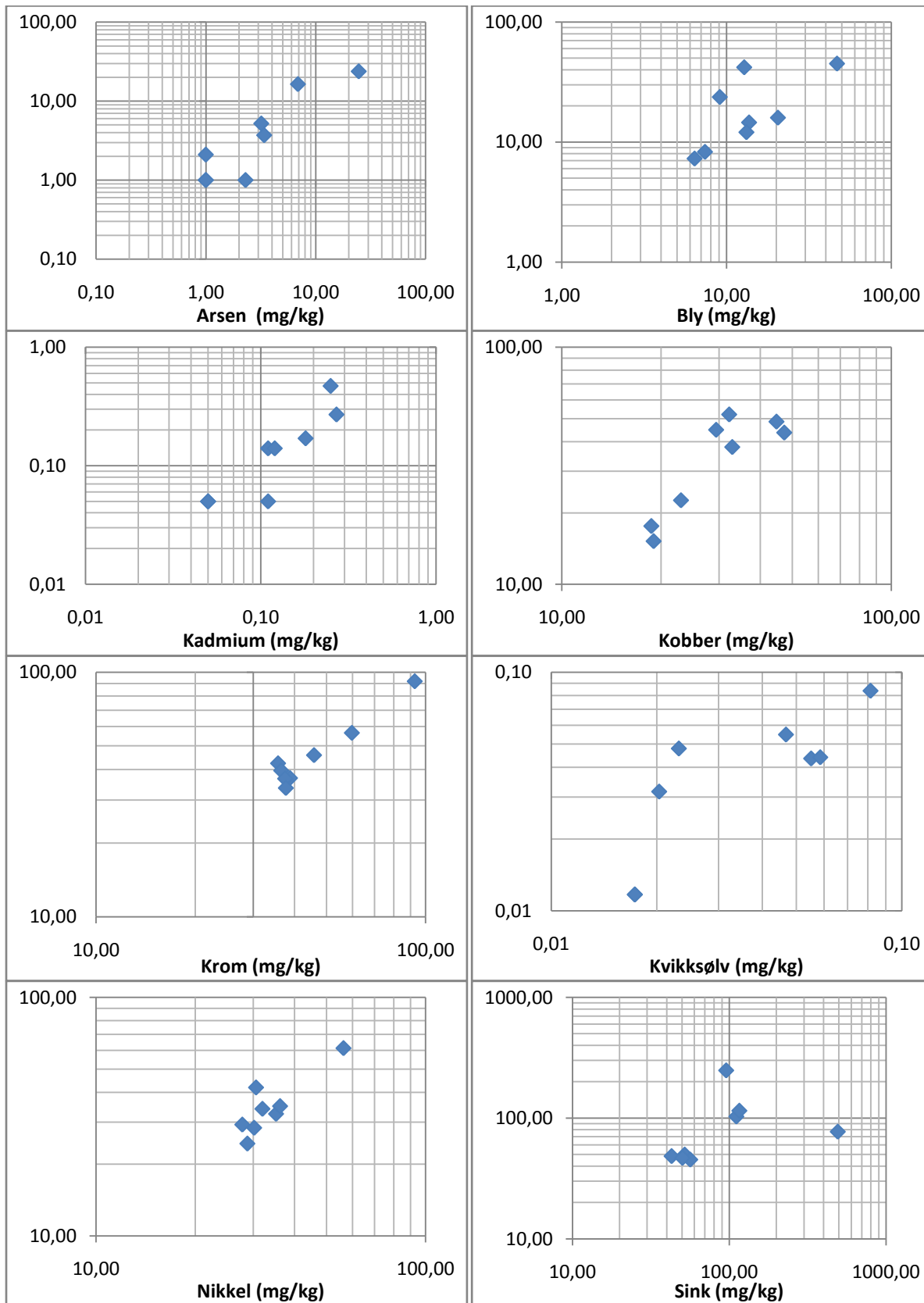
7. Kvalitetssikring

Det ble tatt dobbelprøver ved lokalitet nummer fem i åtte av de ti barnehagene som ble undersøkt, for å kunne kontrollere reproduserbarheten til arsen og metallene i jordprøvene, figur 7.1. Dobbeltprøvene ble behandlet sammen med de øvrige prøvene. Figur 7.2 viser reproduserbarheten til dobbeltprøvene. Alle analyseverdiene under deteksjonsgrensen er satt til halvparten av verdien.

Korrelasjonsdiagrammene i figur 7.2 viser at enkelte måleverdier avviker fra hverandre, noe som kan indikere en heterogen kjemisk sammensetning av jorda, eller unøyaktigheter på lab, i instrument eller i feltarbeidet. Halveringen av verdier under deteksjonsgrensen er årsaken til avviket for arsen. I blydiagrammet er det Sunnland og Spannet som gir de avvikende verdiene. For kadmium er det Sunnland barnehage som avviker. Det er flere verdier som varierer veldig for kvikksølv, men da verdiene generelt er lave, vil små avvik føre til store variasjoner. For sink er det Spannet og Dalsenget som avviker. Kobber-, krom- og nikkeldiagrammene er ganske lineære.



Figur 7.1 Oversikt over prøvepunkt og duplikat



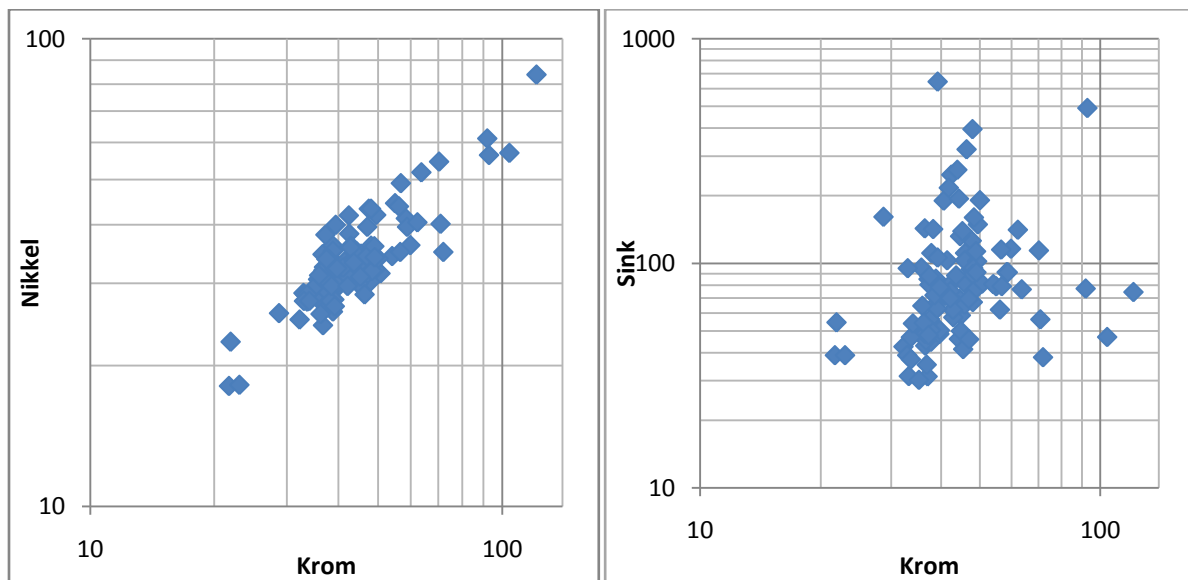
Figur 7.2 Korrelasjonsdiagrammer for duplikatprøvene.

7.1 Naturlig eller antropogen kilde til krom

I enkelte prøvepunkter ble det funnet høye verdier for krom. For å vurdere kilden til krom er det fremstilt korrelasjonsdiagrammer for krom/nikkel og krom/sink.

Samvariasjon mellom krom og nikkel indikerer naturlig geologisk kilde for krom og det er da liten sannsynlighet for å finne krom (VI). God samvariasjon mellom krom og sink indikerer antropogen innflytelse og en viss sannsynlighet for å finne krom (VI). Hvis verdiene for krom overstiger 100 mg/kg i Trondheim skal det tas oppfølgende prøver, for å sjekke for krom (VI).

Figur 7.1.1 viser god samvariasjon mellom krom og nikkel og dårlig samvariasjon mellom krom og sink. Dette tyder på en naturlig geologisk kilde for krom i prøvene. Det er tidligere vist at det fins mye krom naturlig i jorda i Trøndelag (Ottesen og medarbeidere, 2000). Korrelasjonsdiagrammer for barnehagene enkeltvis ligger under kapitlene for hver enkelt barnehage.



Figur 7.1.1 Korrelasjonen mellom krom og nikkel, og krom og sink (mg/kg)

8. Resultat og kommentarer

Ti barnehager sentralt i Trondheim ble undersøkt (Tabell 2.1). Resultater viser at 4 barnehager har jord med innhold av arsen eller bly over kvalitetskriteriene utarbeidet av Nasjonalt folkehelseinstitutt og SFT (Alexander, 2006).

Det ble påvist verdier over kvalitetskriteriet for arsen (over 20 mg/kg) i én barnehage, mens verdier over kvalitetskriteriet for bly (over 100 mg/kg) forekom i tre barnehager.

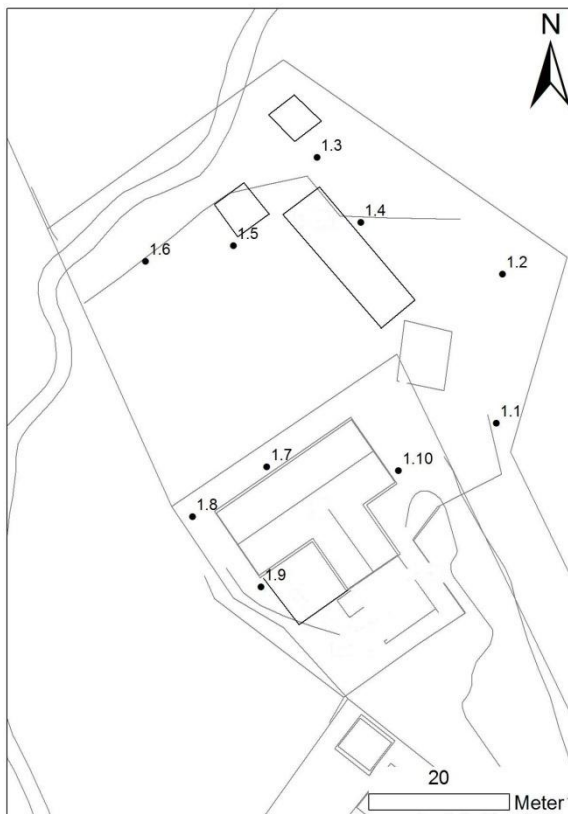
Det ble funnet CCA-trykkimpregnert trevirke i ni av ti undersøkte barnehager. I en barnehage ble det muligens observert kreosot på en stolpe. Planker var spikret opp rundt denne for å hindre eksponering, figur 8. Kart over barnehagens beliggenhet er vist i figur 2.1.



Figur 8 Muligens kreosotstolpe i Møllebakken barnehage

8.1 Spannet

I Spannet barnehage ble det ikke funnet forurensninger over kvalitetskriteriene for arsen eller metallene. Det ble funnet CCA-trykkimpregnert trevirke. Prøvepunktene for jord er presentert i figur 8.1.



Figur 8.1 Prøvepunktene for Spannet barnehage

8.1.1 Jordforurensning i Spannet barnehage

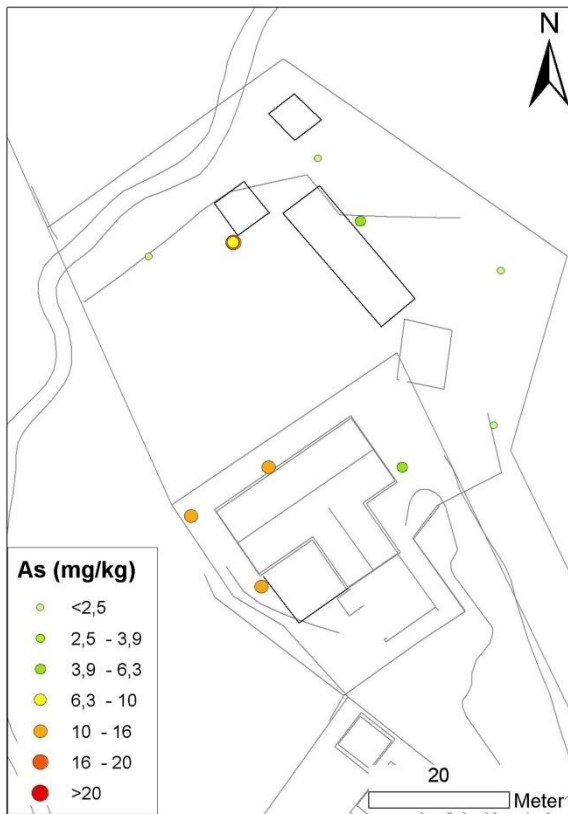
Jorda i Spannet barnehage viste ikke forurensninger over kvalitetskravene til SFT. Hvis man imidlertid velger å se på kvalitetskriteriene for mest følsomt arealbruk eller verdiene for stedeagne masser, er det en del verdier som ligger over disse verdiene. Tabell 8.1 viser verdiene for arsen og metallene i jorda i Spannet barnehage. Figur 8.1.1 – 8.1.8 viser nivåene presentert i kart for arsen og metallene.

Tabell 8.1 viser at enkelte arsen- og metall- verdier ligger litt over det som er antatt rett for stedeagne masser. Kilden kan være naturlig eller det kan komme fra tilkjørte masser.

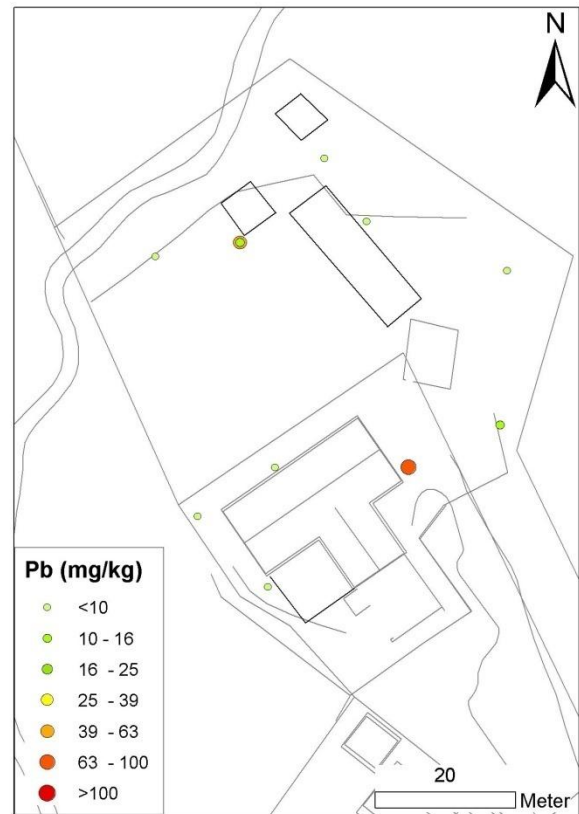
Tabell 8.1 Arsen og metallene i jorda i Spannet barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
1.1	<2	15,6	0,20	29,9	70,2	0,04	54,6	114
1.2	<2	6,90	0,12	33,1	121	<0,01	83,8	74,4
1.3	<2	8,50	0,16	20,5	38,4	<0,01	33,9	64,7
1.4	4,4	8,10	0,24	28,3	54,9	0,01	44,5	78,9
1.5	6,9	12,8	0,25	32,2	35,7	0,01	30,6	95,6
1.5d	16	42,1	0,47	52,0	42,4	0,17	41,9	248
1.6	1,0	8,10	0,14	16,6	21,9	0,05	22,5	54,5
1.7	14,3	2,30	0,16	38,6	70,8	0,06	40,2	56,2
1.8	10,8	1,50	0,32	193	49,4	<0,01	42,0	149
1.9	11,8	1,70	0,17	50	104	<0,01	57,0	46,9
1.10	5,1	76,4	0,42	32,9	40,6	0,10	32,5	190
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	6,7	15,4	0,24	47,9	59,0	0,1	44,0	106
Median	5,10	8,10	0,20	32,9	49,4	0,05	41,9	78,9
Maksimum	16,4	76,4	0,47	193	121	0,2	83,8	248
Minimum	<2	1,00	0,12	16,6	21,9	<0,01	22,5	46,9

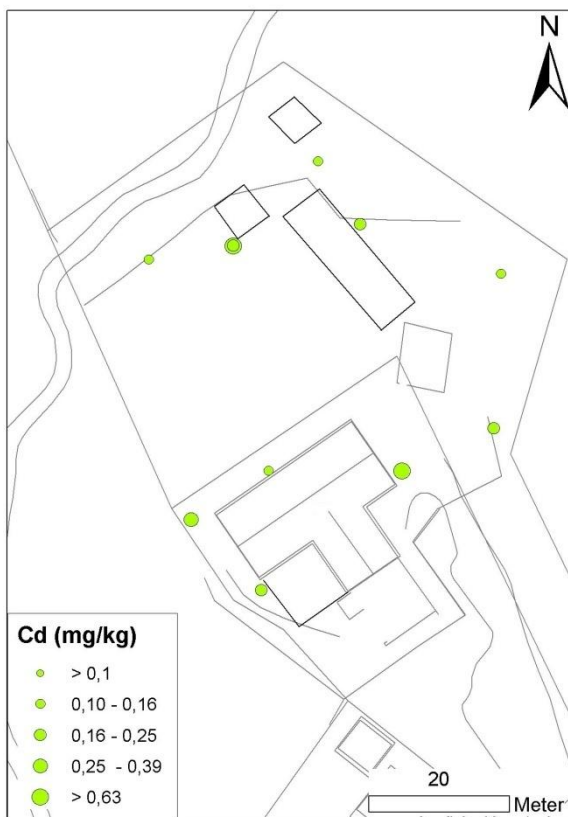
Resultat



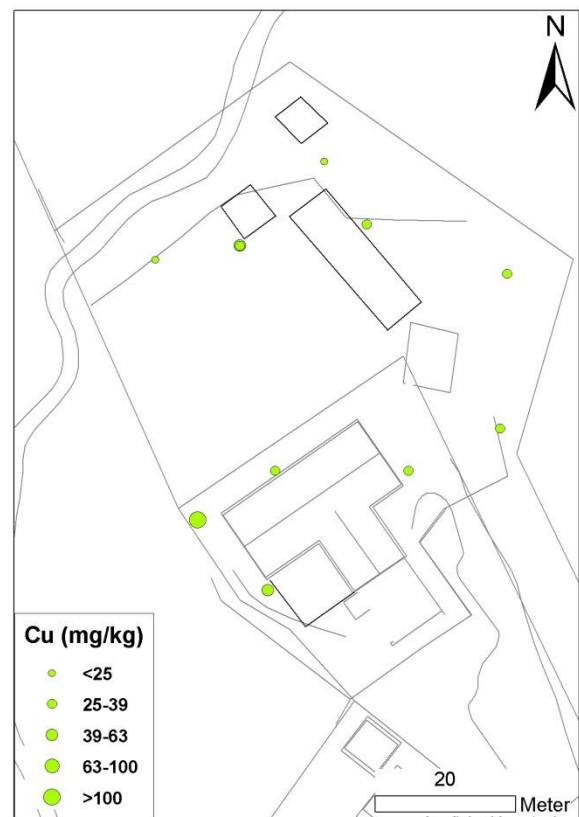
Figur 8.1.1 Arsen i Spannet barnehage



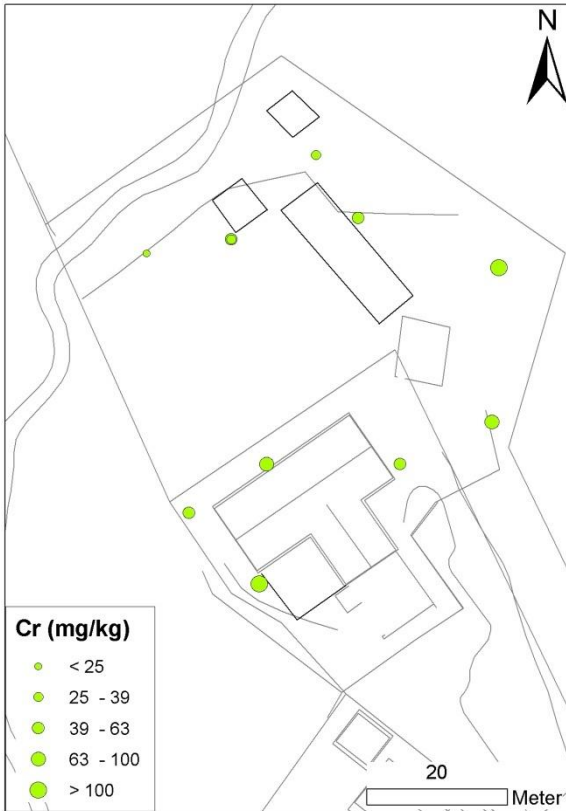
Figur 8.1.2 Bly i Spannet barnehage



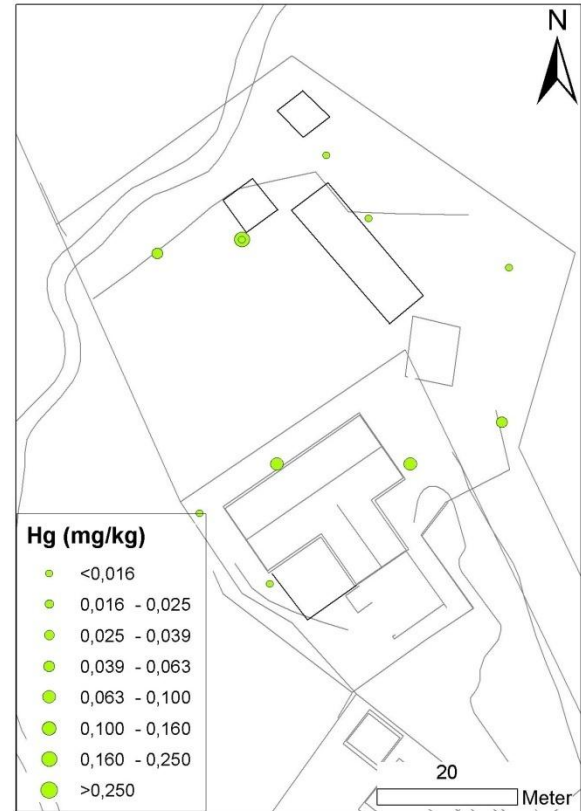
Figur 8.1.3 Kadmium i Spannet barnehage



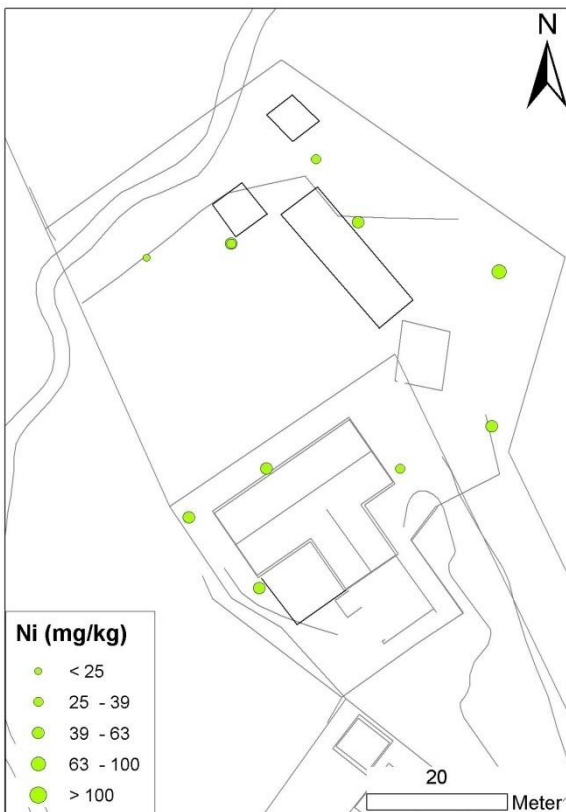
Figur 8.1.4 Kobber i Spannet barnehage



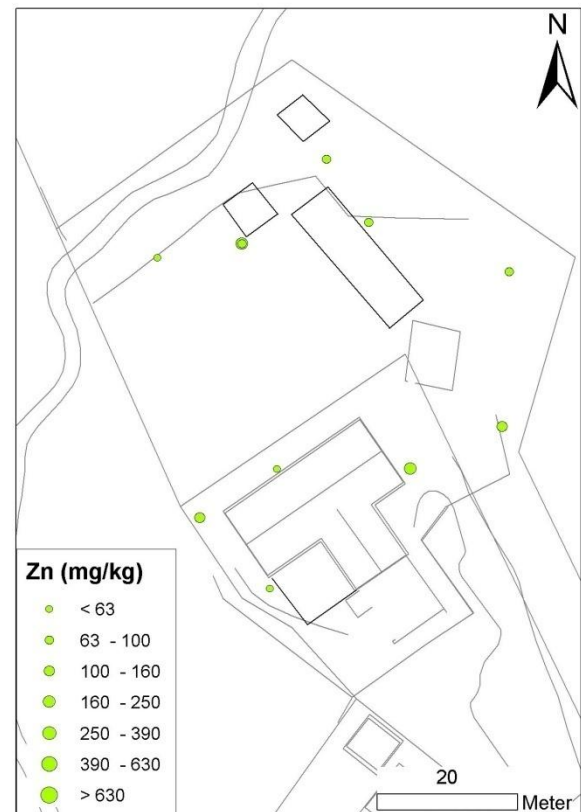
Figur 8.1.5 Krom i Spannet barnehage



Figur 8.1.6 Kvikksølv i Spannet barnehage

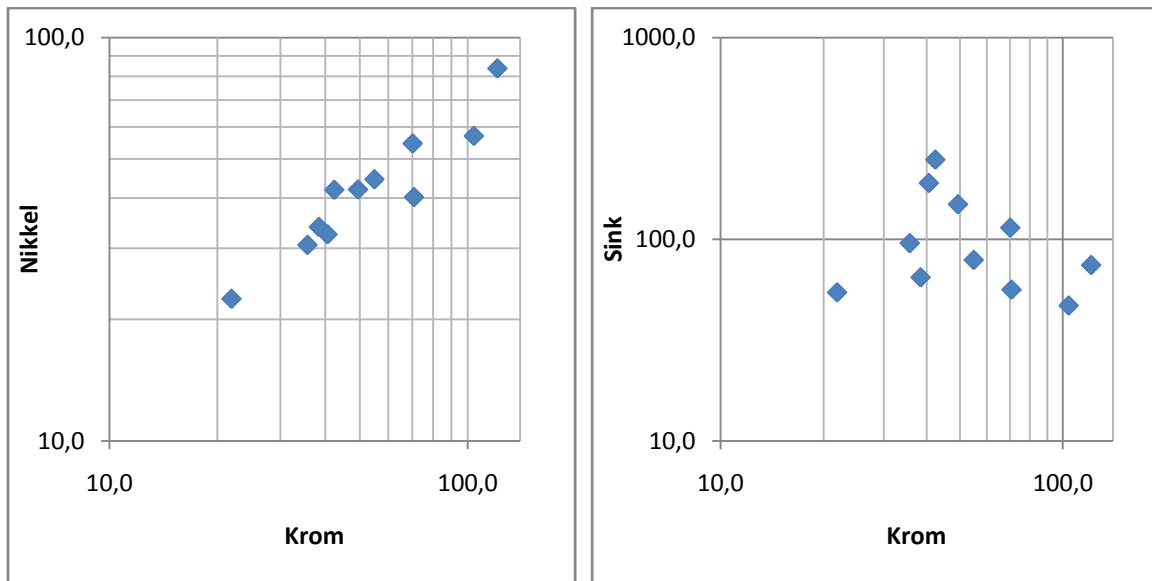


Figur 8.1.7 Nikkel i Spannet barnehage



Figur 8.1.8 Sink i Spannet barnehage

Resultat



Figur 8.1.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)

Kromverdiene er høye, men de har en naturlig kilde, vist i figur 8.1.9. Det er naturlig med en del krom i Trøndelagsdistriktet.

8.2 Voldsminde barnehage

I Voldsminde barnehage ble det ikke funnet noen forurensningsverdier over kvalitetskriteriene. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.2.



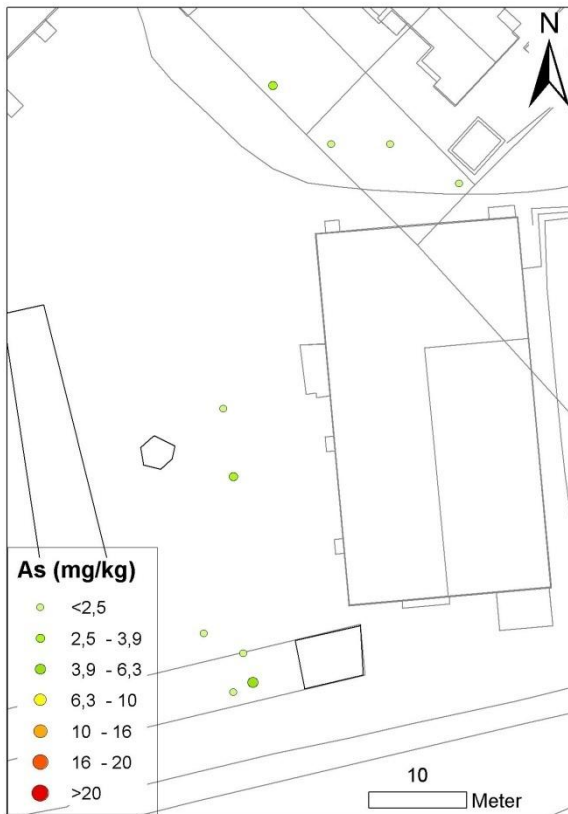
Figur 8.2 Prøvepunktene for Voldsminde barnehage

8.2.1 Jordforurensning i Voldsminde barnehage

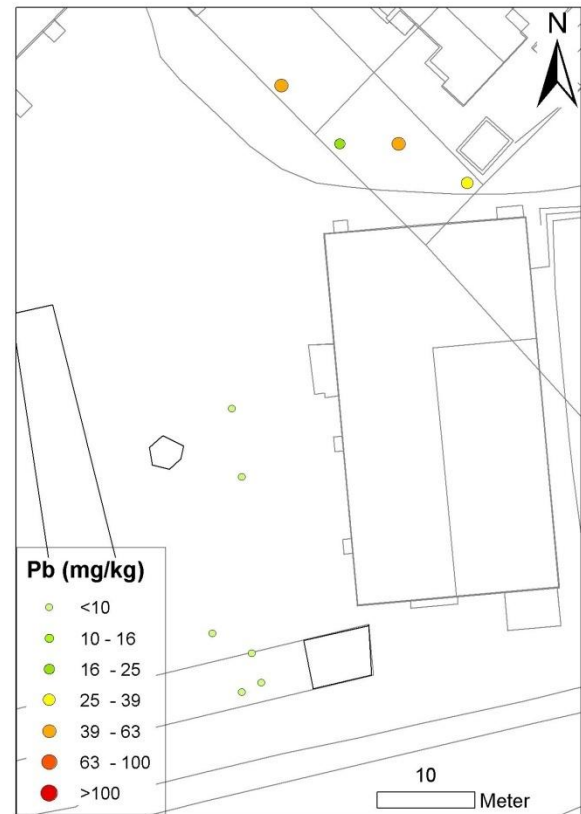
Ser av verdiene i jorda, tabell 8.2, at jorda er ren, i forhold til kvalitetskriteriene, i Voldsminde barnehage. Figur 8.2.1 – 8.2.8 viser nivåene presentert i kart for arsen og metallene.

Tabell 8.2 Arsen og metallene i jord i Voldsminde barnehage (mg/kg)

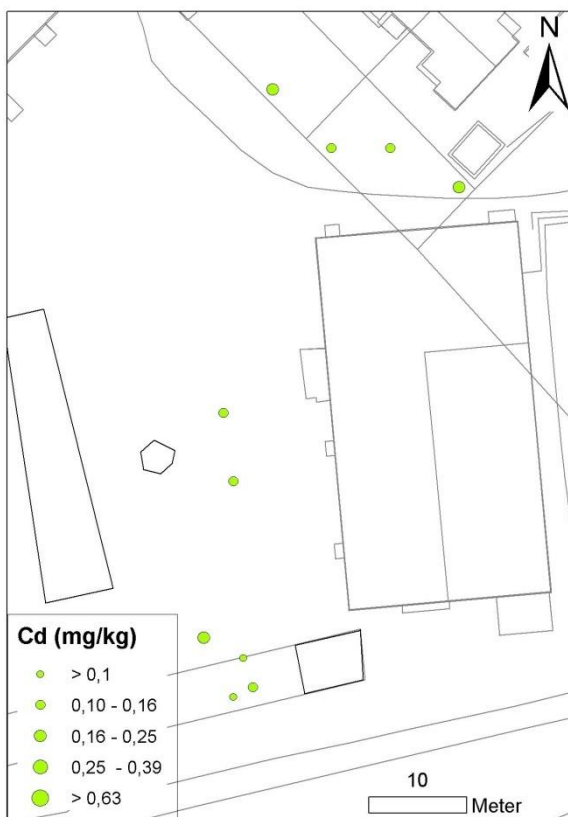
	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
2.1	<2	37,9	0,19	30,2	43,9	0,10	30,6	261
2.2	<2	46,3	0,16	28,7	47,7	0,11	31,7	126
2.3	<2	21,7	0,15	22,1	47,4	0,03	43,3	93,9
2.4	2,90	46,5	0,20	28,3	36,4	0,07	27,3	143
2.5	<2	6,40	0,11	29,4	36,5	0,02	27,8	42,9
2.5d	2,10	7,30	0,14	44,8	39,6	0,05	29,3	48,4
2.6	3,10	6,20	0,16	26,1	39,3	0,02	31,8	48,2
2.7	<2	4,90	0,17	21,9	71,9	<0,01	35,0	38,1
2.8	2,50	6,40	<0,1	28,1	44,3	0,01	35,1	46,0
2.9	4,40	7,50	0,12	22,1	36,5	<0,01	31,0	49,8
2.10	<2	4,80	0,05	27,9	32,2	<0,01	25,1	42,5
Kvalitets- kriterier	20	100	10			1	135	
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	1,9	17,8	0,14	28,1	43,2	0,04	31,6	85,4
Median	1,0	7,3	0,15	28,1	39,6	0,02	31,0	48,4
Maksimum	4,4	46,5	0,20	44,8	71,9	0,11	43,3	261
Minimum	<2	4,8	<0,1	21,9	32,2	<0,01	25,1	38,1



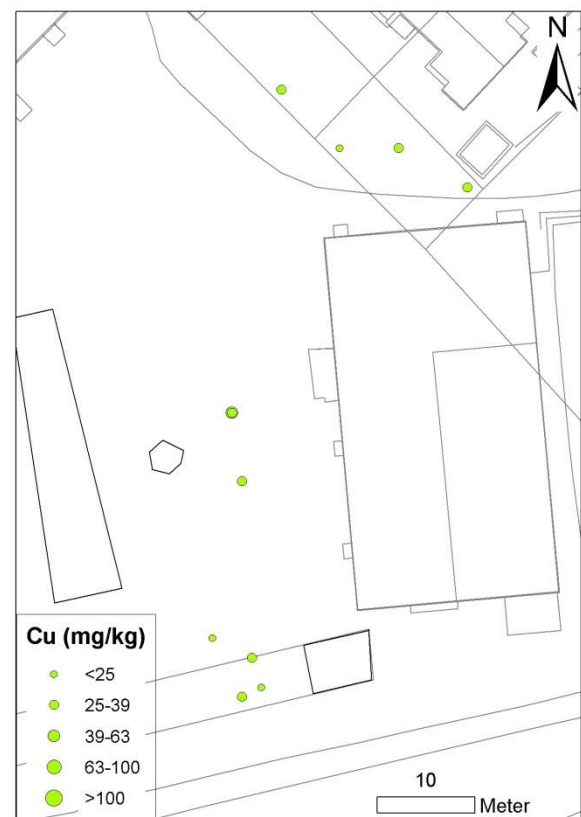
Figur 8.2.1 Arsen i Voldsminde barnehage



Figur 8.2.2 Bly i Voldsminde barnehage

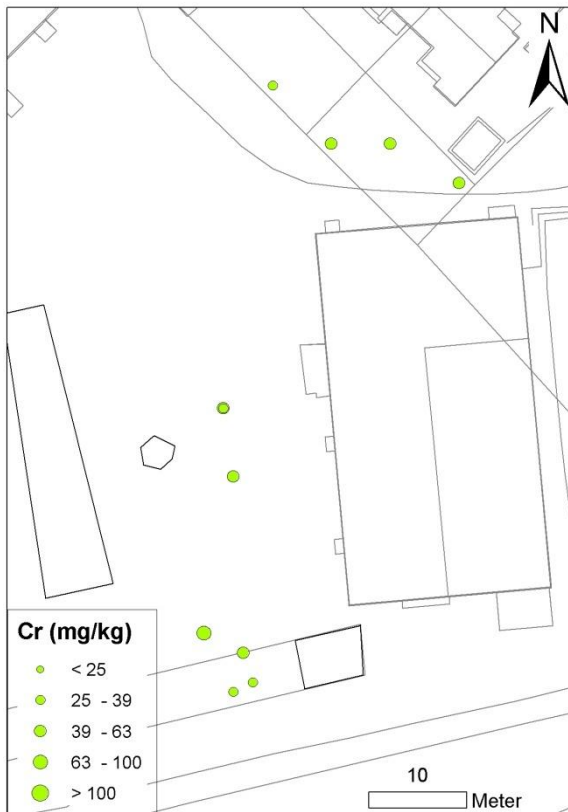


Figur 8.2.3 Kadmium i Voldsminde

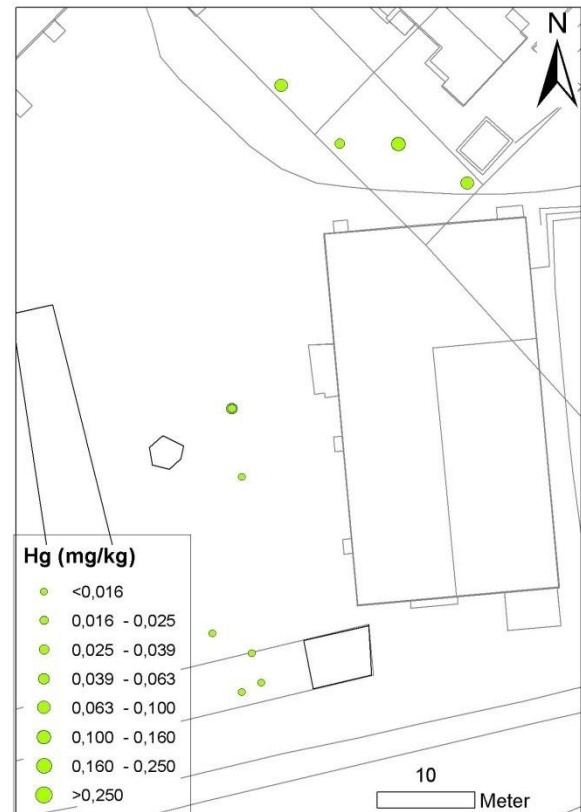


Figur 8.2.4 Kobber i Voldsminde

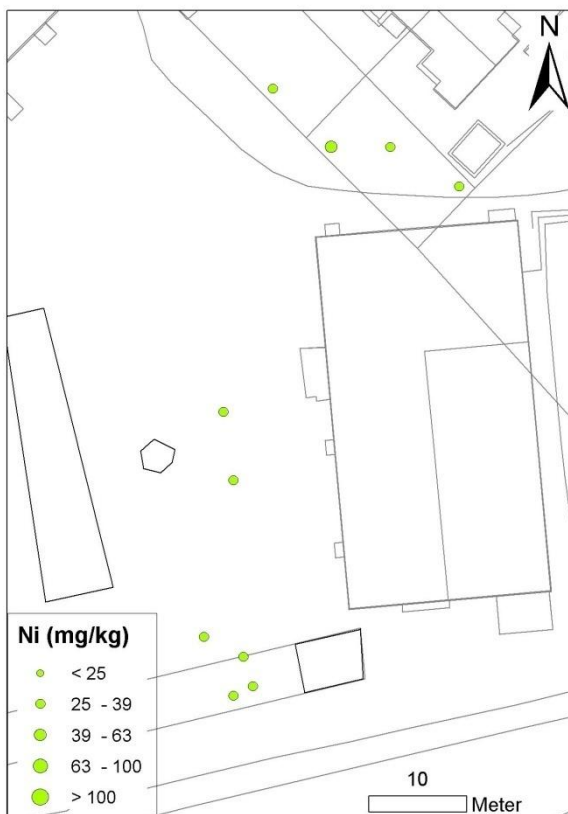
Resultat



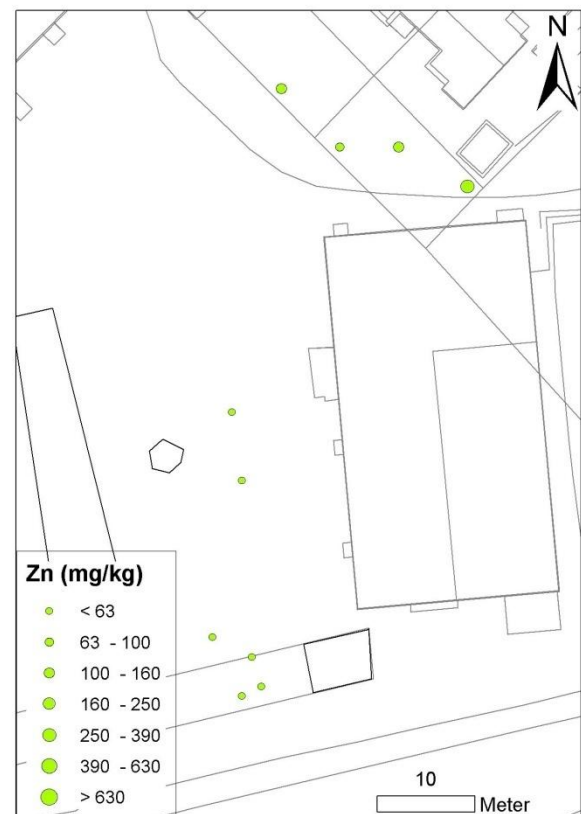
Figur 8.2.5 Krom i Voldsminde barnehage



Figur 8.2.6 Kvikksølv i Voldsminde

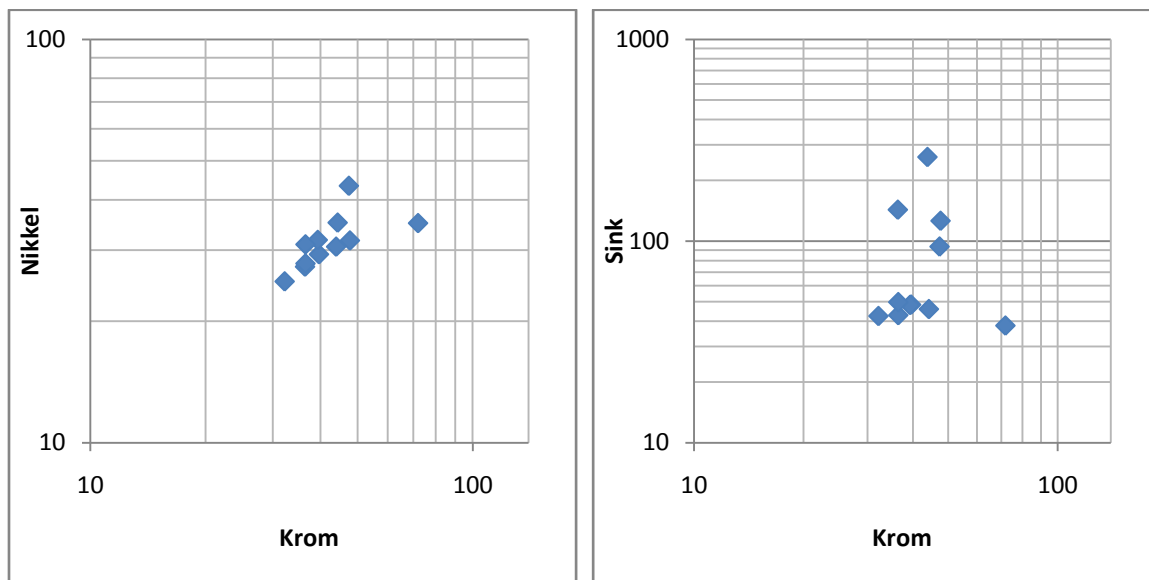


Figur 8.2.7 Nikkel i Voldsminde barnehage



Figur 8.2.8 Sink i Voldsminde barnehage

Figurene og tabellen over, viser at arsen og metallverdiene generelt ligger langt under kvalitetskriteriene. Heldigvis er det få CCA-trykkimpregnerte trevarer i Voldsminde barnehage, noe som kan tyde på at resultatene for barnehagen vil holde seg gode fremover også, hvis de få kildene til forurensning fjernes. Det er heller ingen blykilder i Voldsminde barnehage.

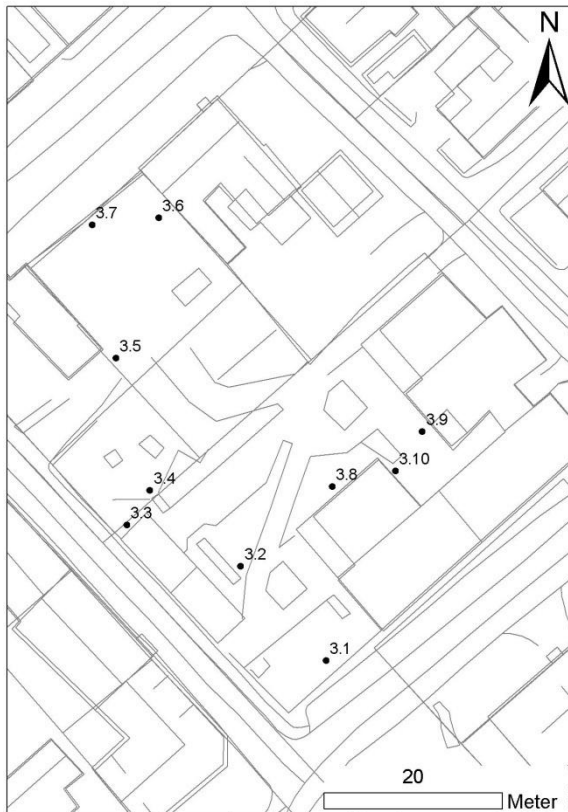


Figur 8.2.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, ikke mellom krom og sink

Kromverdiene er forholdsvis høye men det er en antropogen kilde, figur 8.2.9. Det er naturlig med en del krom i Trøndelagsdistriktet.

8.3 Møllenberg

I Møllenberg barnehage ble det ikke funnet noen forurensningsverdier over kvalitetskriteriene. Det var også svært få andre forurensninger i barnehagen som ble detektert. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.3.



Figur 8.3 Prøvepunktene for Møllenberg barnehage

8.3.1 Jordforurensning i Møllenberg barnehage

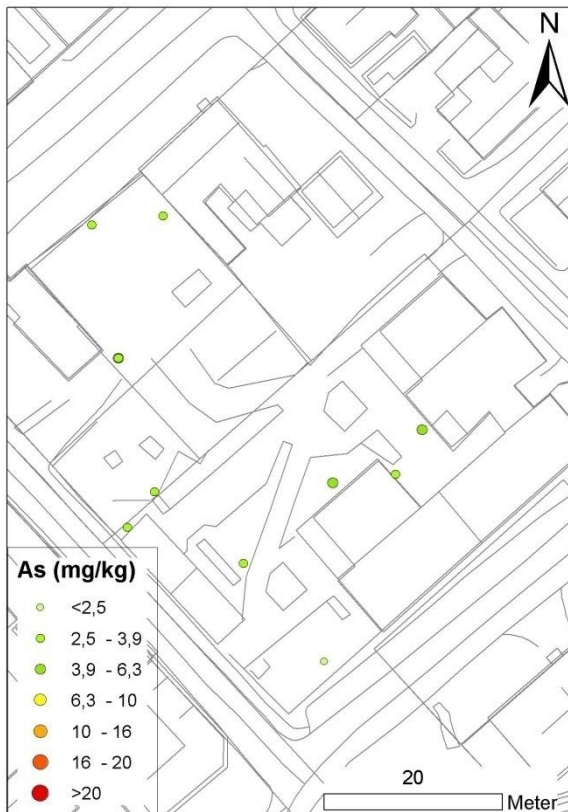
Verdiene i jorda, tabell 8.3, viser at det ikke er noen jordforurensning i Møllenberg barnehage i forhold til kvalitetskriteriene. Ut i fra kvalitetskriteriene for mest følsomt arealbruk eller verdiene for stedeagne masser, er Møllenberg barnehage også godt under kravene. Figur 8.3.1 - 8.3.8 viser nivåene presentert i kartfigurer for arsen og metallene.

I 1996 ble det ryddet opp i Møllenberg barnehage av Trondheim kommune, store mengder jord ble fjernet, samt CCA-trykkimpregnert materiale. Det er lite CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen nå og etter ti år er barnehagen fortsatt ren i henhold til kvalitetskriteriene.

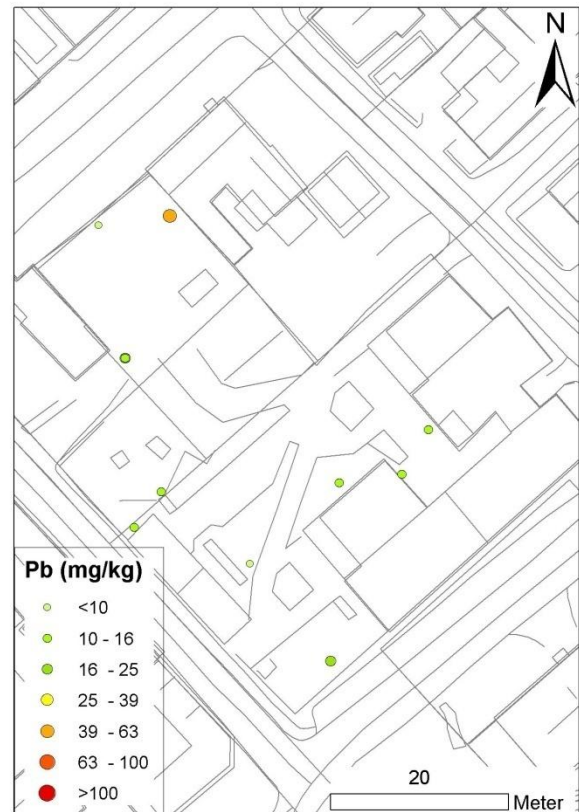
Tabell 8.3 Arsen og metallene i jord i Møllenberg barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
3.1	2,50	23,4	0,19	23,3	41,4	0,05	33,4	103
3.2	3,30	6,00	0,11	29,0	45,4	<0,01	34,7	41
3.3	3,30	10,1	0,11	20,3	37,7	0,01	34,0	45
3.4	3,50	11,0	0,12	24,9	44,8	0,02	33,2	59
3.5	3,20	20,5	0,18	23,0	45,9	0,06	32,0	111
3.5d	5,20	16,0	0,17	22,6	45,8	0,04	34,1	103
3.6	3,00	46,5	0,17	30,1	42,9	0,06	33,5	71
3.7	3,80	5,60	<0,1	43,5	44,5	0,01	33,0	69
3.8	6,30	14,0	0,17	31,5	42,5	0,02	38,3	82
3.9	4,80	12,9	0,21	26,1	37,2	0,03	27,0	85
3.10	2,60	12,2	0,16	24,5	28,7	0,06	25,9	161
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	3,8	16,2	0,15	27,2	41,5	0,032	32,6	84,5
Median	3,3	12,9	0,17	24,9	42,9	0,027	33,4	81,7
Maksimum	6,3	46,5	0,21	43,5	45,9	0,059	38,3	161,0
Minimum	2,5	5,6	<0,1	20,3	28,7	<0,01	25,9	41,4

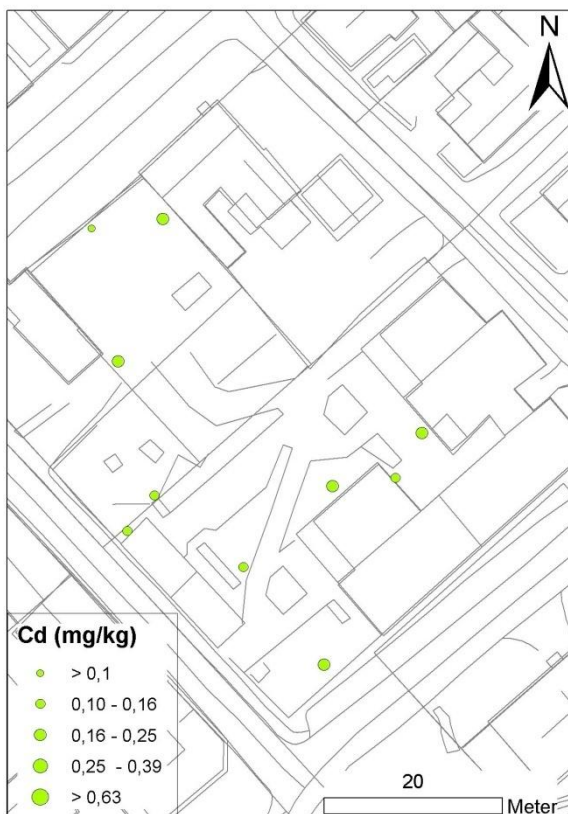
Resultat



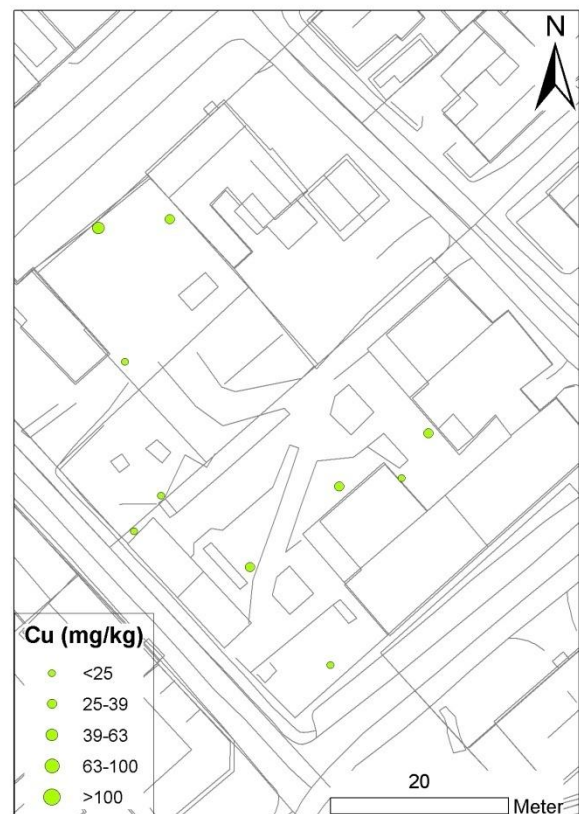
Figur 8.3.1 Arsen i Møllenberg barnehage



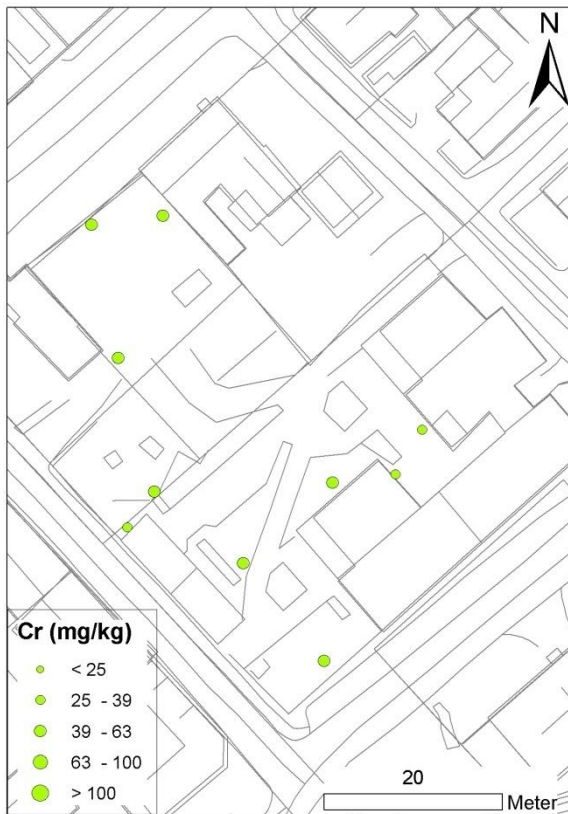
Figur 8.3.2 Bly i Møllenberg barnehage



Figur 8.3.3 Kadmium i Møllenberg barnehage



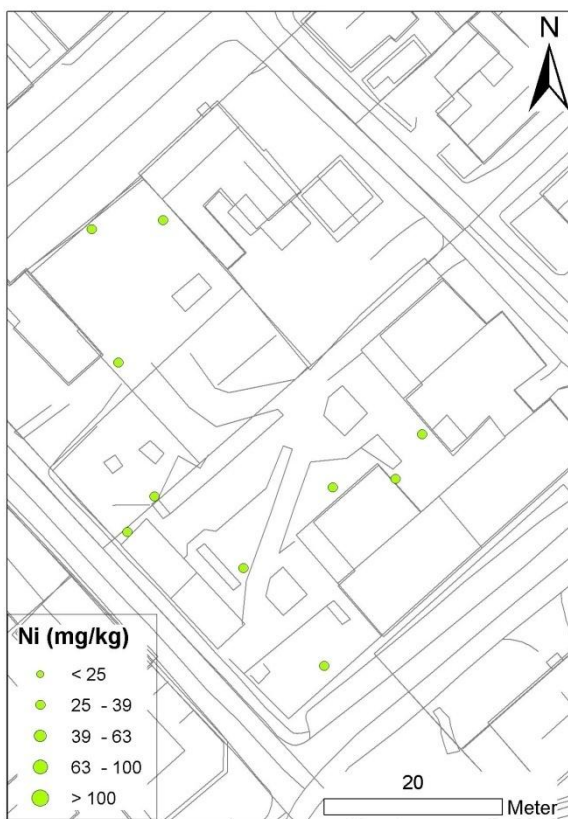
Figur 8.3.4 Kobber i Møllenberg barnehage



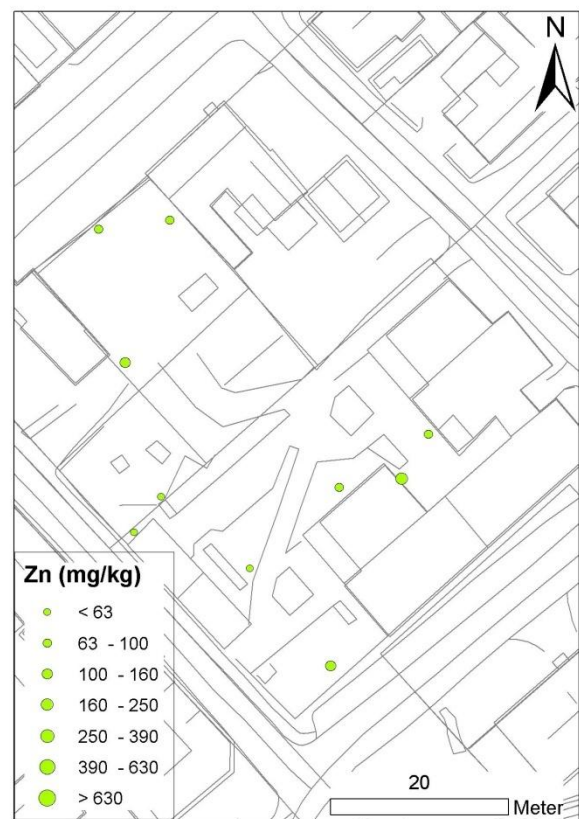
Figur 8.3.5 Krom i Møllenberg barnehage



Figur 8.3.6 Kvikksølv i Møllenberg barnehage



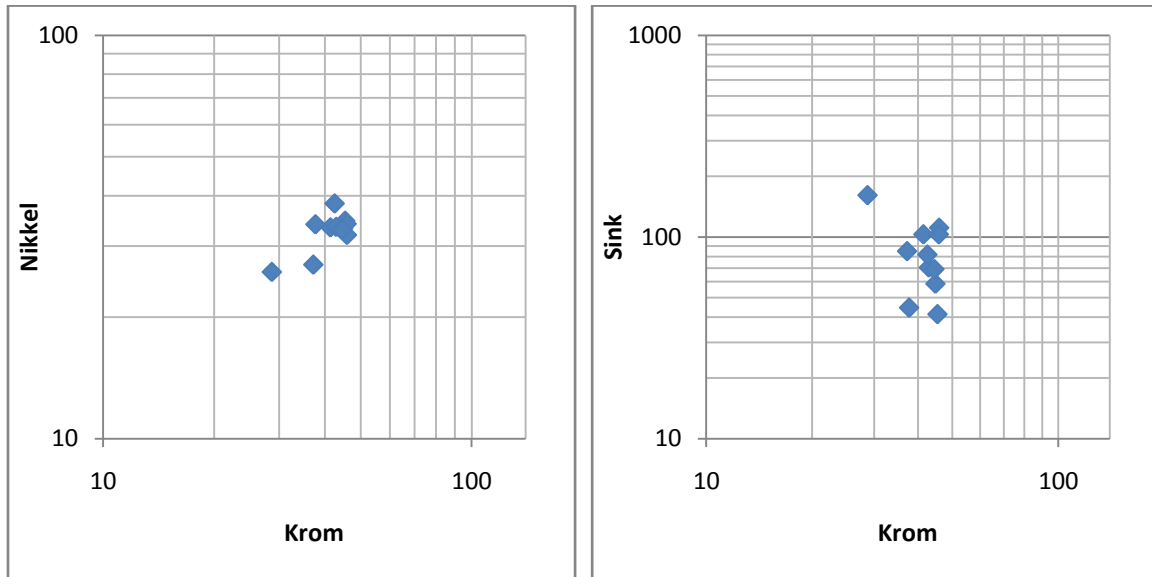
Figur 8.3.7 Nikkel i Møllenberg barnehage



Figur 8.3.8 Sink i Møllenberg barnehage

Resultat

Figurene og tabellen over viser at resultatene generelt ligger langt under kvalitetskriteriene. Heldigvis er det få CCA-trykkimpregnerte trevarer i Møllenberg barnehage, noe som kan tyde på at resultatene for barnehagen vil holde seg gode fremover også, hvis de få kildene til forurensning fjernes.

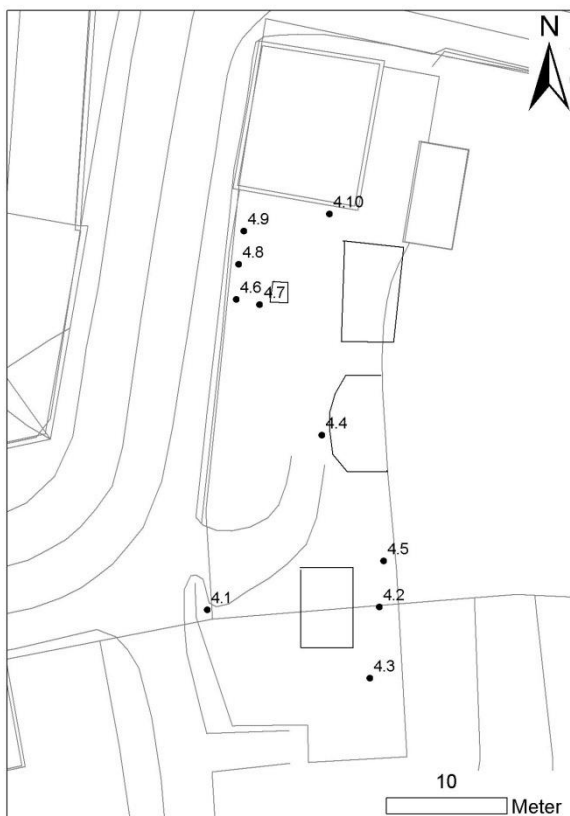


Figur 8.3.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)

Det er bedre samvariasjon mellom nikkel og krom enn mellom krom og sink, figur 8.3.9

8.4 Kongsgården barnehage

I Kongsgården barnehage ble det funnet bly over kvalitetskriteriene i ett prøvepunkt. Det var mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen som ble detektert. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.4.



Figur 8.4 Prøvepunktene for Kongsgården barnehage

8.4.1 Jordforurensning i Kongsgården barnehage

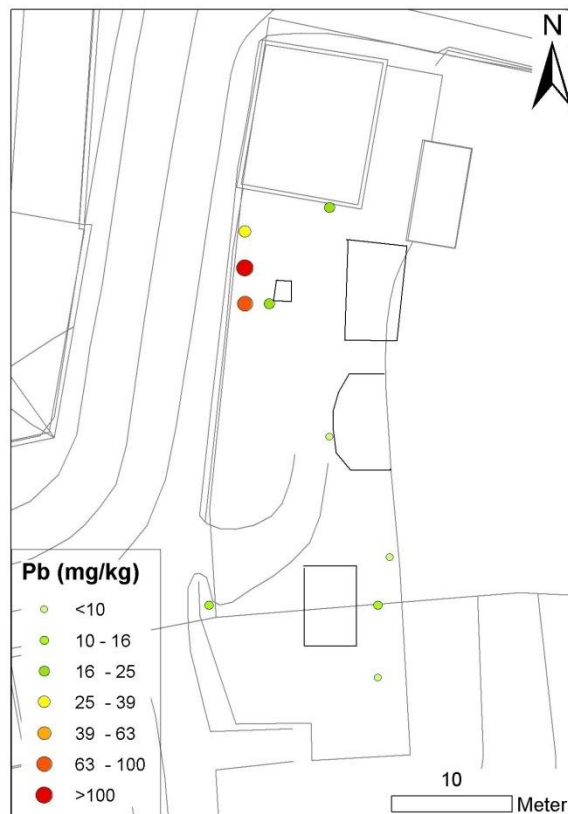
Innhold av arsen og metallene i jord er dokumentert i tabell 8.4. En prøve har et blyinnhold som overskrider kvalitetskriteriene. Figur 8.4.1 – 8.4.8 viser nivåene for arsen og metallene presentert i kartfigurer, figur 8.4.9 viser prøvepunktet der det ble detektert bly.

Tabell 8.4 Arsen og metallene i jord i Kongsgården barnehage (mg/kg)

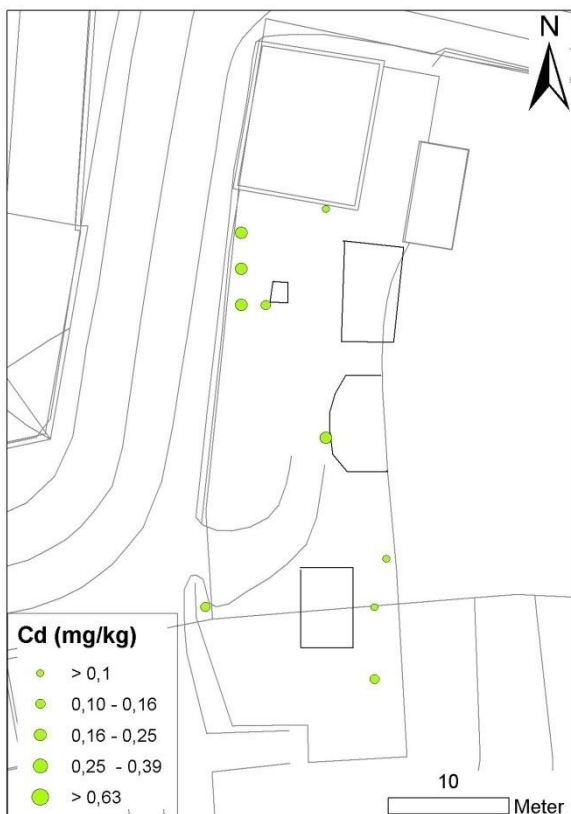
	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
4.1	<2	14,1	0,11	29,4	39,4	0,07	35,6	69,6
4.2	2,50	11,1	<0,1	26,9	36,6	0,06	34,6	53,9
4.3	<2	9,20	0,11	30,4	38,7	0,02	36,2	78,7
4.4	13,9	5,50	0,17	22,9	32,9	<0,01	28,6	38,9
4.5	2,30	7,40	<0,1	47,3	38,8	0,02	35,2	52,0
4.5d	<2	8,30	<0,1	43,6	36,9	0,03	32,5	49,8
4.6	3,50	68,0	0,24	46,3	47,9	0,36	30,3	396
4.7	2,50	20,5	0,16	26,2	37,8	0,09	33,9	111
4.8	4,80	190	0,24	41,3	44,3	0,24	33,7	194
4.9	4,00	29,0	0,18	32,8	41,8	0,04	32,6	217
4.10	<2	23,5	<0,1	27,1	37,4	0,03	26,6	80,3
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdier i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	3,4	35,1	0,13	34,0	39,3	0,088	32,7	121,9
Median	2,5	14,1	0,11	30,4	38,7	0,044	33,7	78,7
Maksimum	13,9	190,0	0,24	47,3	47,9	0,358	36,2	396,0
Minimum	<2	5,5	<0,1	22,9	32,9	<0,01	26,6	38,9



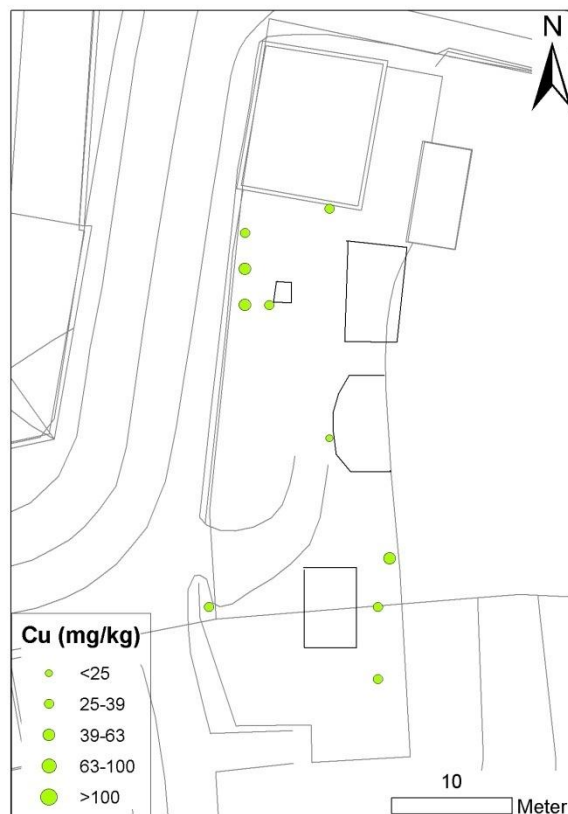
Figur 8.4.1 Arsen i Kongsgården



Figur 8.4.2 Bly i Kongsgården barnehage

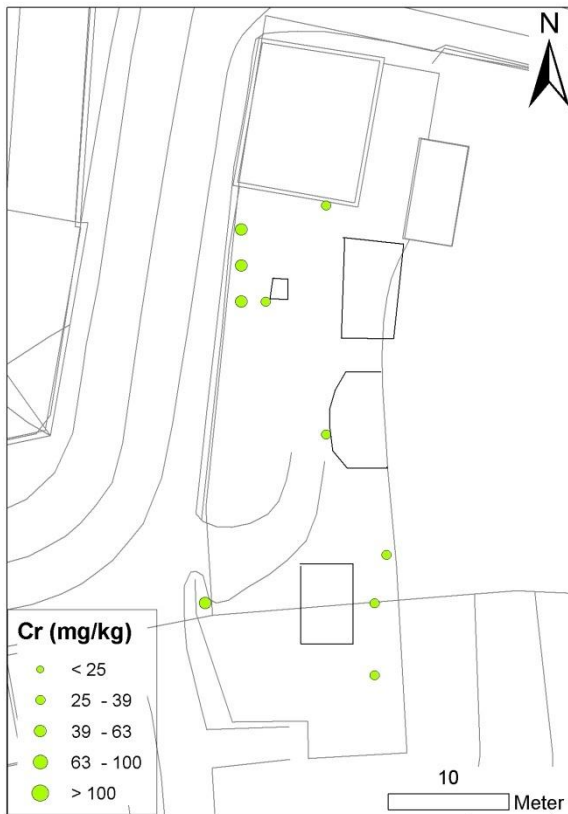


Figur 8.4.3 Kadmium i Kongsgården



Figur 8.4.4 Kobber i Kongsgården

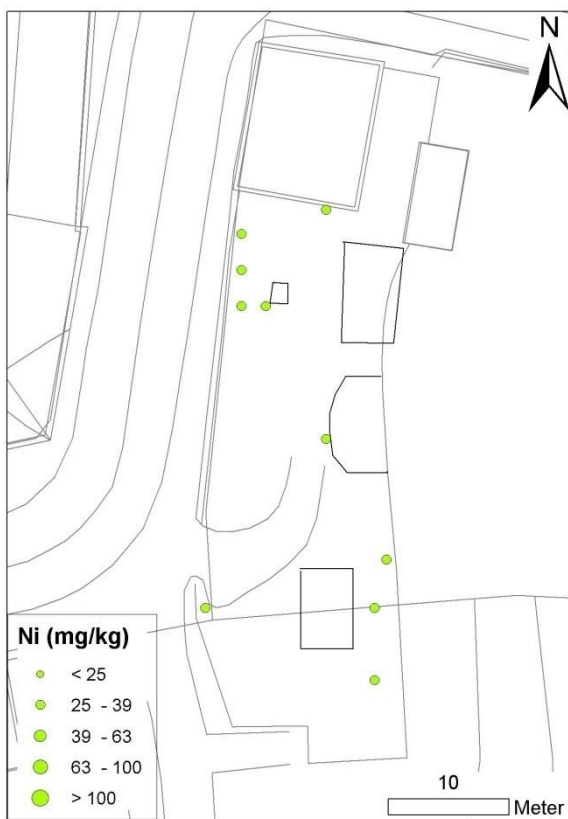
Resultat



Figur 8.4.5 Krom i Kongsgården



Figur 8.4.6 Kvikksølv i Kongsgården



Figur 8.4.7 Nikkel i Kongsgården

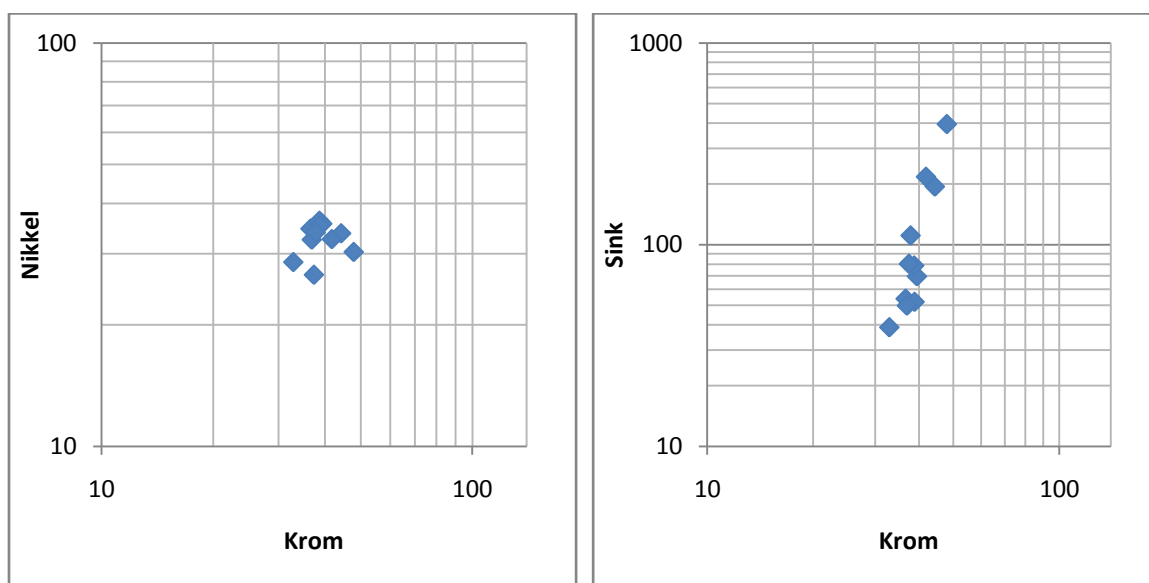


Figur 8.4.8 Sink i Kongsgården barnehage



Figur 8.4.9 Prøvepunkt (4.8) byjord med høyt innhold av bly (190 mg/kg)

Det er en del CCA-trykkimpregnering i Kongsgården barnehage, så faren for utlekking er stor, hvis kildene ikke blir fjernet. Foreløpig er jord verdiene allikevel godkjente i forhold til kvalitetskriteriene. Det ble funnet noe bly i trevirke i Kongsgården, og en oppsiktsvekkende blyverdi fra en sklie.

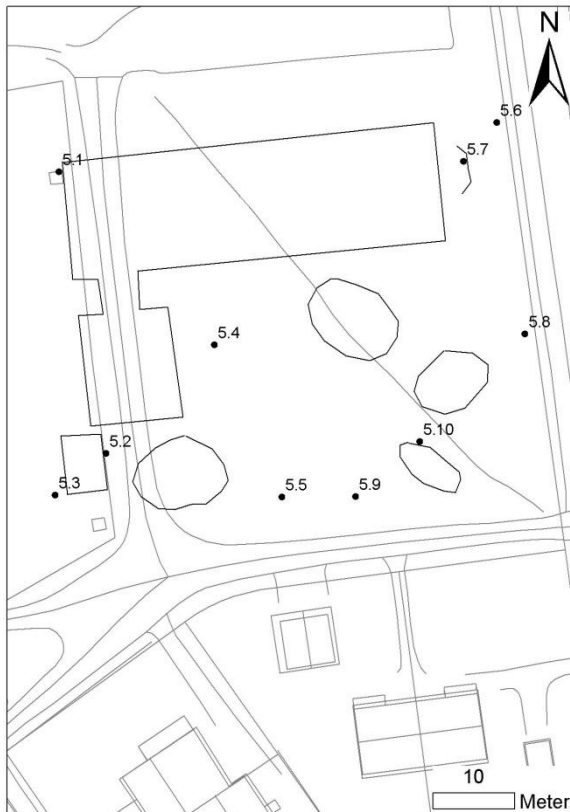


Figur 8.4.10 Liten samvariasjon mellom nikkel og krom, mer mellom krom og sink

Det var ikke så høye verdier av krom i Kongsgården barnehage, men det kan se ut som om krommet har en antropogen kilde, figur 8.4.10. Fordi kromverdiene er under 100 mg/kg er det ikke nødvendig å sjekke for krom (VI). Det er bare en blyverdi som ligger over det som er naturlig for grunnen i Trondheim.

8.5 Festningen

I Festningen barnehage ble det ikke funnet noen forurensningsverdier over kvalitetskriteriene. Det var også svært få andre forurensninger i barnehagen som ble detektert. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.5.



Figur 8.5 Prøvepunktene for Festningen barnehage

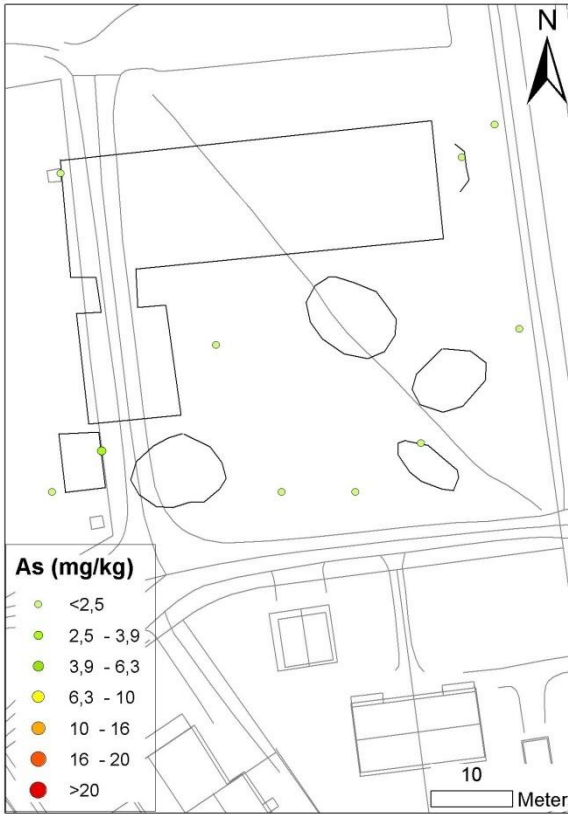
8.5.1 Jordforurensning i Festningen barnehage

Det var ikke trevirke i Festningen barnehage som inneholdt CCA-trykkimpregnering. Arsen og metall verdiene i Festningen barnehage viser at det ikke er noen verdier som overstiger det som er naturlig i ren jord i Trondheim, tabell 8.5. Figur 8.5.1 – 8.5.8 viser nivåene presentert i bildefigurer for arsen og metallene.

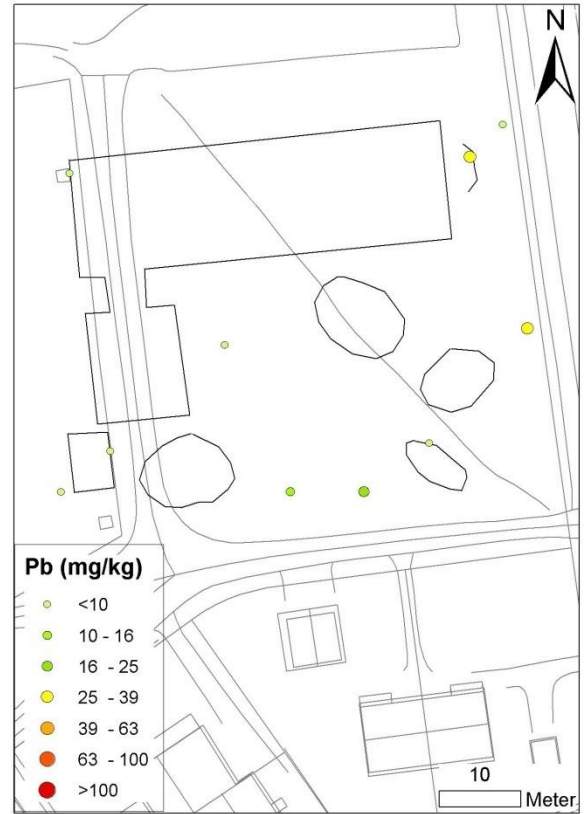
Tabell 8.5 Arsen og metallene i jord i Festningen barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
5.1	<2	8,50	<0,1	23,4	39,4	0,01	40,0	48,9
5.2	3,30	2,50	<0,1	29,2	50,6	<0,01	31,5	81,0
5.3	<2	4,00	<0,1	16,3	37,0	<0,01	30,7	31,3
5.4	<2	4,90	<0,1	16,2	33,2	<0,01	28,4	31,4
5.5	<2	13,7	<0,1	19,0	37,5	0,05	28,8	56,4
5.5d	<2	14,6	<0,1	15,2	36,7	0,06	24,4	45,3
5.6	<2	5,60	<0,1	18,0	36,8	<0,01	32,0	35,3
5.7	<2	29,7	<0,1	23,5	44,3	0,05	34,6	64,8
5.8	<2	30,6	0,16	26,5	58,3	0,09	41,3	91,2
5.9	<2	21,4	0,14	19,0	45,8	0,08	31,9	65,4
5.10	<2	4,40	<0,1	15,5	35,2	<0,01	29,6	30,2
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	1,2	12,7	0,07	20,2	41,3	0,033	32,1	52,8
Median	<2	8,5	<0,1	19,0	37,5	0,011	31,5	48,9
Maksimum	3,3	30,6	0,16	29,2	58,3	0,092	41,3	91,2
Minimum	<2	2,5	<0,1	15,2	33,2	<0,01	24,4	30,2

Resultat



Figur 8.5.1 Arsen i Festningen barnehage



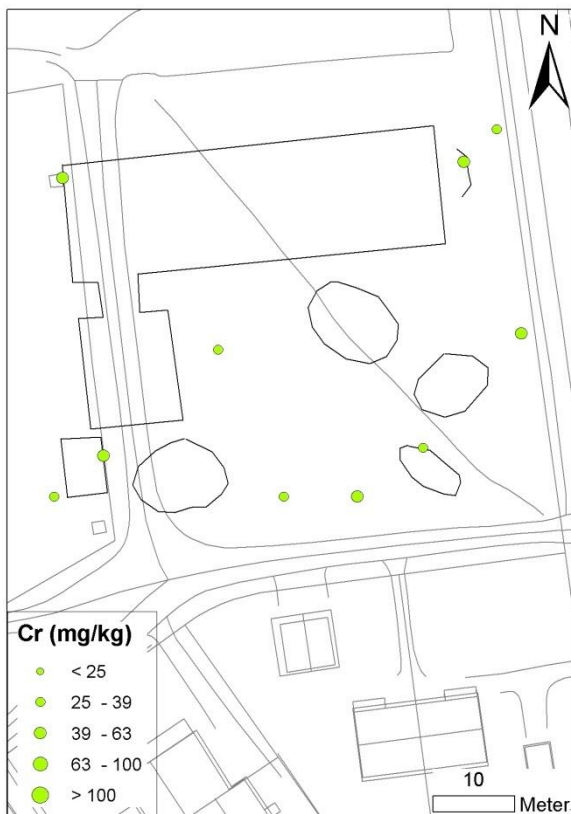
Figur 8.5.2 Bly i Festningen barnehage



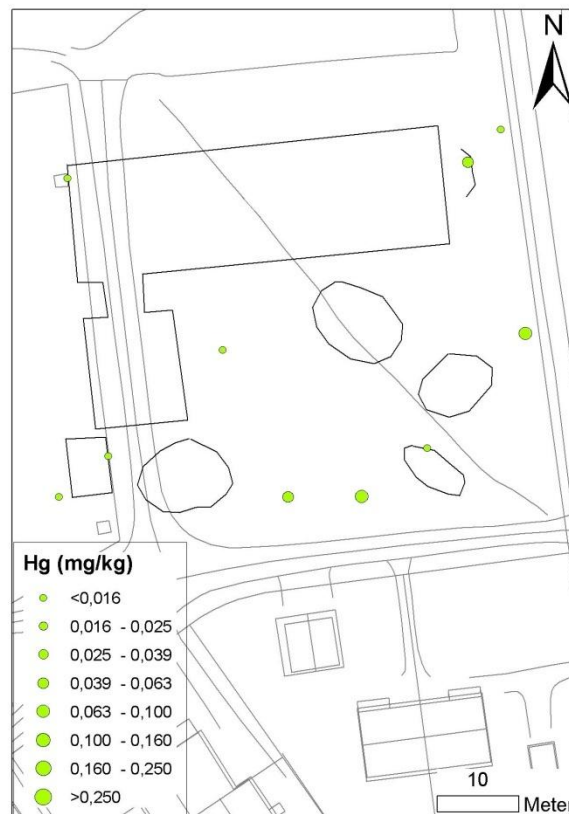
Figur 8.5.3 Kadmium i Festningen



Figur 8.5.4 Kobber i Festningen



Figur 8.5.5 Krom i Festningen barnehage



Figur 8.5.6 Kvikksølv i Festningen



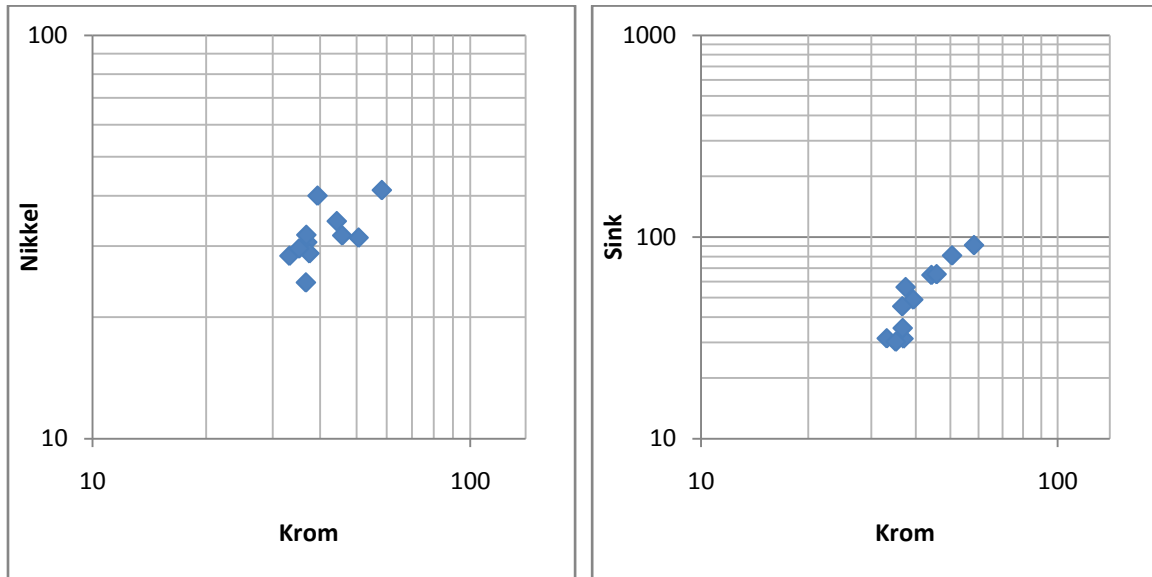
Figur 8.5.7 Nikkel i Festningen barnehage



Figur 8.5.8 Sink i Festningen barnehage

Resultat

Figurene og tabellen viser at resultatene generelt ligger langt under kvalitetskriteriene. Det er ingen CCA-trykkimpregnerte trevarer i Festningen barnehage, noe som kan tyde på at resultatene for barnehagen vil holde seg gode fremover også. Det var en gjenstand som inneholdt blymaling, og den bør fjernes.

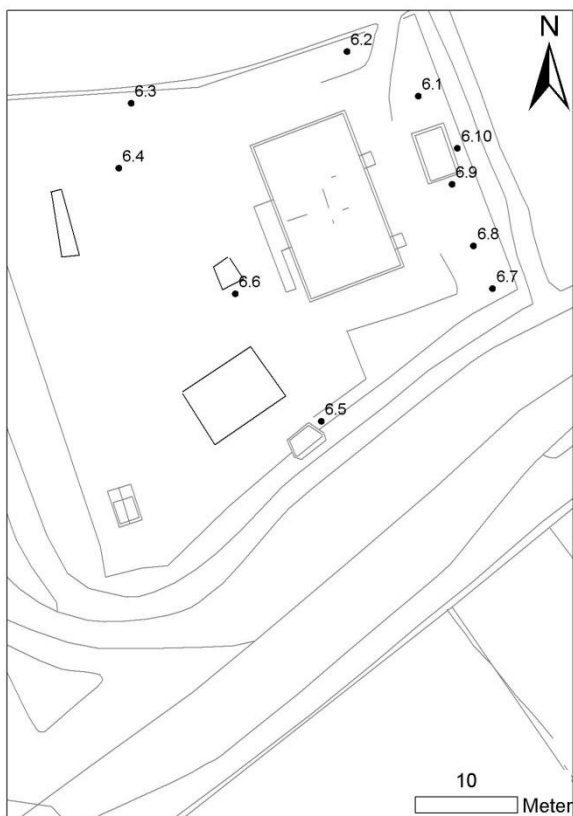


Figur 8.5.9 Liten samvariasjon mellom nikkel og krom, mer mellom krom og sink (mg/kg)

I Festningen barnehage ble det ikke funnet noen forurensning, men det ser ut til at krommet som er i jorden i festningen er antropogent, figur 8.5.9. Det vil si at det kan forekomme krom (VI) som er helseskadelig. Verdiene er under 100 mg/kg, så det vil si at faren for å finne krom (VI) er liten og videre undersøkelser er ikke nødvendig.

8.6 Singsaker barnehage

I Singsaker barnehage ble det funnet arsen over kvalitetskriteriene i flere prøvepunkt. Det var også mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen som ble detektert. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.6.



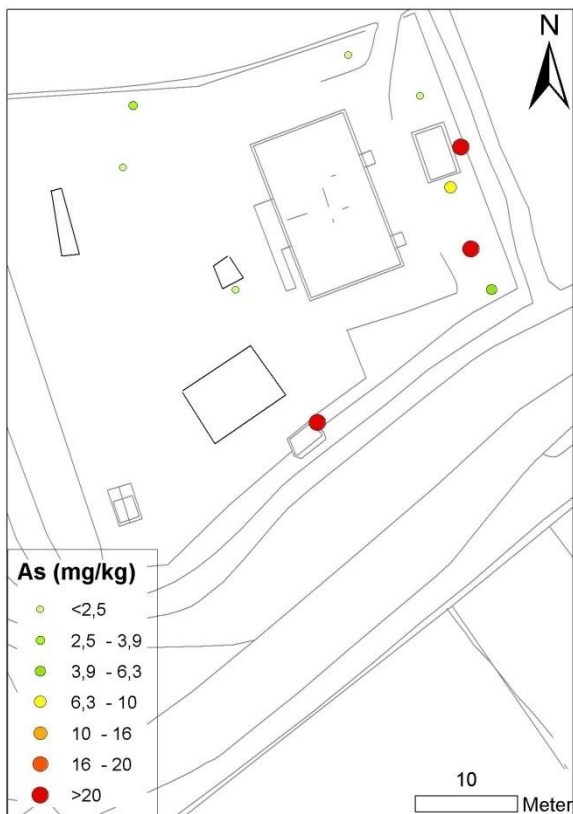
Figur 8.6 Prøvepunktene for Singsaker barnehage

8.6.1 Jordforurensning i Singsaker barnehage

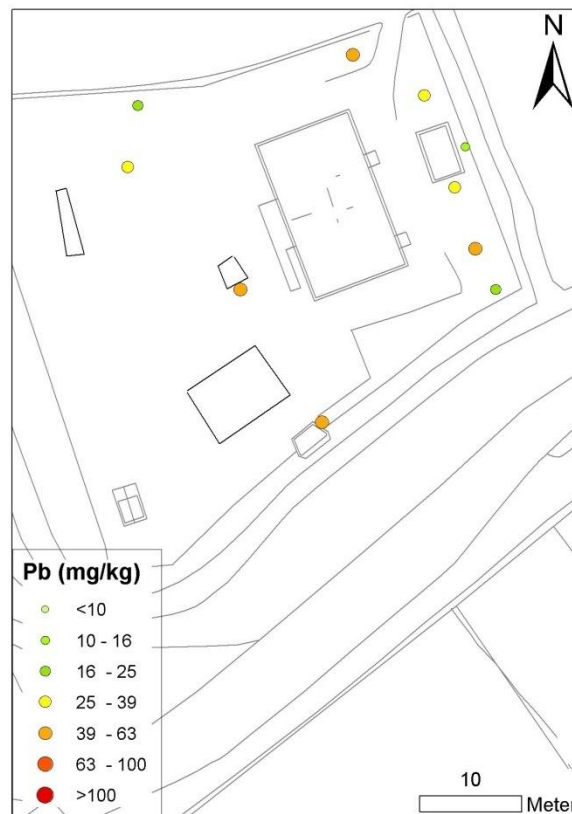
I Singsaker barnehage er det mye arsen i jorda. Tabell 8.6. viser verdiene for arsen og metallene i jorda i Singsaker barnhage. Figur 8.6.1 – 8.6.8 viser nivåene for henholdsvis arsen, bly, kobber og krom presentert i bildefigurer. Prøvepunktene med forhøye verdier av arsen er vist i figur 8.6.9 – 8.6.11.

Tabell 8.6 Arsen og metallene i Singsaker barnehage (mg/kg)

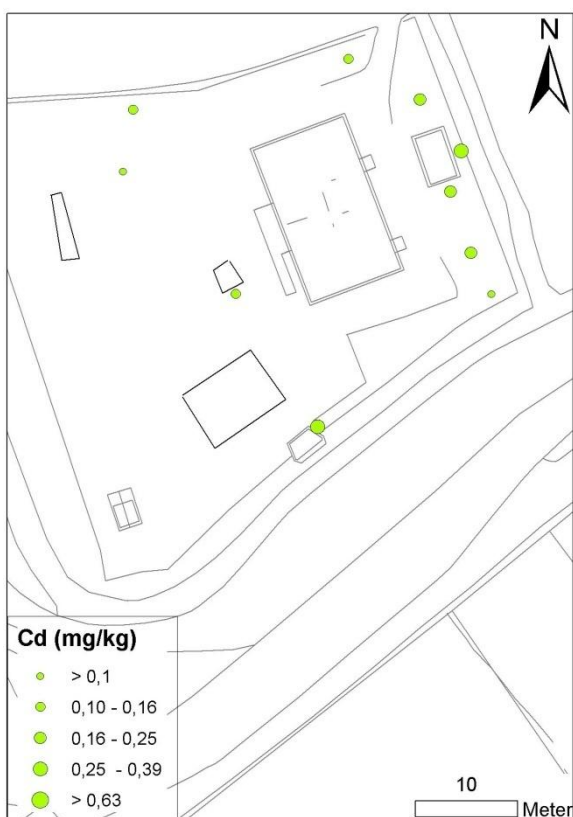
	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
6.1	2,20	33,2	0,17	20,7	49,2	0,069	32,2	102
6.2	2,00	59,1	0,14	22,3	48,1	0,121	32,0	95,2
6.3	3,40	22,1	0,12	19,4	39,2	0,046	32,2	106
6.4	<2	26,8	<0,1	28,8	54,0	0,093	34,3	80,7
6.5	24,7	46,8	0,27	32,9	59,8	0,081	36,2	116
6.5d	23,8	45,2	0,27	37,9	56,5	0,084	35,0	115
6.6	2,50	40,2	0,14	20,8	45,6	0,102	30,6	82,0
6.7	6,00	18,5	<0,1	20,3	39,7	0,011	29,9	50,3
6.8	21,5	39,1	0,22	41,2	48,0	0,033	36,1	89,3
6.9	8,80	38,2	0,19	24,9	44,6	0,096	30,0	132
6.10	26,6	15,9	0,28	25,7	38,8	0,037	26,1	85,3
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	11,1	35,0	0,17	26,8	47,6	0,070	32,2	95,8
Median	6,0	38,2	0,17	24,9	48,0	0,081	32,2	95,2
Maksimum	26,6	59,1	0,28	41,2	59,8	0,121	36,2	132,0
Minimum	<2	15,9	<0,1	19,4	38,8	0,011	26,1	50,3



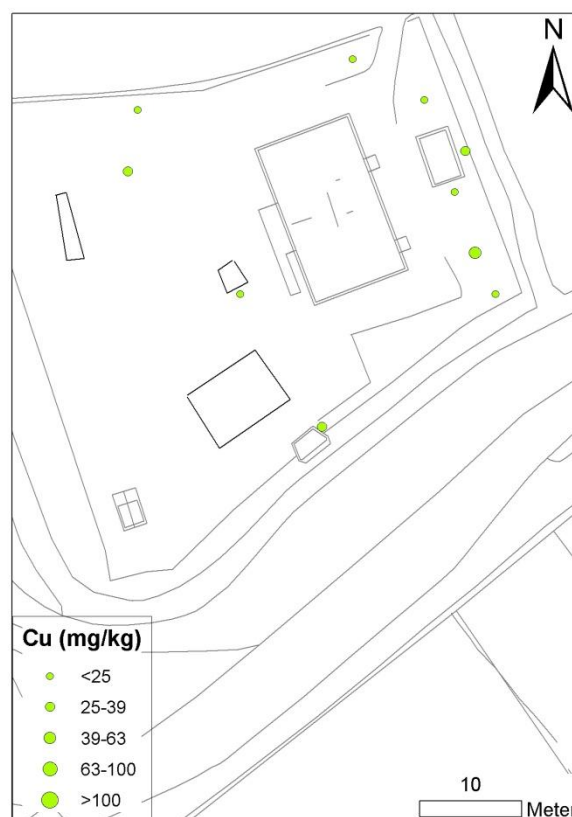
Figur 8.6.1 Arsen i Singaker barnehage



Figur 8.6.2 Bly i Singaker barnehage

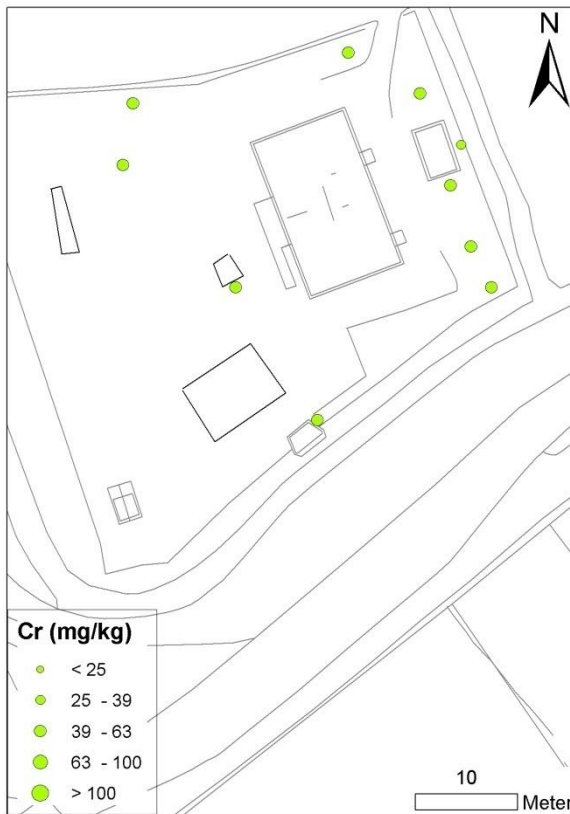


Figur 8.6.3 Kadmium i Singaker

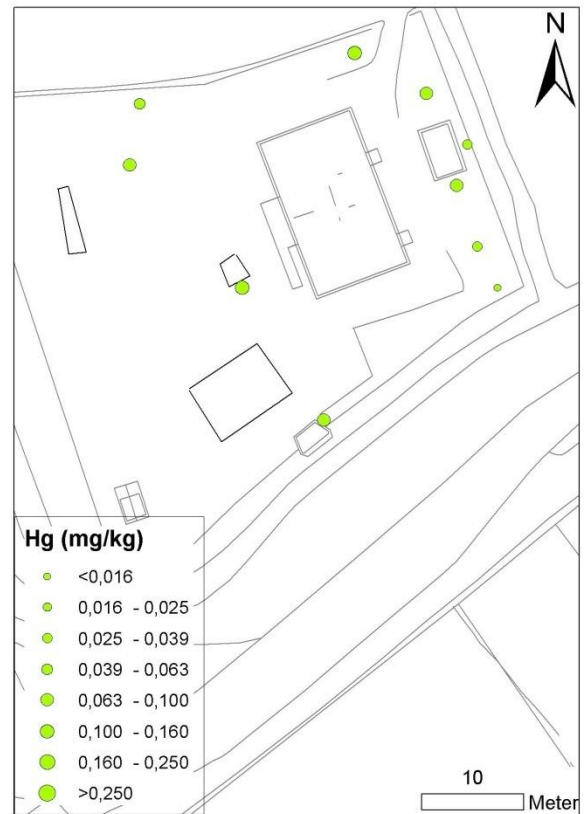


Figur 8.6.4 Kobber i Singaker barnehage

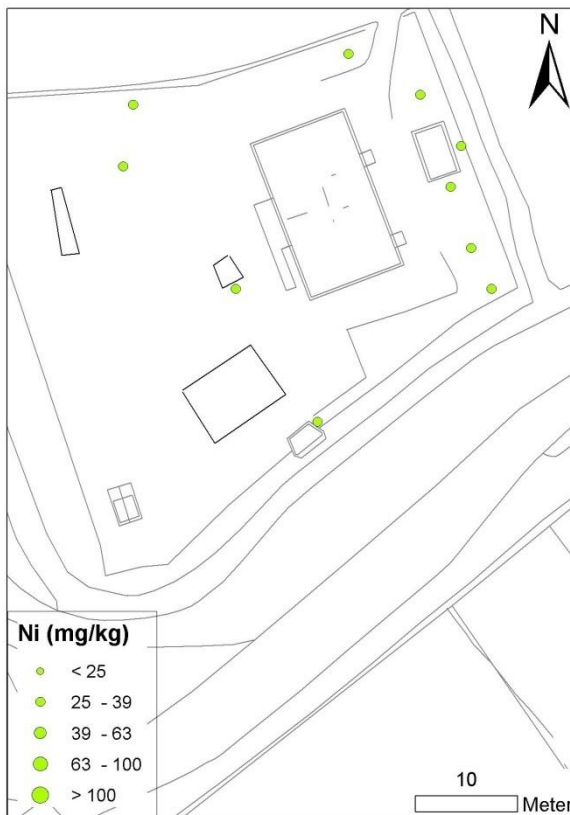
Resultat



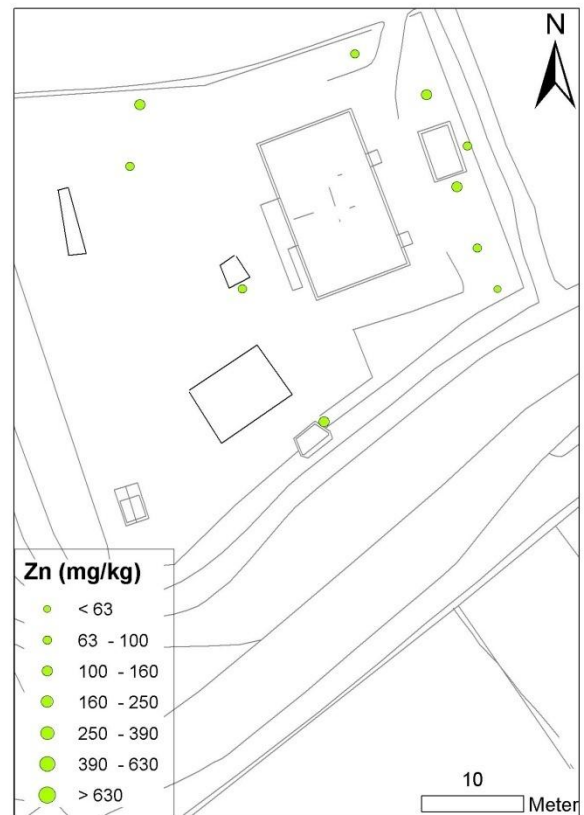
Figur 8.6.5 Krom i Singaker barnehage



Figur 8.6.6 Kvikksølv i Singaker



Figur 8.6.7 Nikkel i Singaker barnehage



Figur 8.6.8 Sink i Singaker barnehage



Figur 8.6.9 Prøvepunkt (6.5 og 6.5d) med høyt innhold av arsen (24,6 mg/kg og 23,8 mg/kg)



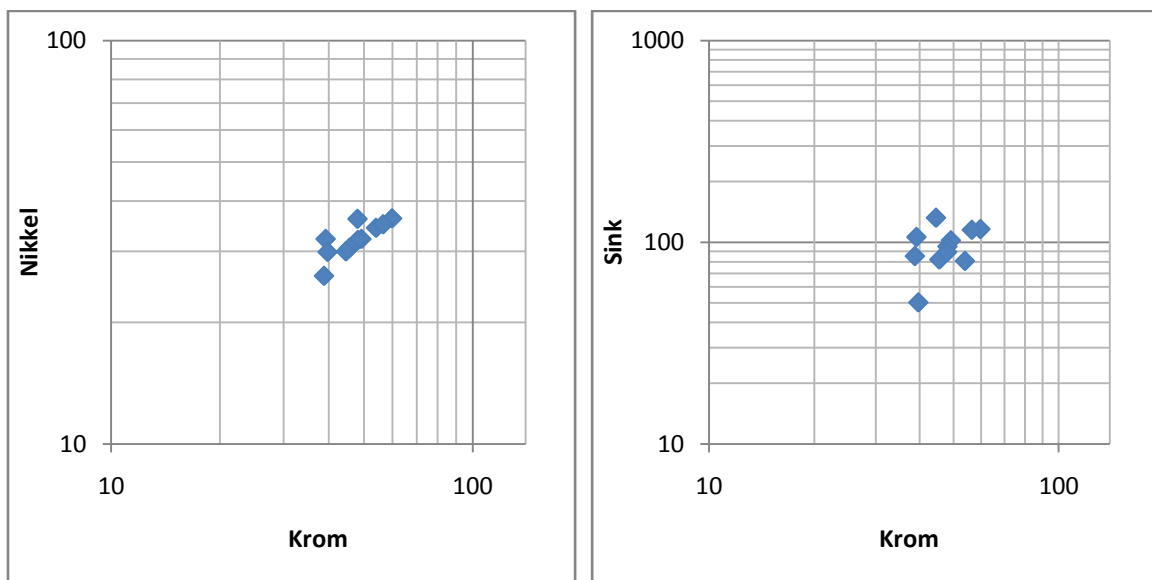
Figur 8.6.10 Prøvepunkt (6.8) med høyt innhold av arsen (21,5 mg/kg)

Resultat



Figur 8.6.11 Prøvepunkt (6.10) med høyt innhold av arsen (26,6 mg/kg)

Det er en del CCA-trykkimpregnering i Singsaker barnehage, det kan være kilden bak arsenet i jorda, men det kan også være andre kilder til forurensningen, enten at det er der naturlig, det er tilført forurensede masser eller at det har kommet gjennom luftforurensning. Blyverdiene ligger også over det som er bakgrunnsverdiene i Trondheim. Det kan kanskje tyde på byjordsforurensning.

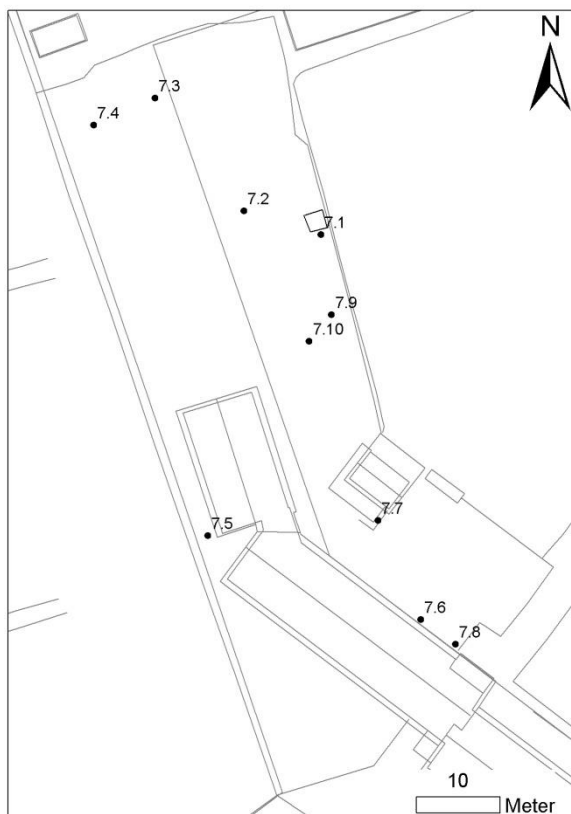


Figur 8.6.12 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)

Figur 8.6.12 viser en god samvariasjon mellom nikkel og krom, det tyder på at krommet i Singsaker barnehage har en naturlig kilde.

8.7 Dalsenget barnehage

I Dalsenget barnehage ble det ikke funnet forurensninger over kvalitetskriteriene i noen prøvepunkt. Det ble derimot påvist mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.7.



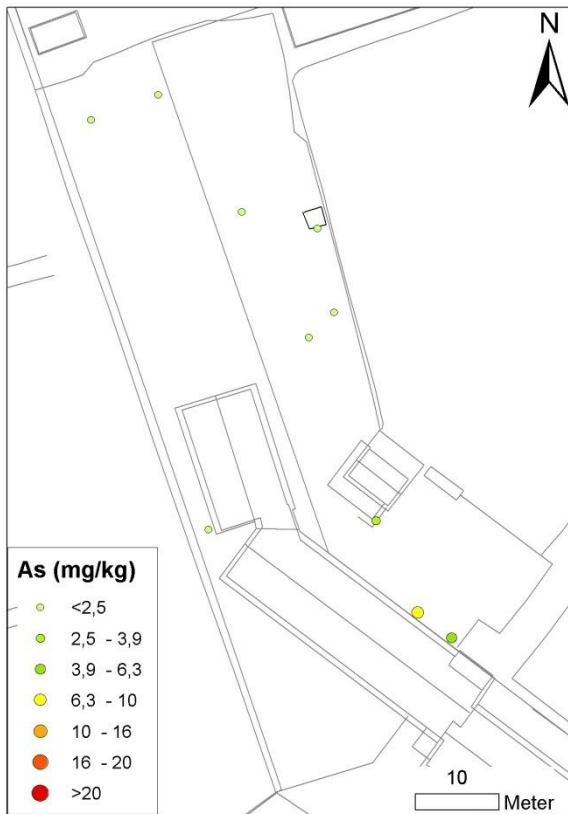
Figur 8.7 Prøvepunktene for Dalsenget barnehage

8.7.1 Jordforurensning i Dalsenget barnehage

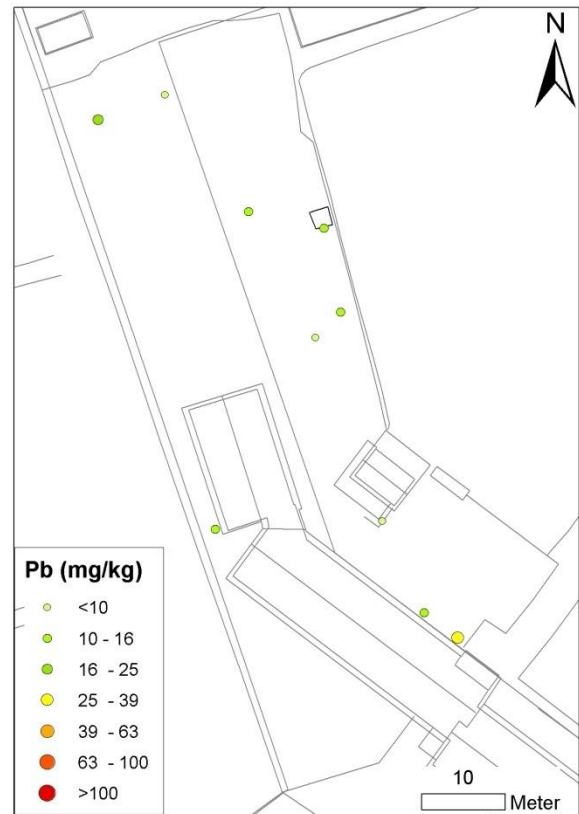
Verdiene i jorda, tabell 8.7, viser at det er liten grad av forurensning i Dalsenget barnehage. Kvalitetskriteriene for mest følsomt arealbruk overskrides på krom, men disse verdiene er høye i Trøndelag. Figur 8.7.1 – 8.7.8 viser nivåene for arsen og metallene presentert i kartfigurer.

Tabell 8.7 Arsen og metallene i jord i Dalsenget barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
7.1	<2	11,3	<0,1	20,7	49,2	0,03	36,1	57,4
7.2	<2	10,9	0,12	22,3	48,1	0,34	30,7	48,4
7.3	<2	5,90	<0,1	19,4	39,2	0,01	30,0	49,9
7.4	<2	20,6	0,18	28,8	54,0	0,04	39,6	91,1
7.5	<2	13,2	0,12	32,9	59,8	0,06	56,4	492
7.5d	<2	12,1	0,14	37,9	56,5	0,04	61,2	77,1
7.6	6,80	11,6	0,21	20,8	45,6	0,01	43,3	67,1
7.7	2,70	3,80	<0,1	20,3	39,7	0,01	18,1	38,9
7.8	6,00	33,5	0,42	41,2	48,0	0,05	40,5	141
7.9	<2	13,9	0,11	24,9	44,6	0,03	35,8	62,0
7.10	2,30	5,50	<0,1	25,7	38,8	<0,01	27,4	37,3
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	2,3	12,9	0,14	26,8	47,6	0,058	38,1	105,7
Median	<2	11,6	0,12	24,9	48,0	0,034	36,1	62,0
Maksimum	6,8	33,5	0,42	41,2	59,8	0,340	61,2	492,0
Minimum	<2	3,8	<0,1	19,4	38,8	<0,01	18,1	37,3



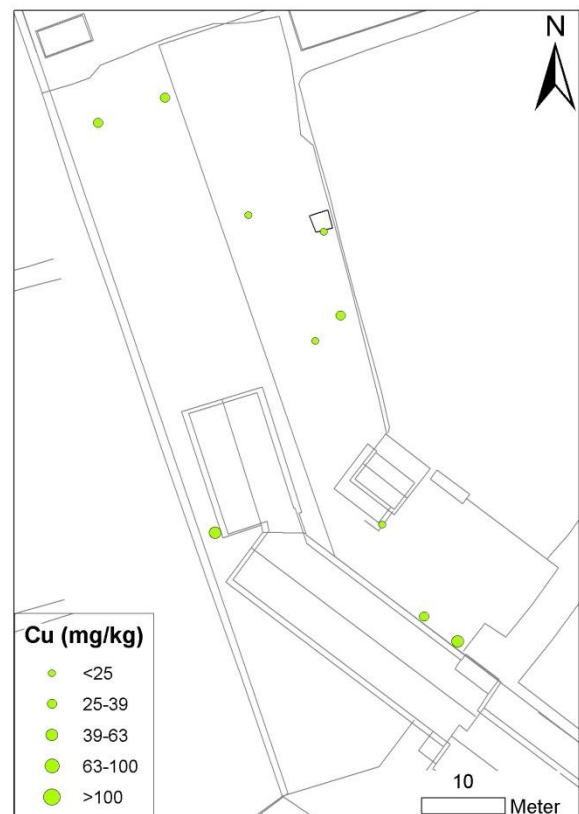
Figur 8.7.1 Arsen i Dalsenget barnehage



Figur 8.7.2 Bly i Dalsenget barnehage

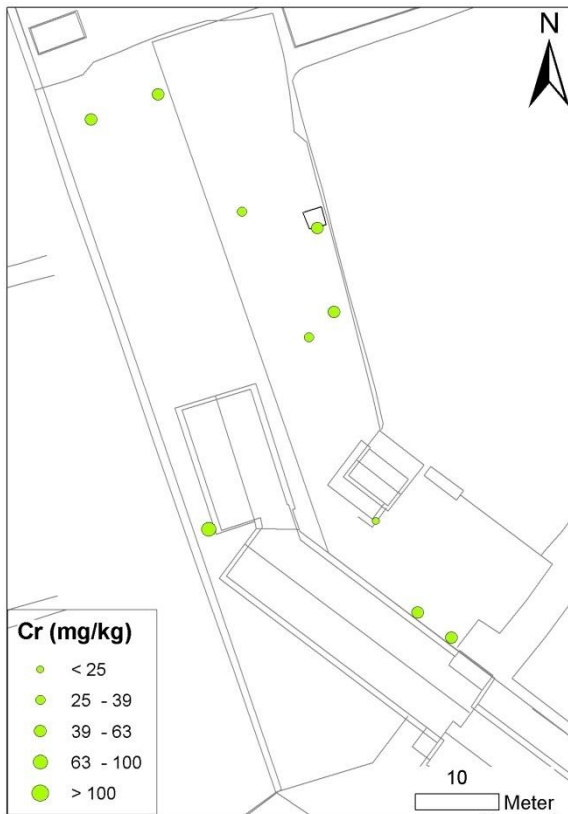


Figur 8.7.3 Kadmium i Dalsenget



Figur 8.7.4 Kobber i Dalsenget barnehage

Resultat



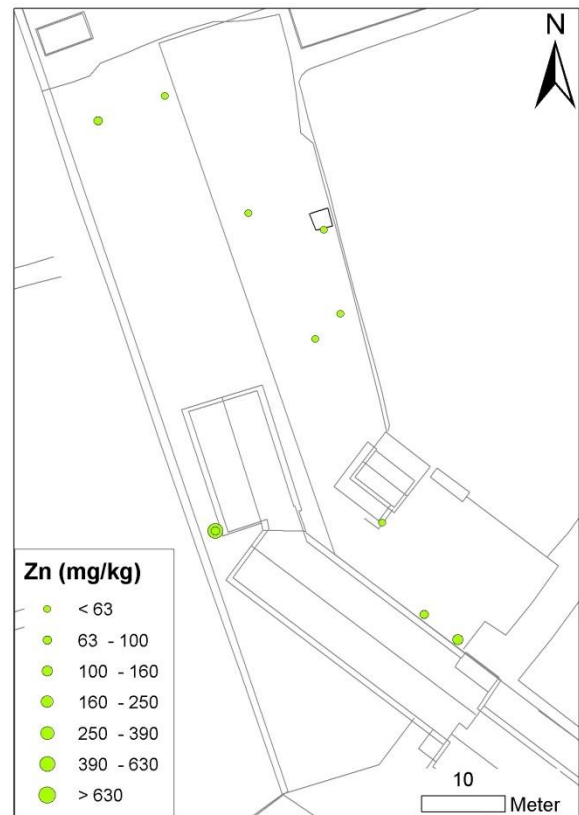
Figur 8.7.5 Krom i Dalsenget barnehage



Figur 8.7.6 Kvikksølv i Dalsenget

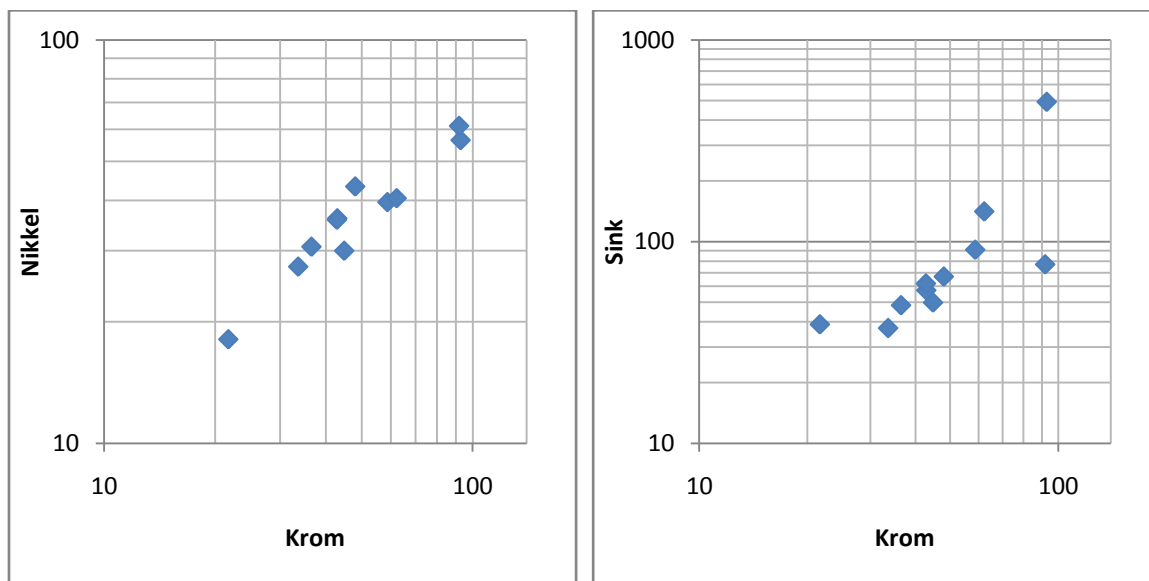


Figur 8.7.7 Nikkel i Dalsenget barnehage



Figur 8.7.8 Sink i Dalsenget barnehage

Det er en del CCA-trykkimpregnering i lekeapparat og kantstokker i Dalsenget barnehage, faren for arsen utlekking og da forurensning av jorda er stor, hvis kildene ikke blir fjernet. Det ble også målt bly i Dalsenget barnehage.

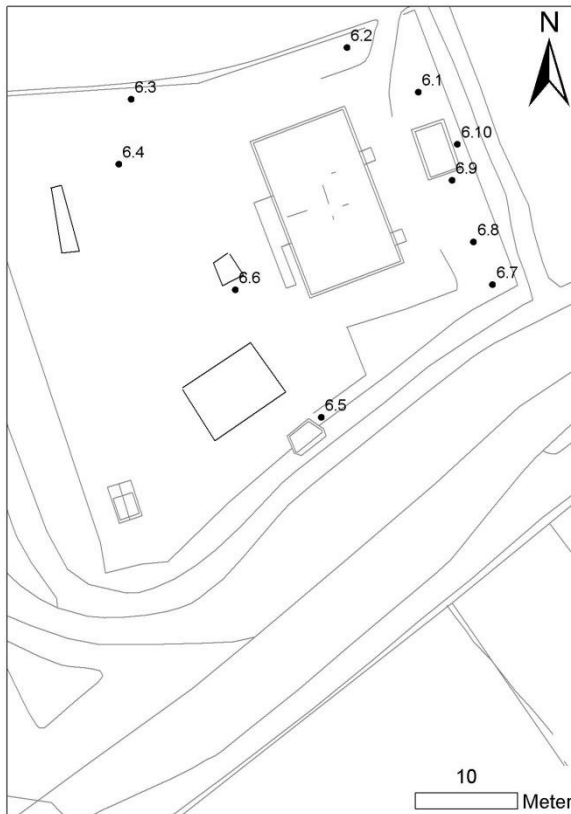


Figur 8.7.9 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)

Det var bedre samvariasjon mellom nikkel og krom enn mellom krom og sink, figur 8.7.9, dette tyder på at det krommet som er i jorden har en naturlig kilde. Det er også en sammenheng mellom sink og krom, så krommet har nok også en antropogen kilde, krommet er uansett også under kvalitetskriteriet for krom, så det trengs ikke å sjekkes for krom (VI).

8.8 Sunnland barnehage

I Sunnland barnehage ble det ikke funnet arsen eller metallene over kvalitetskriteriene i noen prøvepunkt. Det ble detektert mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.8.



Figur 8.8 Prøvepunktene for Sunnland barnehage

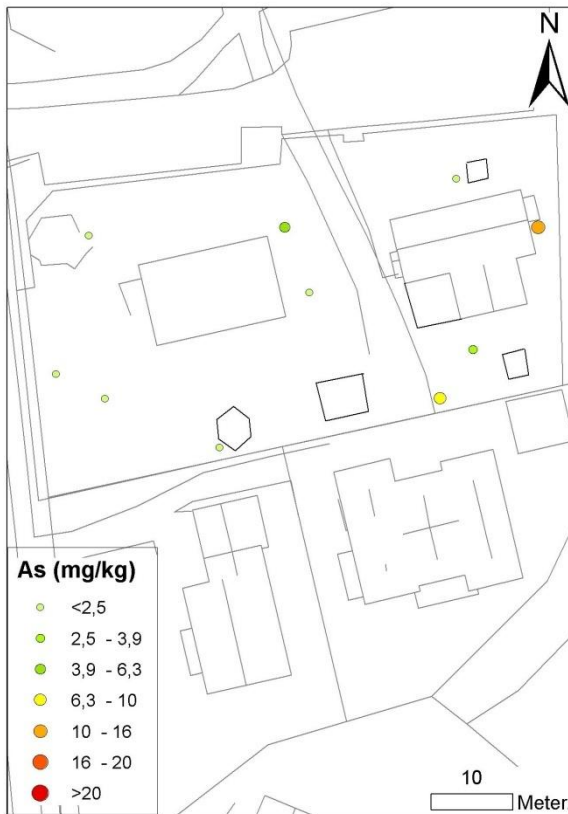
8.8.1 Jordforurensning i Sunnland barnehage

Verdiene i tabell 8.8 viser at jorda i Sunnland barnehage inneholder lite arsen og metallene. Figur 8.8.1 – 8.8.8 viser nivåene for arsen og metallene presentert i kartfigurer.

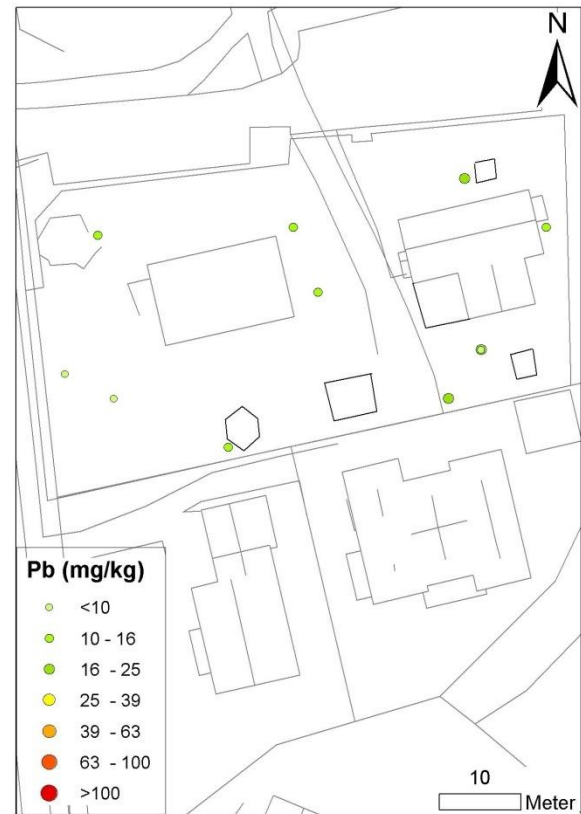
Tabell 8.8 Arsen og metallene i jord i Sunnland barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
8.1	4,30	11,3	0,12	29,0	48,1	0,05	34,5	74,7
8.2	<2	14,9	0,10	14,8	39,1	0,04	27,7	62,8
8.3	2,50	22,9	<0,1	26,1	46,9	0,04	34,3	69,4
8.4	15,1	11,3	0,18	30,1	42,2	0,02	31,0	75,0
8.5	3,40	9,10	0,11	18,7	37,7	0,02	30,2	50,3
8.5d	3,70	23,8	<0,1	17,6	33,6	0,01	28,4	46,8
8.6	7,80	18,8	0,20	33,5	56,7	0,04	49,1	79,0
8.7	<2	13,7	0,14	29,9	63,6	0,03	51,8	76,5
8.8	<2	6,10	0,11	26,7	47,0	0,02	39,6	45,8
8.9	<2	9,40	<0,1	26,6	56,1	0,03	43,8	62,1
8.10	<2	10,3	0,16	35,2	41,0	0,06	32,4	71,4
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	3,8	13,8	0,12	26,2	46,5	0,033	36,6	64,9
Median	2,5	11,3	0,11	26,7	46,9	0,033	34,3	69,4
Maksimum	15,1	23,8	0,20	35,2	63,6	0,064	51,8	79,0
Minimum	<2	6,1	<0,1	14,8	33,6	0,012	27,7	45,8

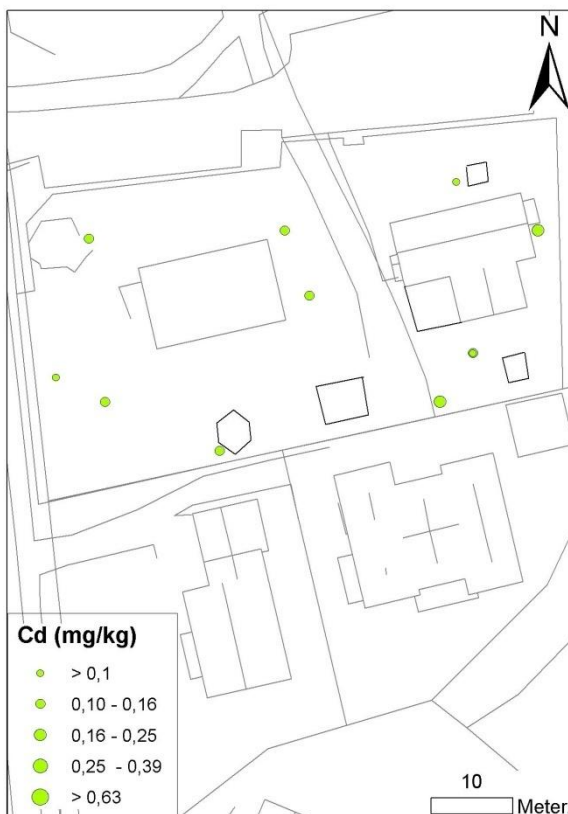
Resultat



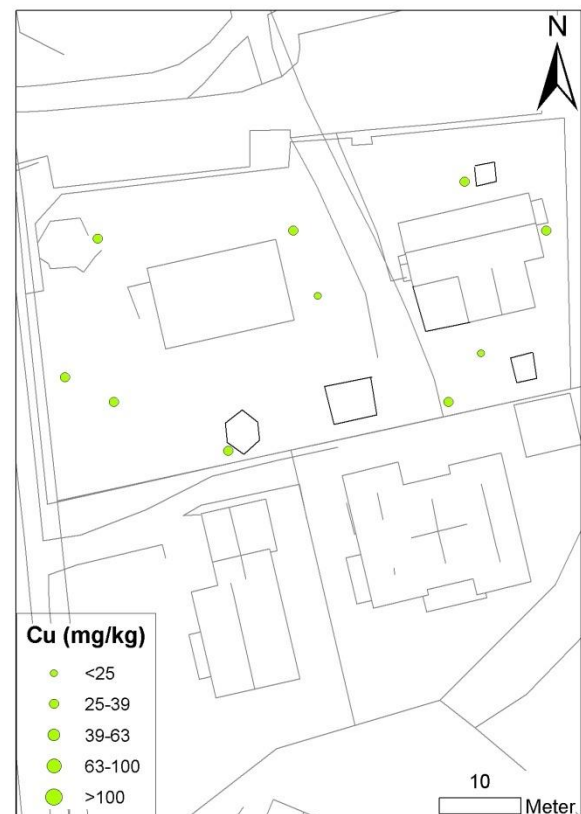
Figur 8.8.1 Arsen i Sunnland barnehage



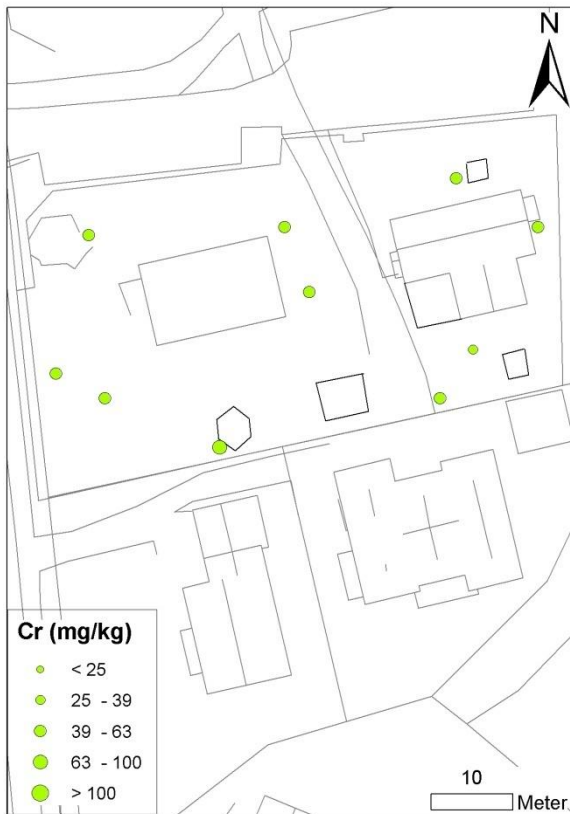
Figur 8.8.2 Bly i Sunnland barnehage



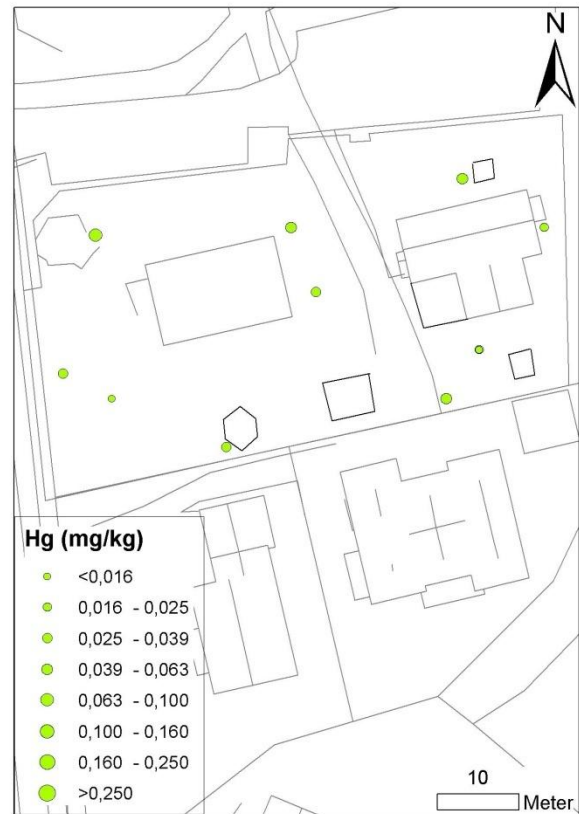
Figur 8.8.3 Kadmium i Sunnland



Figur 8.8.4 Kobber i Sunnland barnehage



Figur 8.8.5 Krom i Sunnland barnehage



Figur 8.8.6 Kvikksølv i Sunnland



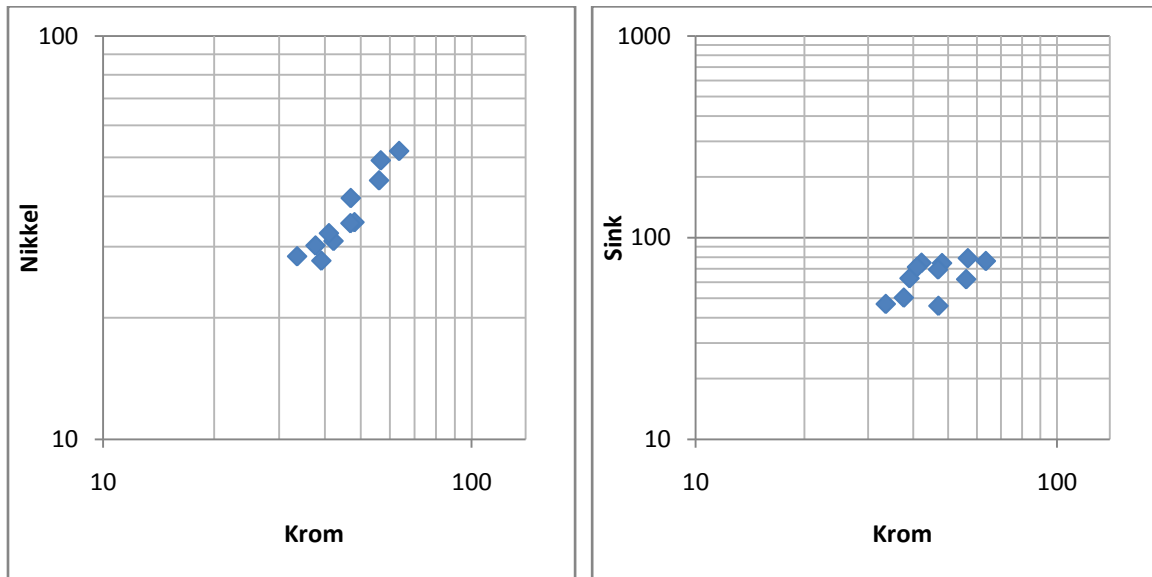
Figur 8.8.7 Nikkel i Sunnland barnehage



Figur 8.8.8 Sink i Sunnland barnehage

Resultat

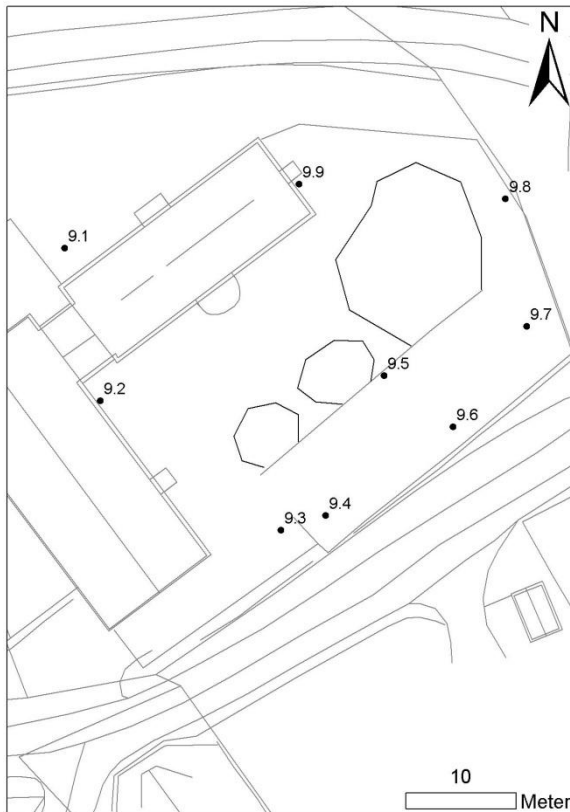
Det er en del CCA-trykkimpregnert trevirke i Sunnland barnehage, så faren for utlekking av arsen er stor, hvis kildene ikke blir fjernet. Det er høye kromverdier, men det skyldes en naturlig kilde, figur 8.8.9.



Figur 8.8.9 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)

8.9 Møllebakken barnehage

I Møllebakken barnehage ble det funnet bly over kvalitetskriteriene i flere prøvepunkt. Det var også mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen som ble detektert. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.9.



Figur 8.9 Prøvepunktene for Møllebakken barnehage

8.9.1 Jordforurensning i Møllebakken barnehage

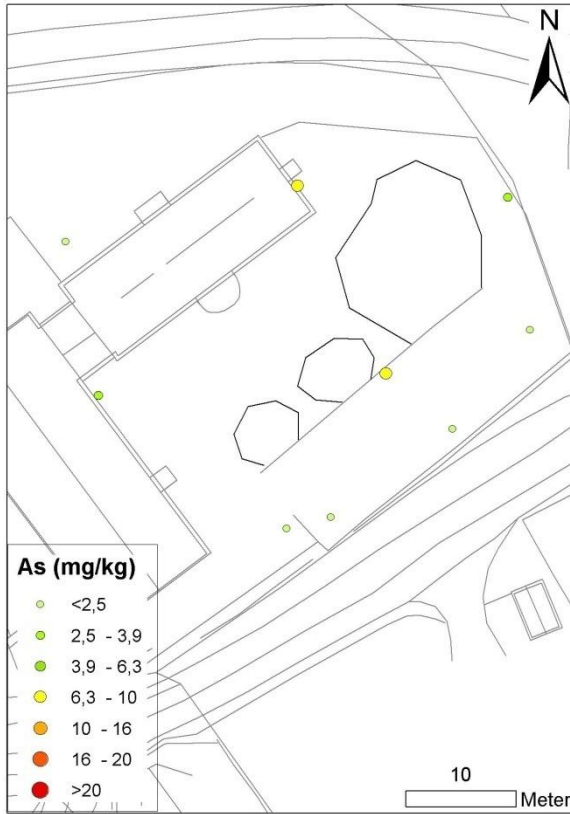
Verdiene i jorda, tabell 8.9, viser at det er en stor grad av bly i Møllebakken barnehage. Kromverdiene er som sagt høye i Trøndelag, det er også en arsenverdi som skiller seg ut, i tillegg til tre blyverdier som er ganske høye. Figur 8.9.1 - 8.9.8 viser nivåene presentert i kartfigurer for arsen og metallene. Punktene der det ble funnet for høye blyverdier er presentert i figur 8.9.9 og 8.9.10.

Det er to blyprøver som overskrider kvalitetskriteriene, i Møllebakken barnehage er det blymaling på husveggene og på gjerdet, som går rundt hele barnehagen. Det er disse to kildene som er antatt å være årsaken jordforurensningen.

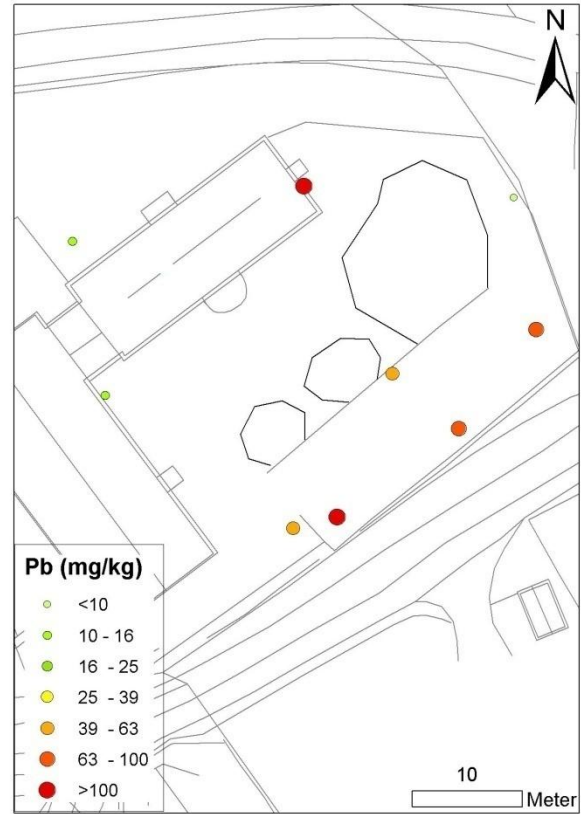
Resultat

Tabell 8.9 Arsen og metallene i jord i Møllebakken barnehage (mg/kg)

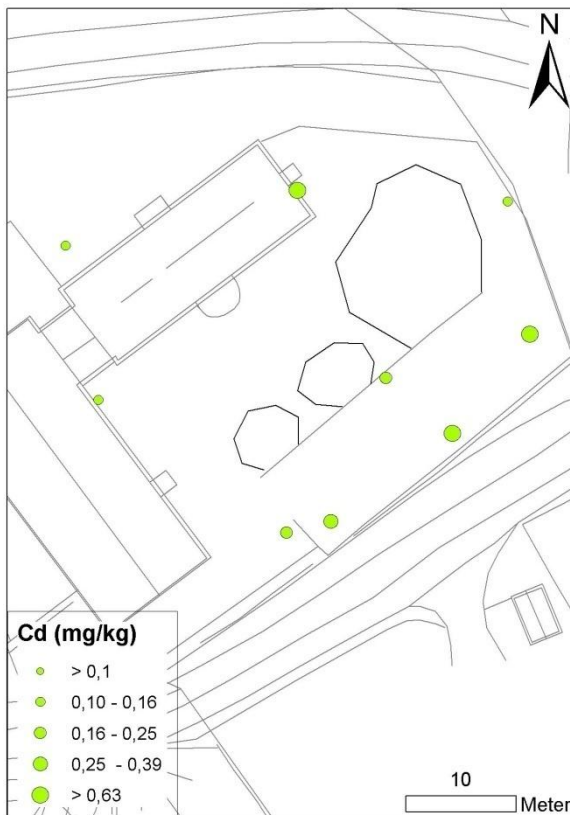
	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
9.1	<2	11,5	0,12	24,9	37,4	0,02	33,8	87,6
9.2	3,00	16,0	0,15	19,4	33,0	0,03	27,5	95,0
9.3	2,00	58,0	0,25	26,0	38,2	0,17	27,5	142
9.4	<2	106	0,35	33,5	50,0	0,25	33,9	191
9.5	6,60	39,2	0,22	29,1	48,9	0,18	36,0	113
9.6	<2	63,4	0,42	29,8	48,3	0,17	31,9	160
9.7	<2	90,4	0,59	26,4	46,3	0,14	28,4	322
9.8	3,70	9,60	0,13	19,6	34,0	0,02	27,5	53,9
9.9	9,30	265	0,63	27,6	39,2	0,16	26,8	645
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	3,2	73,2	0,32	26,3	41,7	0,125	30,4	201,1
Median	2,0	58,0	0,25	26,4	39,2	0,161	28,4	142,0
Maksimum	9,3	265, 0	0,63	33,5	50,0	0,248	36,0	645,0
Minimum	<2	9,6	0,12	19,4	33,0	0,016	26,8	53,9



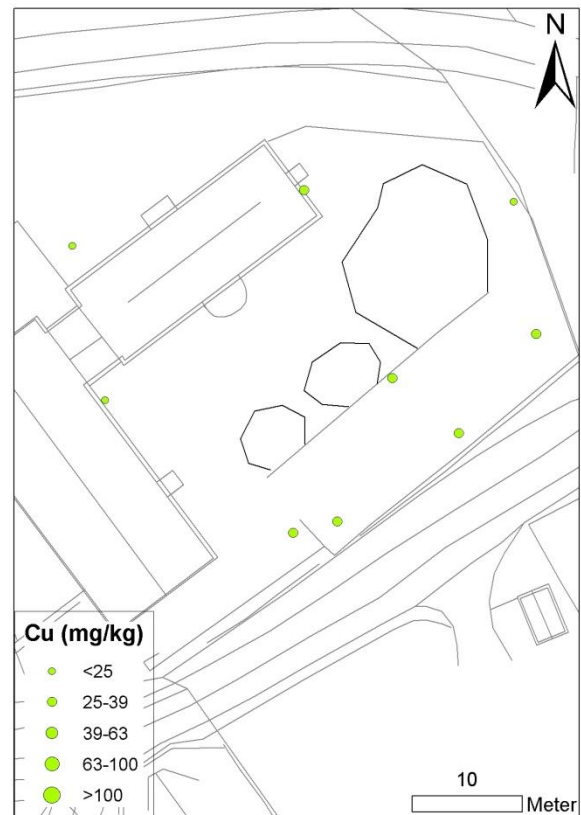
Figur 8.9.1 Arsen i Møllebakken



Figur 8.9.2 Bly i Møllebakken barnehage

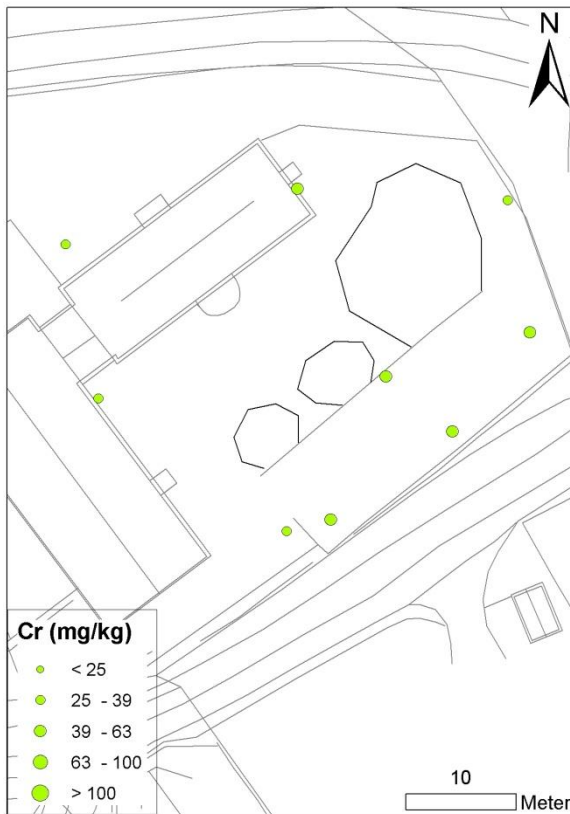


Figur 8.9.3 Kadmium i Møllebakken

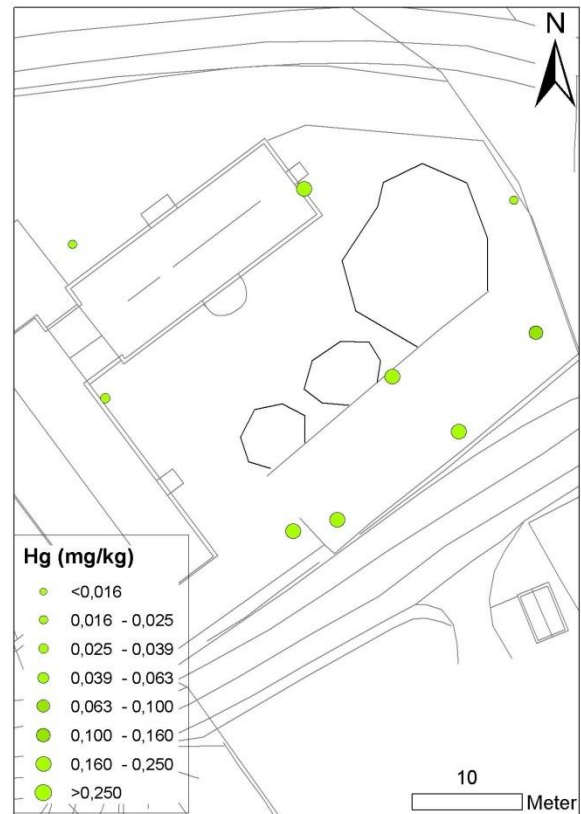


Figur 8.9.4 Kobber i Møllebakken

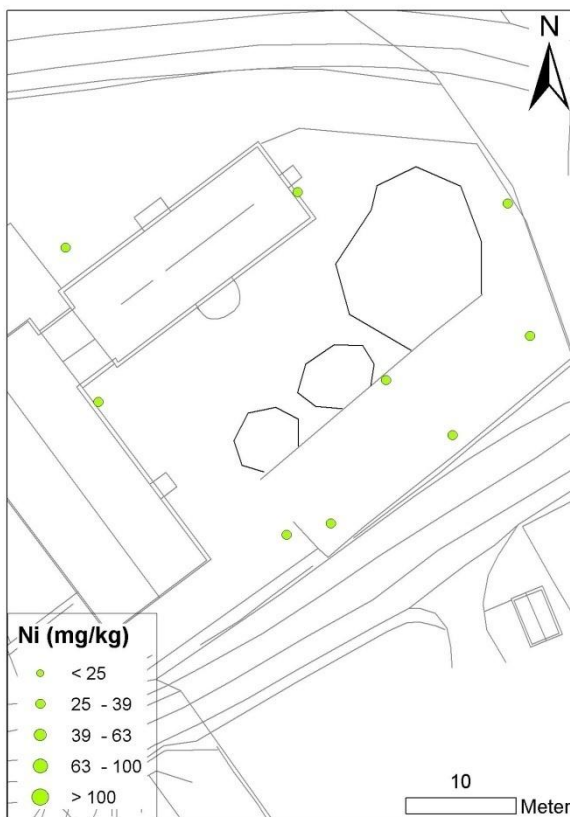
Resultat



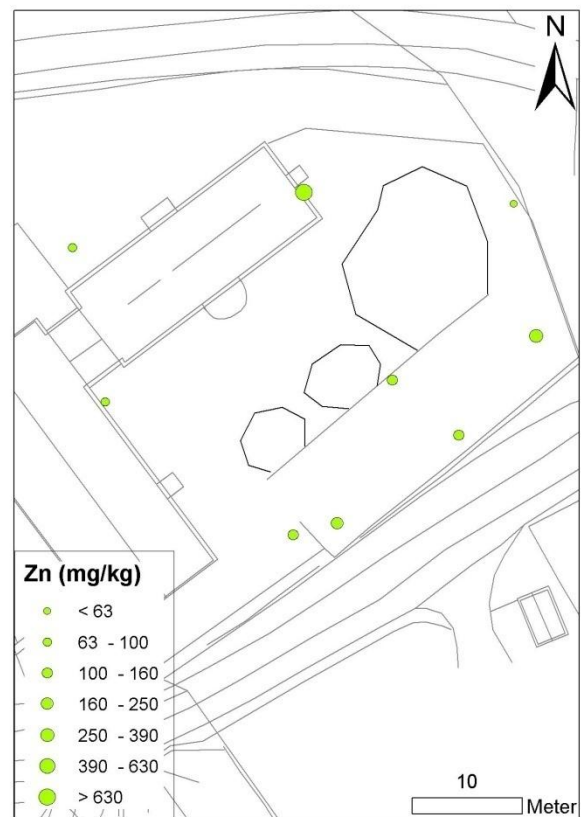
Figur 8.9.5 Krom i Møllebakken



Figur 8.9.6 Kvikksølv i Møllebakken



Figur 8.9.7 Nikkel i Møllebakken



Figur 8.9.8 Sink i Møllebakken barnehage



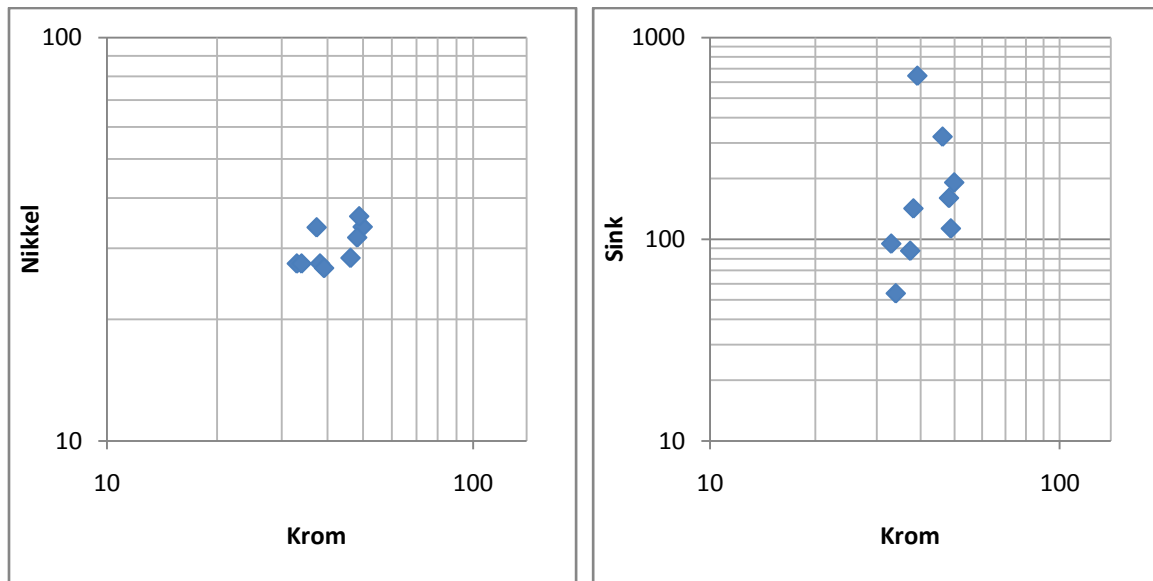
Figur 8.9.9 Prøvepunkt (9.4) med høyt innhold av bly (106 mg/kg)



Figur 8.9.10 Prøvepunkt (9.9) med høyt innhold av bly (265 mg/kg)

Det er en del CCA-trykkimpregnert materiale i Møllebakken barnehage, så faren for utlekking av arsen er stor, hvis kildene ikke blir fjernet. Det er også mye materiale som inneholder bly i Møllebakken barnehage, og utlekkingen av bly har allerede forurenset jorda betraktelig.

Resultat



Figur 8.9.11 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)

Det er vanskelig å si om krom har en naturlig eller antropogen kilde i Møllebakken barnehage, men det kan se ut som om den er mest naturlig, figur 8.9.11. Kromverdiene overstiger ikke 100 mg/kg, det er lite sannsynlig å finne krom (VI) i Møllebakken.

8.10 Ila barnehage

I Ila barnehage ble det funnet en blyverdi over kvalitetskriteriene. Det var også mye CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen. Prøvepunktene i jorda er vist i figur 8.10.



Figur 8.10 Prøvepunktene for Ila barnehage

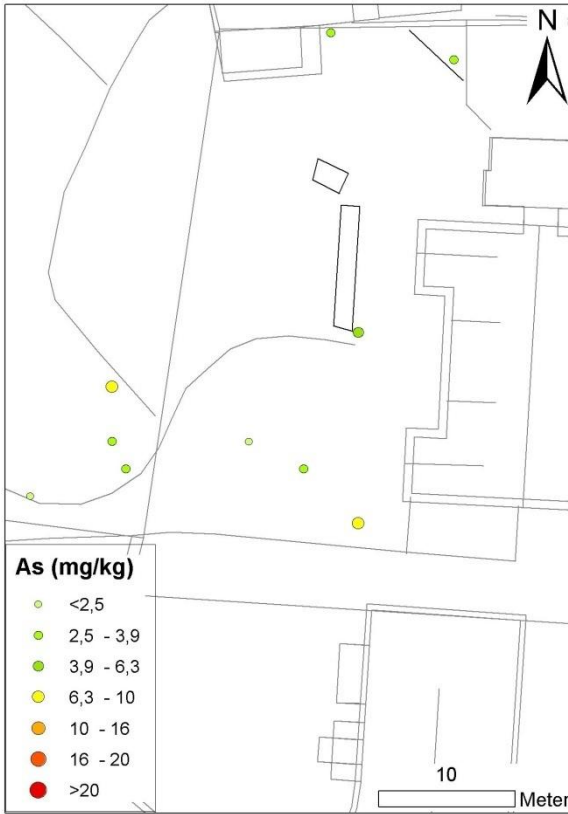
8.10.1 Jordforurensning i Ila barnehage

Arsen- og metallverdiene i jorda, tabell 8.10, viser at det er liten grad av forurensning i Ila barnehage. Det er en blyverdi som skiller seg ut. Figur 8.10.1 – 8.10.8 viser nivåene presentert i kartfigurer for arsen og metallene. Figur 8.10.9 viser prøvepunktet der det ble funnet for mye bly.

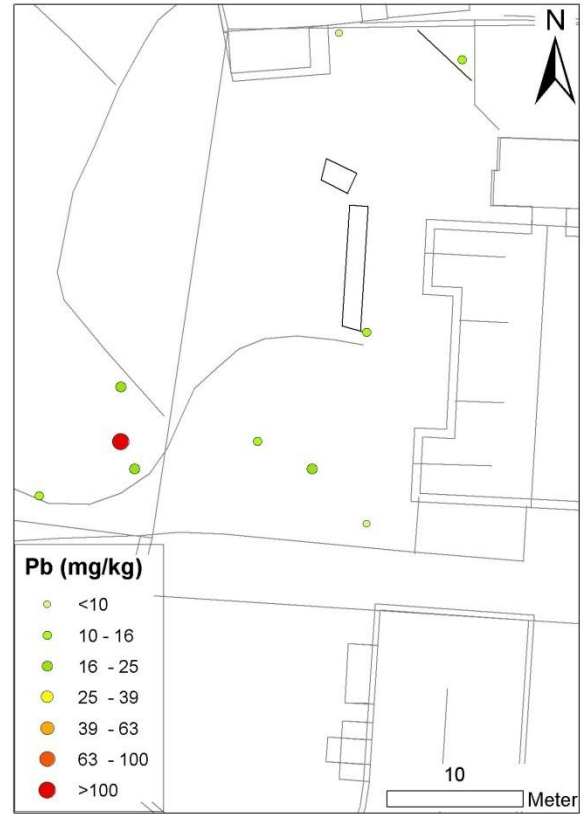
Resultat

Tabell 8.10 Arsen og metallene i jord i Ila barnehage (mg/kg)

	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
10.1	3,10	11,9	0,14	26,5	35,9	0,03	31,2	64,6
10.2	3,60	8,60	<0.1	17,1	23,0	< 0,01	18,2	38,9
10.3	6,40	21,2	0,21	32,3	49,0	0,04	34,1	91,1
10.4	<2	10,2	0,10	21,9	36,2	0,02	25,8	54,2
10.5	2,90	139	0,24	31,1	45,2	0,13	31,0	139
10.6	3,10	23,3	0,17	28,4	43,6	0,05	33,2	88,2
10.7	2,50	15,5	0,17	21,8	38,5	0,04	29,6	72,0
10.8	3,60	19,0	0,15	26,0	39,7	0,04	32,3	78,2
10.9	7,90	8,50	0,14	26,2	37,2	< 0,01	38,1	47,8
10.10	6,30	10,5	0,23	29,2	42,1	0,02	29,6	69,9
Kvalitets- kriterier	20	100	10	-	-	1	135	-
Mest følsomt arealbruk	8	60	1,5	100	50	1	60	200
Bakgrunnsverdi er i Trondheim	7	13	0,23	60	100	0,08	73	123
Gjennomsnitt	3,8	28,6	0,17	25,7	38,7	0,047	30,4	74,9
Median	3,1	15,5	0,16	26,2	38,5	0,038	31,2	72,0
Maksimum	7,9	139, 0	0,24	32,3	49,0	0,128	38,1	139,0
Minimum	<2	8,5	0,10	17,1	23,0	0,018	18,2	38,9



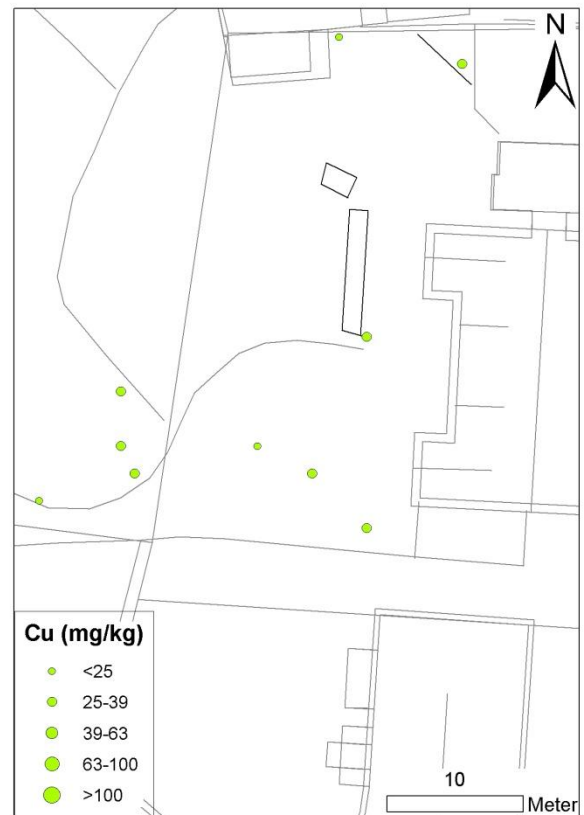
Figur 8.10.1 Arsen i Ila barnehage



Figur 8.10.2 Bly i Ila barnehage

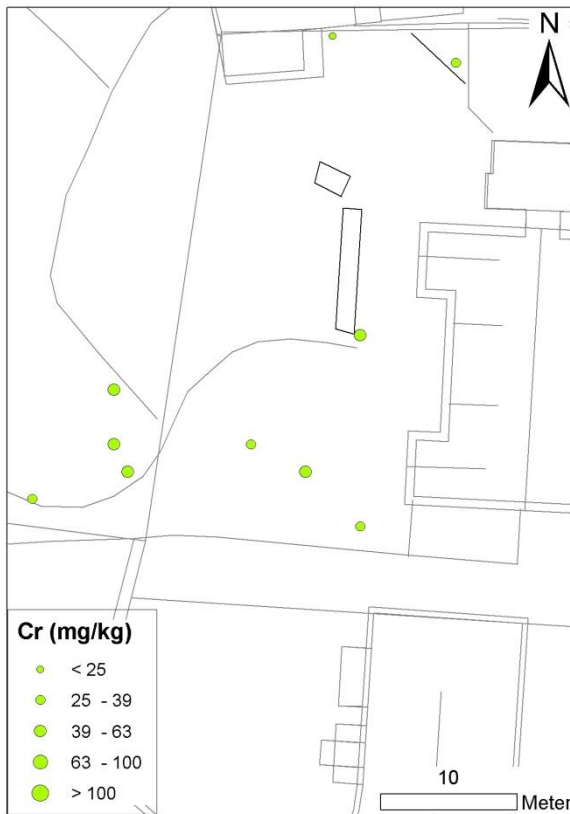


Figur 8.10.3 Kadmium i Ila barnehage

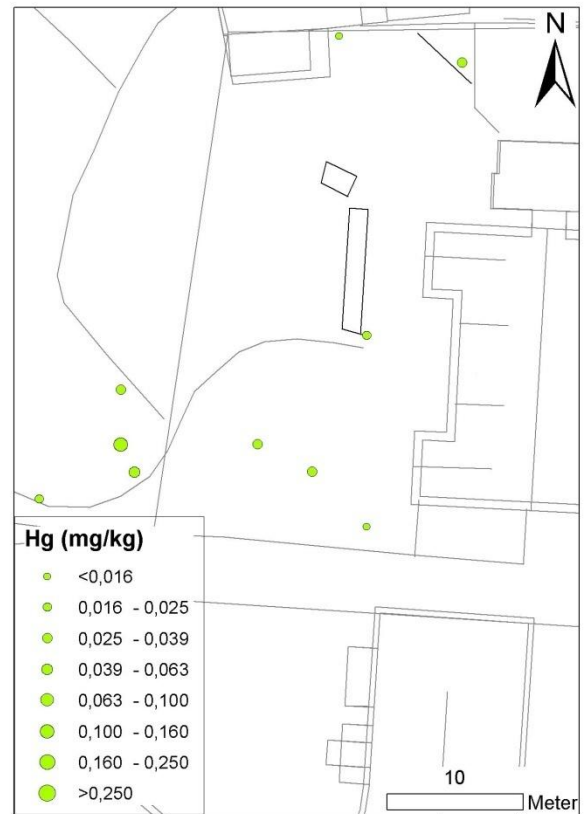


Figur 8.10.4 Kobber i Ila barnehage

Resultat



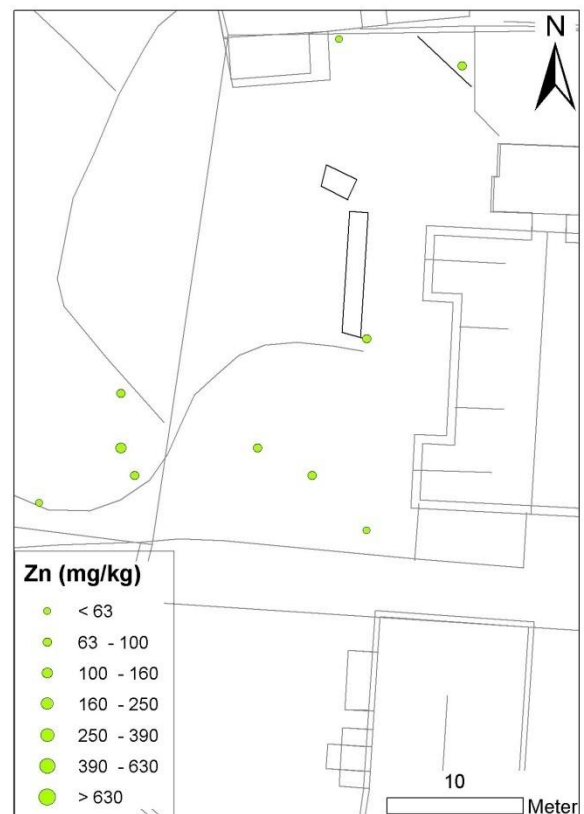
Figur 8.10.5 Krom i Ila barnehage



Figur 8.10.6 Kvikksølv i Ila barnehage



Figur 8.10.7 Nikkel i Ila barnehage

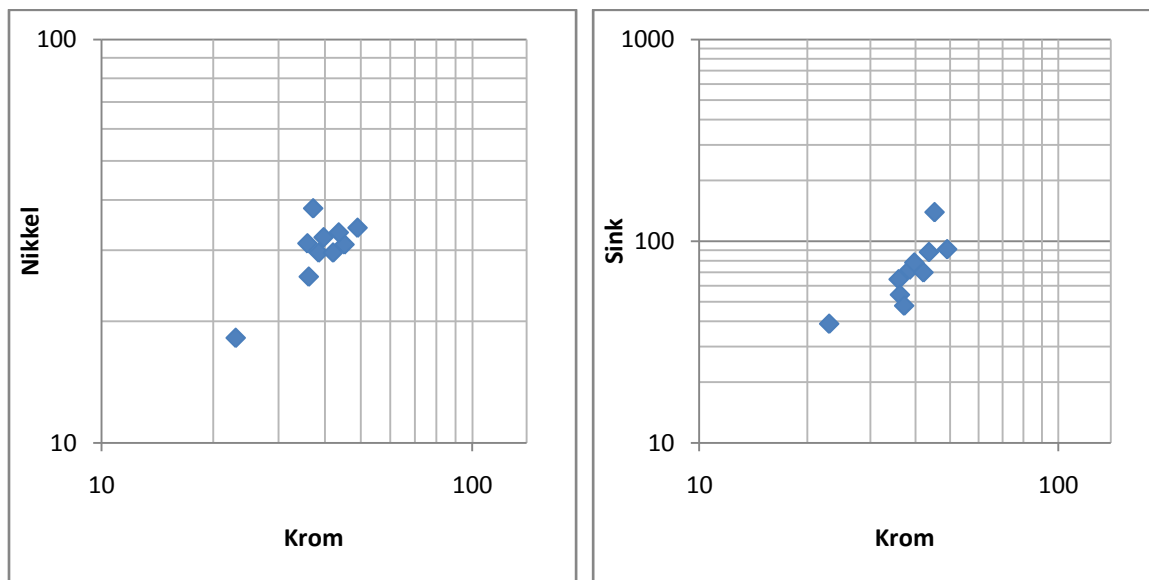


Figur 8.10.8 Sink i Ila barnehage



Figur 8.10.9 Prøvepunkt (10.5) med høyt innhold av bly (139 mg/kg)

Det er en del CCA-trykkimpregnering i Ila barnehage, så faren for utlekking av arsen er stor, hvis kildene ikke blir fjernet. Det er også en del bly i Ila barnehage og blykildene bør fjernes slik at man hindrer at mer jord blir forurenset av bly.



Figur 8.10.10 Samvariasjon mellom nikkel og krom og mellom krom og sink (mg/kg)

Det er vanskelig å si om det er en naturlig eller en antropogen kilde til krom i Ila barnehage, figur 8.10.10. Verdiene for krom er uansett lavere enn 100 mg/kg, så sannsynligheten for å finne Cr (VI) er liten.

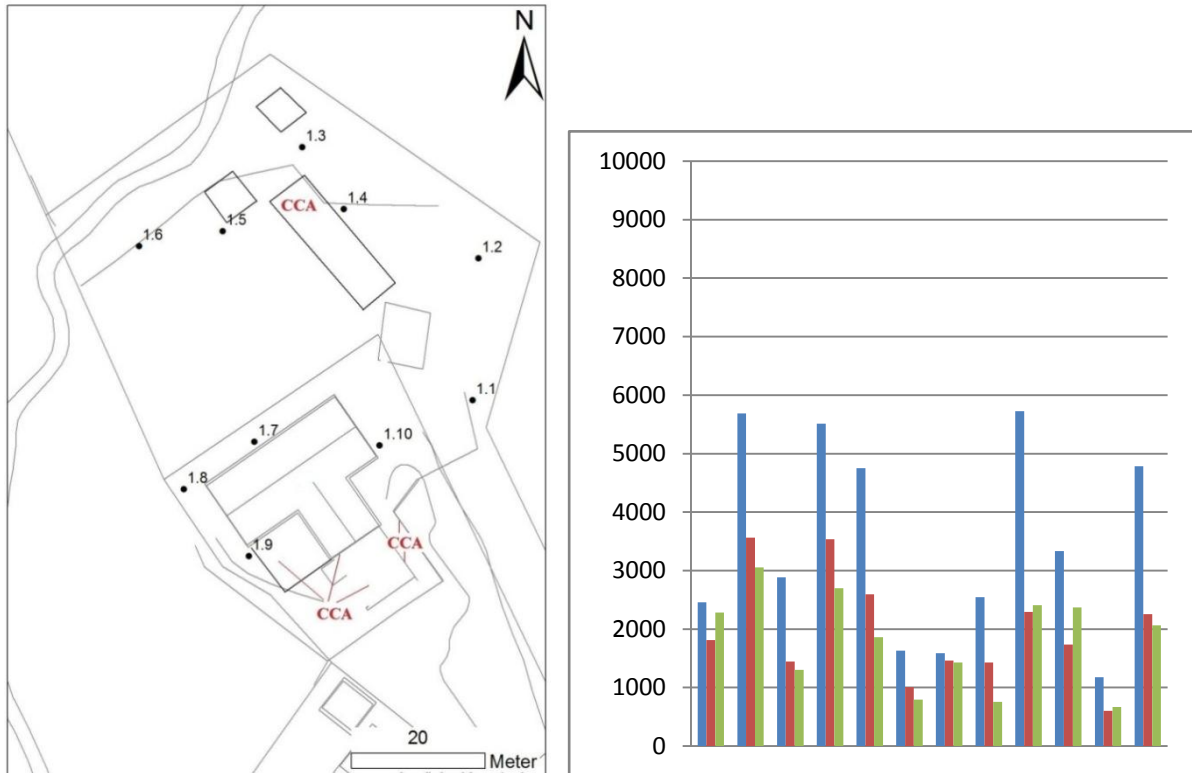
8.11 Lekeapparat

8.11.1 CCA-trykkimpregnering og bly fordelt i barnehagene

Målinger med XRF viser at det er en del CCA-trykkimpregnert materiale i de ulike barnehagene, det var også en del lekeapparat som inneholdt bly. Oversikten over plasseringen til det CCA-trykkimpregnert trevirke og til materialet malt med blyholdig maling i de barnehagene der det eksisterte, er vist til venstre i figurene under. Til høyre i figurene er verdiene i kolonnediagram, der de blå stolpene er arsenverdiene. Det ble målt på annet materiale i barnehagene også, men der ble det ikke funnet CCA-trykkimpregnering der verdiene for arsen overstiger 1000 mg/kg.

Innholdet av arsen varierte noe i de ulike lekeapparatene, og kan tyde på bruk av ulik type trykkimpregnering. Der det er lite CCA-trykkimpregnering i trevirket, kan det ha blitt brukt AB trykkimpregnering, bare 5 kg CCA/m³.

I Spannet barnehage var det mye CCA-trykkimpregnert materiale. Det var ingenting av det som ble målt med XRF som inneholdt bly, figur 8.11.1. Spannet barnehage har vedtatt å fjerne alt det CCA-trykkimpregnerte trevirket, figur 8.11.2.



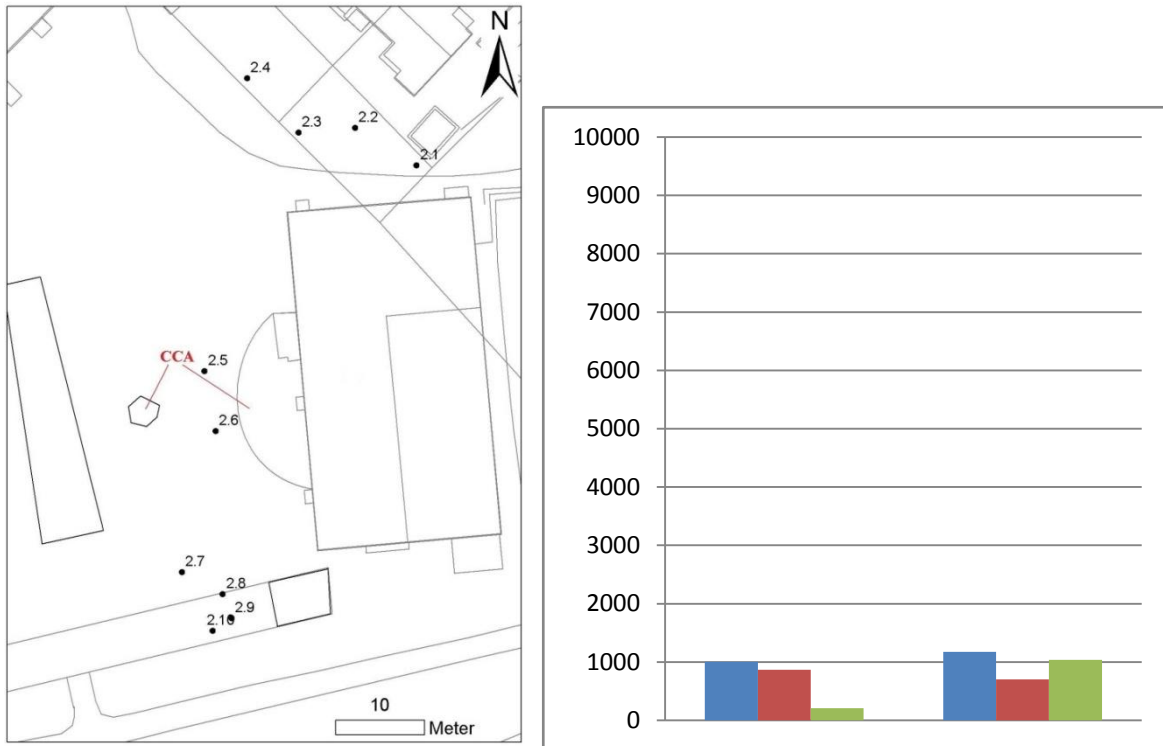
Figur 8.11.1 Spannet barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat



Figur 8.11.2 Ny plattning i Spannet barnehage, den gamle var CCA-trykkimpregnert

Resultat

I Voldsminde barnehage var det bare to CCA-trykkimpregnerte enheter. Det var ikke noe av det materialet som ble målt på med XRF som inneholdt bly, figur 8.11.3. Plattingen og ”lysthuset” bør fjernes, figur 8.11.4.

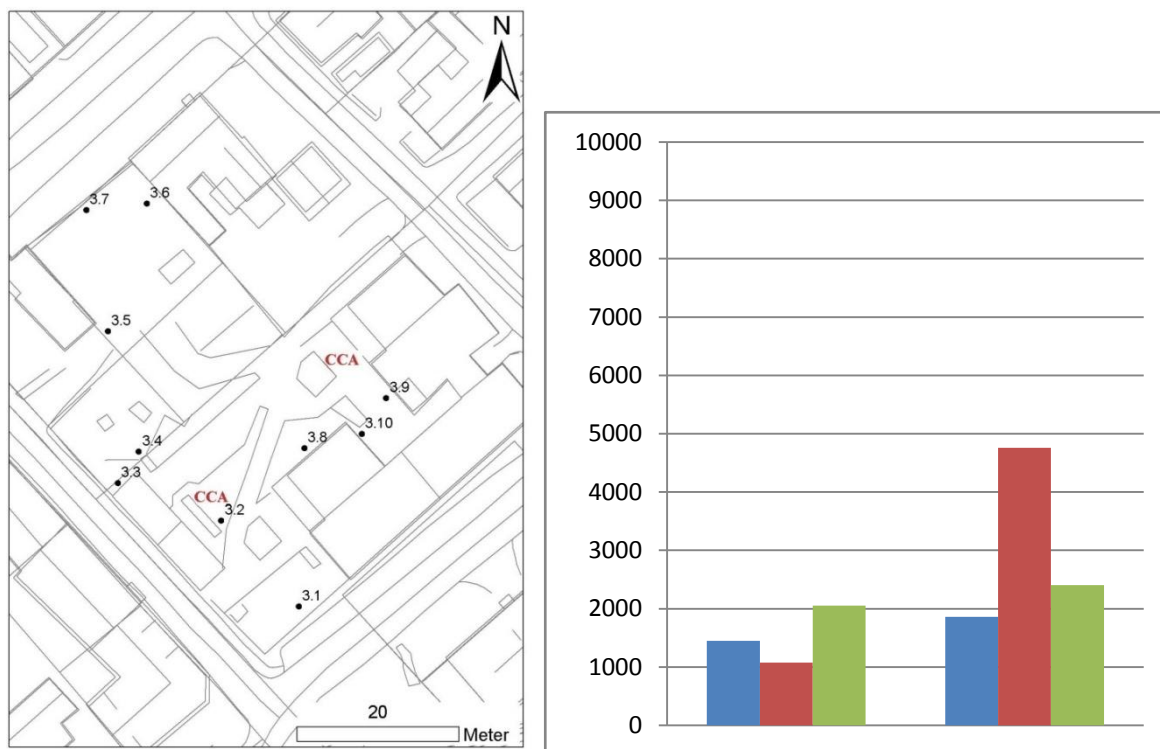


Figur 8.11.3 Voldsminde barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparater



Figur 8.11.4 CCA-trykkimpregnert trevirke i Voldsminde barnehage

I Møllenberg barnehage var det bare to CCA-trykkimpregnerte enheter. Det var ikke noe av det materialet som ble målt på med XRF som inneholdt bly, figur 8.11.5. De har fjernet nesten alt det CCA-trykkimpregnerte trevirket, og bør ta bort resten også, figur 8.11.6.



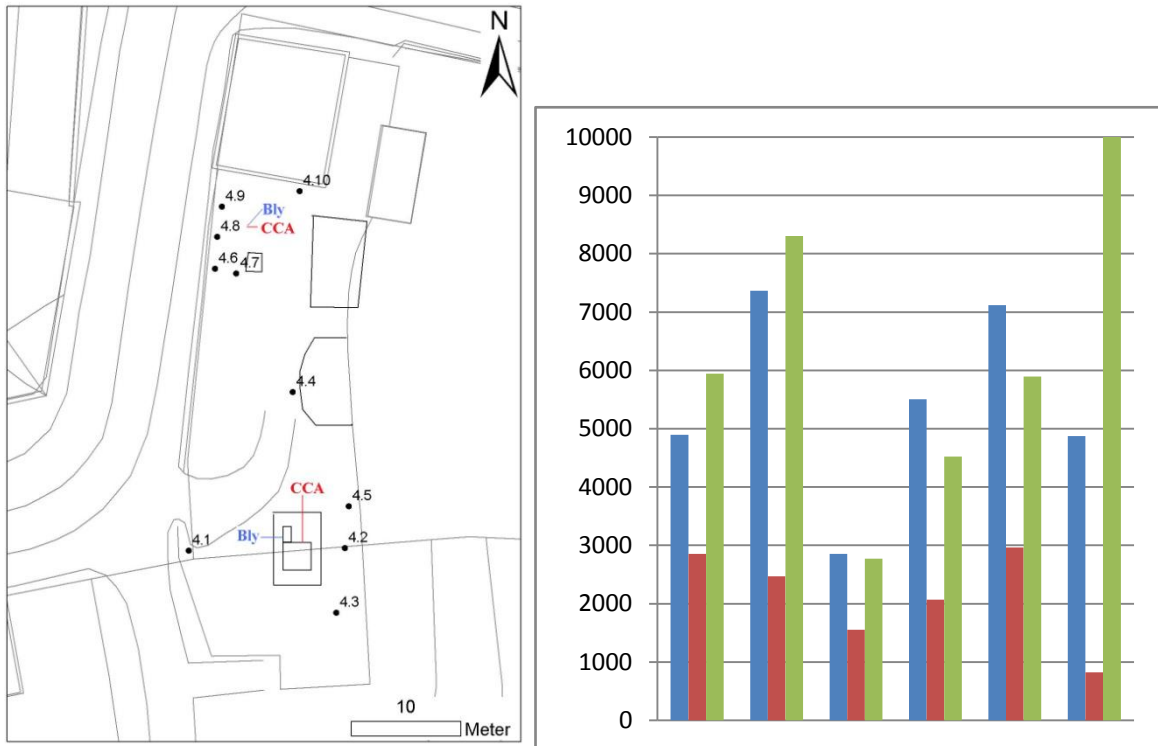
Figur 8.11.5 Møllenberg barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparater



Figur 8.11.6 CCA-trykkimpregnert materiale i Møllenberg barnehage

Resultat

Kongsgården barnehage inneholdt mye CCA-trykkimpregnert trevirke, det er også et par materialer som inneholdt bly, figur 8.11.7. Leketårnet vist i figur 8.11.8 bør fjernes da det inneholder flere skadelige elementer.

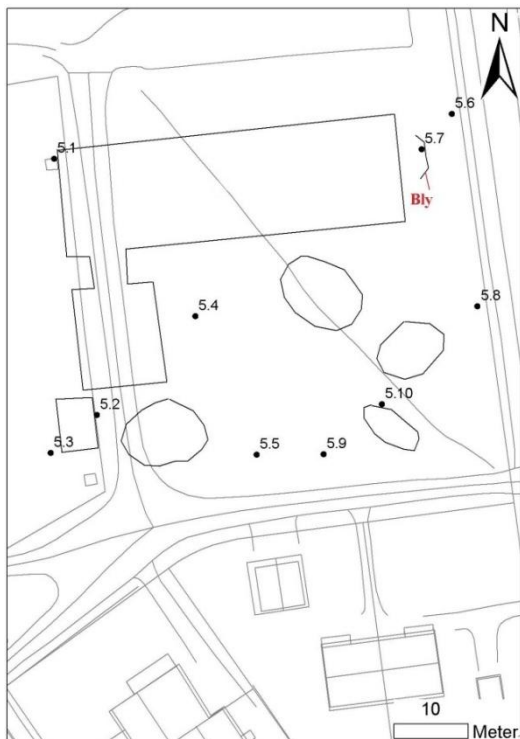


Figur 8.11.7 Kongsgården barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparater



Figur 8.11.8 Dette leketårnet inneholdt både CCA (treplanker + kantstokker), bly (sklia) og brom (den grønne stigen)

I Festningen barnehage ble det målt bly i ett prøvepunkt, figur 8.11.10, det ble ikke detektert CCA-trykkimpregnert materiale i barnehagen, figur 8.11.9. Det var en betongkloss i det ene hjørne i barnehagen, figur 8.11.10.



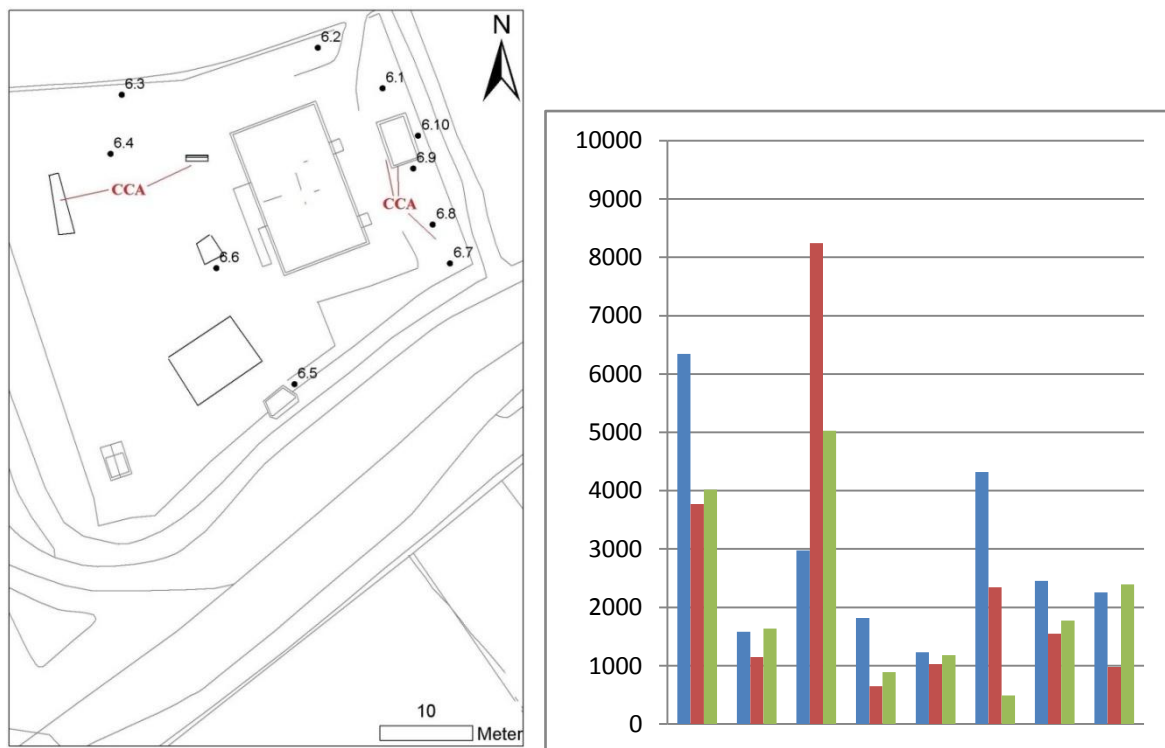
Figur 8.11.9 Festningen barnehage



Figur 8.11.10 Blå blymaling (til venstre). En betong kloss (til høyre)

Resultat

I Singsaker barnehage var det mye CCA-trykkimpregnert materiale, figur 8.11.11. Det bør fjernes, slik at barnehagen ikke må ryddes for arsenforurensning enda en gang, figur 8.11.12.

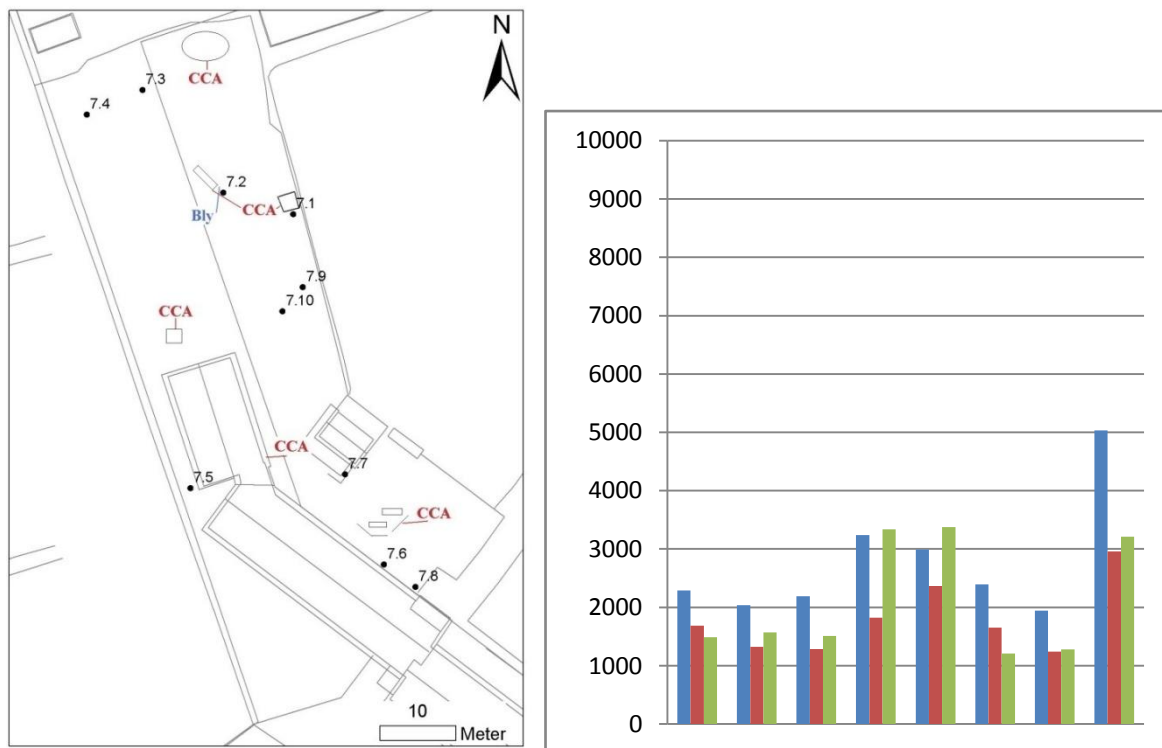


Figur 8.11.11 Singsaker barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat



Figur 8.11.12 Redskapshus og rekkverk opp til redskapshus (venstre) og kryperøret (høye) er CCA-trykkimpregnert

I Dalsenget barnehage var det mye CCA-trykkimpregnert materiale, det ble også funnet bly i ett målepunkt med XRF, figur 8.11.13 og figur 8.11.14.



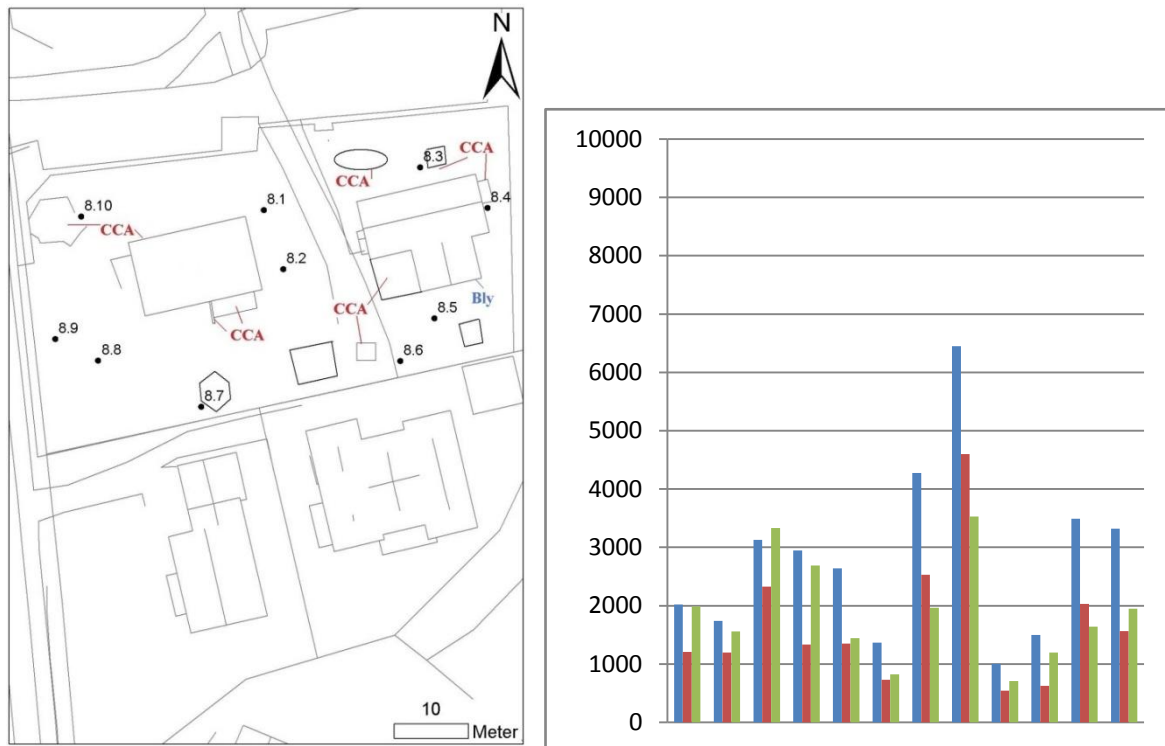
Figur 8.11.13 Dalsenget barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparater



Figur 8.11.14 Kantstokker (til venstre), plattform (til høyre) er CCA-trykkimpregnert

Resultat

I Sunnland barnehage var det mye CCA-trykkimpregnert materiale, figur 8.11.16. Det ble også målt bly i barnehagen, figur 8.11.15. En del av det CCA-trykkimpregnerte trevirket er nok AB impregnert da verdiene for arsen ligger nær 1000 mg/kg.

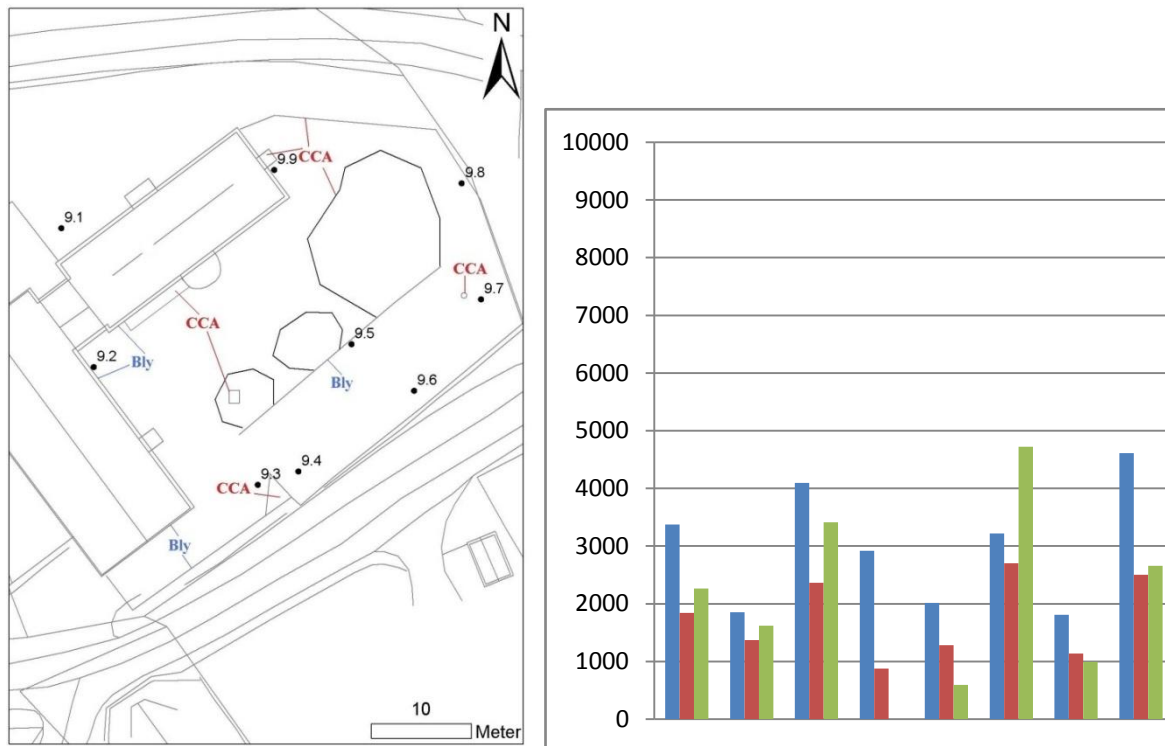


Figur 8.11.15 Sunnland barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparater



Figur 8.11.16 Plattingen på lekehuset er CCA-trykkimpregnert, det er også denne trappa (i midten) og leveggen og plattformen (til høyre)

I Møllebakken barnehage var det mye materiale som var CCA-trykkimpregnert, det var også mye materiale som inneholdt bly, blant annet veggen på hovedhuset og gjerdet rundt barnehagen, figur 8.11.17 og figur 8.11.18.



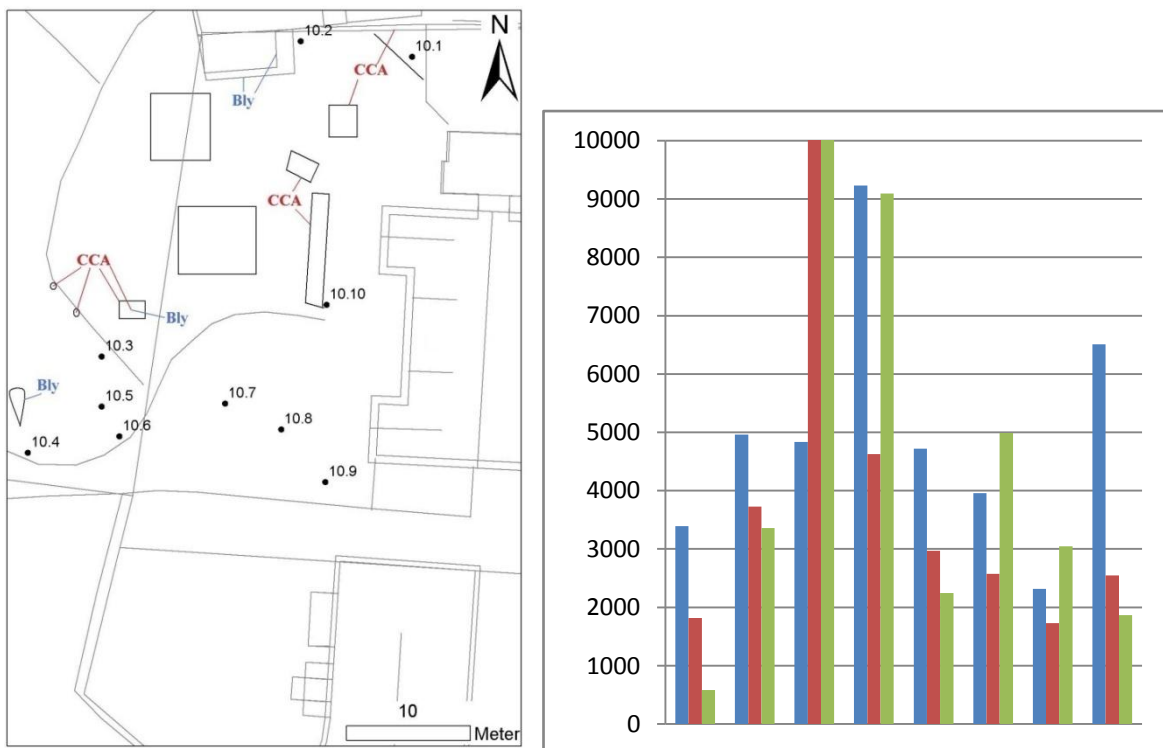
Figur 8.11.17 Møllebakken barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat



Figur 8.11.18 Husveggen og gjerdet er malt med blyholdig maling mens kjellerlemmen og plattingen er CCA-trykkimpregnert

Resultat

I Ila barnehage hadde mye CCA-trykkimpregnert materiale og mye blyholdig materiale, figur 8.11.19 og 8.11.20.



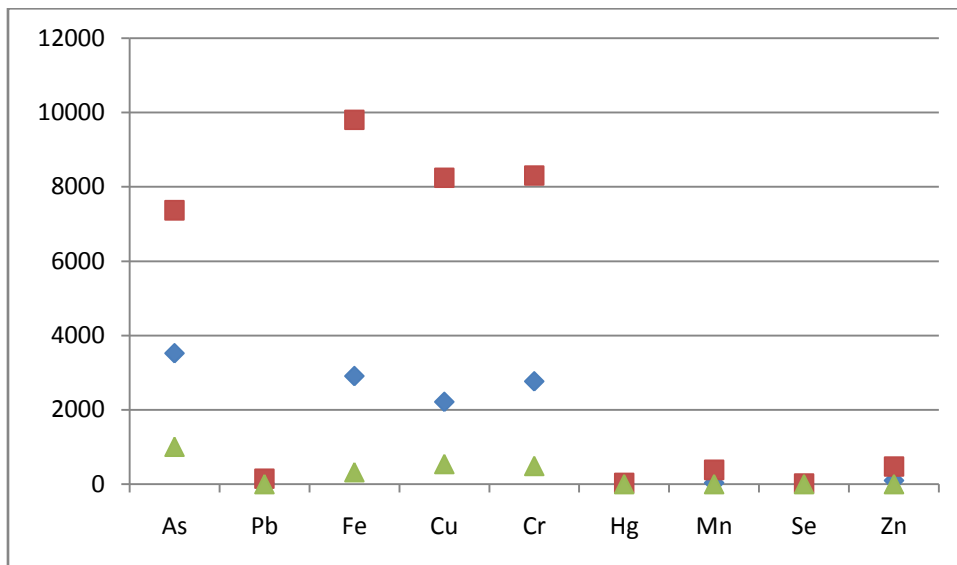
Figur 8.11.19 Ila barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat



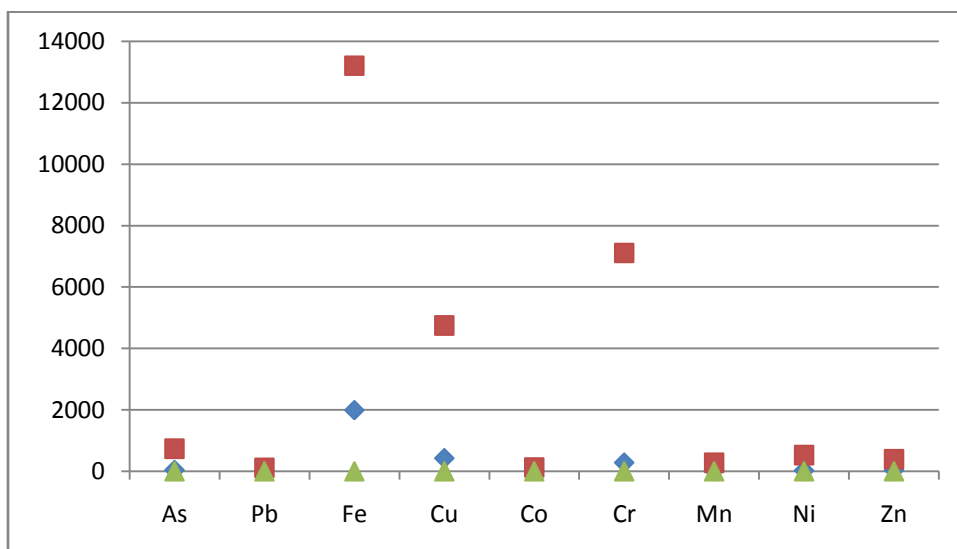
Figur 8.11.20 Kantstokker og huskestativ er CCA-trykkimpregnert, den gule, hvite og blågrønne malingen inneholder bly

8.11.2 Nye lekeapparat i forhold til gamle lekeapparat

Ved å se på hva nye lekeapparat inneholder i forhold til gamle lekeapparat, kom det frem noen klare tendenser. I gamle lekeapparat er det arsen, jern, kobber og krom som er hovedelementene, mens det i nyere lekeapparat er jern og noen ekstremverdier av kobber og krom. Figur 8.11.21, viser hva de gamle lekeapparatene i barnehagene inneholdt. De nye lekeapparatene er presentert i figur 8.11.22. Verdiene, og grafer presentert for hver enkelt barnehage ligger i vedlegg.



Figur 8.11.21 Innhold i gamle lekeapparat maksimumsverdi (rød), minimumsverdi (grønn), gjennomsnitt (blå)



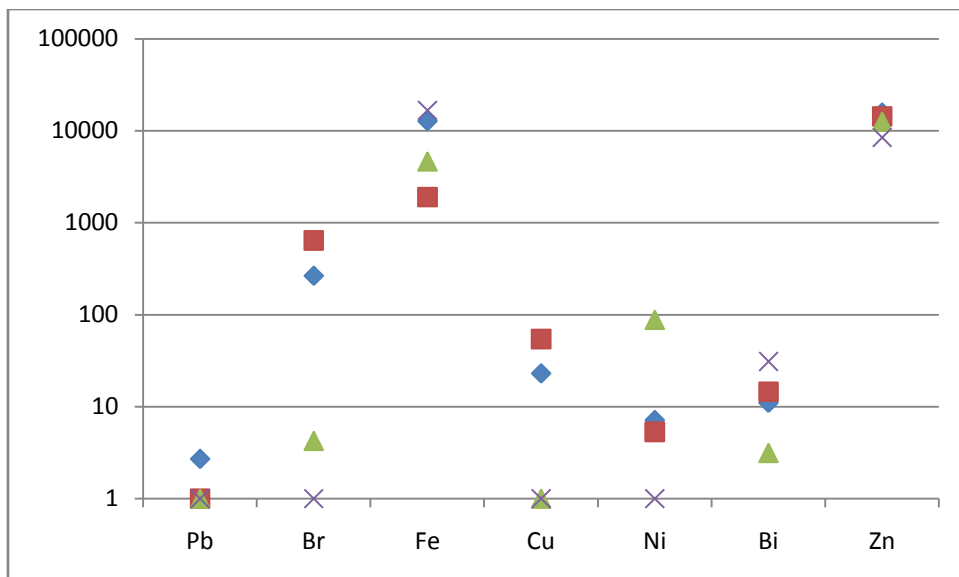
Figur 8.11.22 Innhold i nye lekeapparat maksimumsverdi (rød), minimumsverdi (grønn), gjennomsnitt (blå)

8.11.3 Støtdempende matter

Det var noen røde matter i Spannet og Sunnland barnehage, tilsvarende matter er blitt observert i flere andre barnehager også. De elementene som ikke er tatt med i figuren, var det ingen detekterbar mengde av, figur 8.11.23. Det ble funnet brom i disse støtdempende mattene, tabell 8.11. Det kan tyde på bromerte flammehemmere. Det er et veldig varierende innhold av brom i mattene og det ulike plastmaterialet, men ingen av målingene er høyere enn en vektprosent.

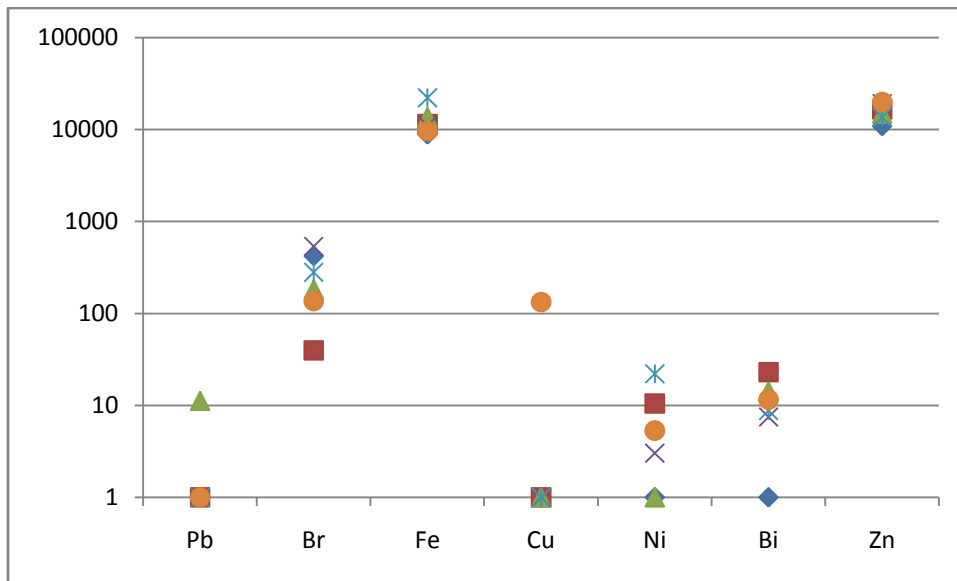
Tabell 8.11 Innhold av brom i støtdempende matter og annet gummi materiale (LOD betyr under deteksjonsgrensen)

Materiale	Br (mg/kg)
Båt, blå glassfiber	78,0
Båt, Hvit glassfiber	5,83
Bildekk lekestativ	158
Røde matter, Sunnland	39,4
Røde matter, Sunnland	183
Røde matter, Sunnland	533
Røde matter, Sunnland	279
Røde matter, Sunnland	136
Røde matter, Sunnland	420
Matter ved Nidarøhallen	643
Matter i Klæbuveien barnehage	4,25
Rød matte Spannet barnehage	<LOD



Figur 8.11.23 Innhold i støtdempendematter, på fire ulike steder i Trondheim

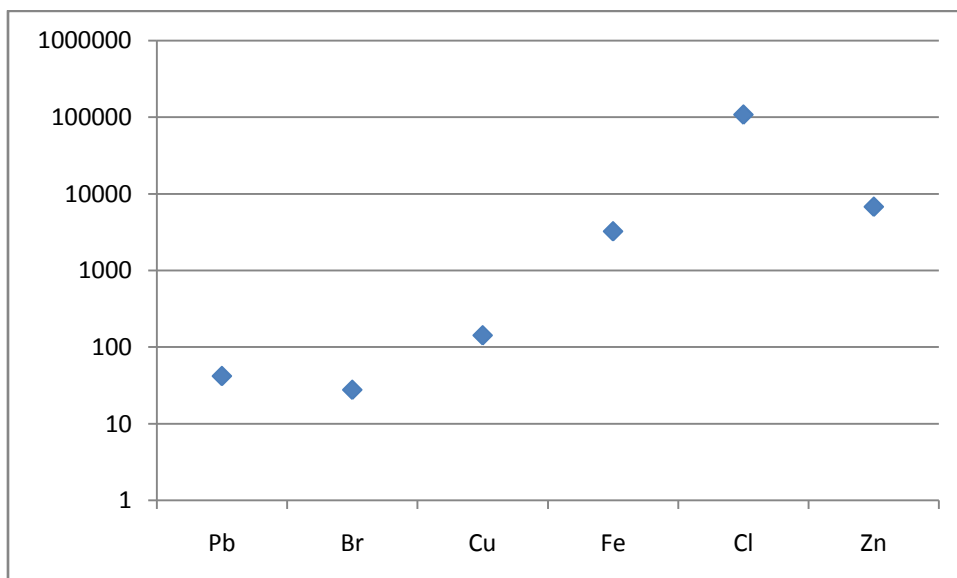
En av mattene ble målt flere ganger på ulike steder, figur 8.11.24. Det kom fram at de ulike delene til matten var ulik i innhold.



Figur 8.11.24 Samme matte målt på fem ulike steder

8.11.4 Bildekk og andre gummi materialer

I Singsaker barnehage var det en huske der setet var av gummi. Den inneholdt blant annet brom, og kan inneholde bromerte flammehemmere, figur 8.11.25 og 8.11.26.



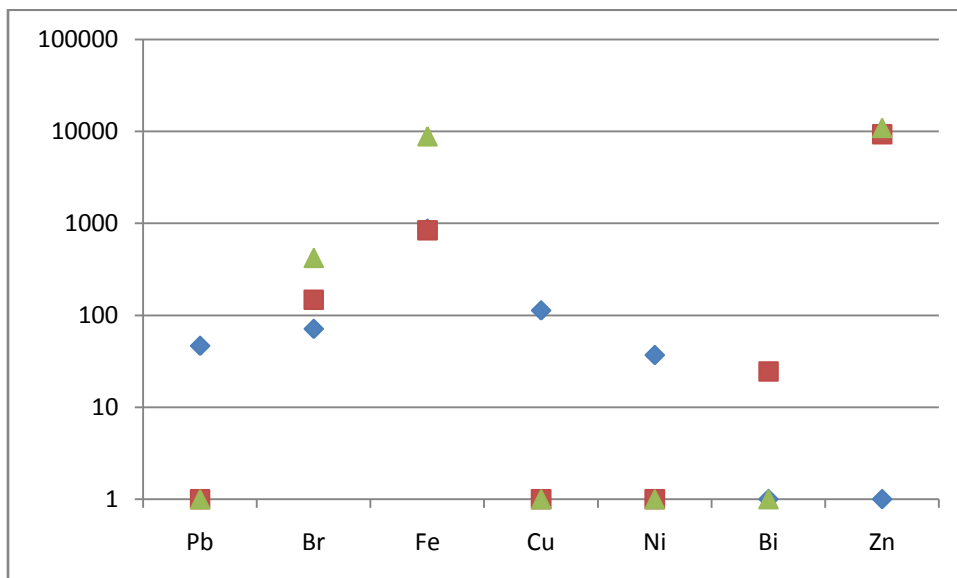
Figur 8.11.25 Elementinnhold i en gummihuske

Resultat

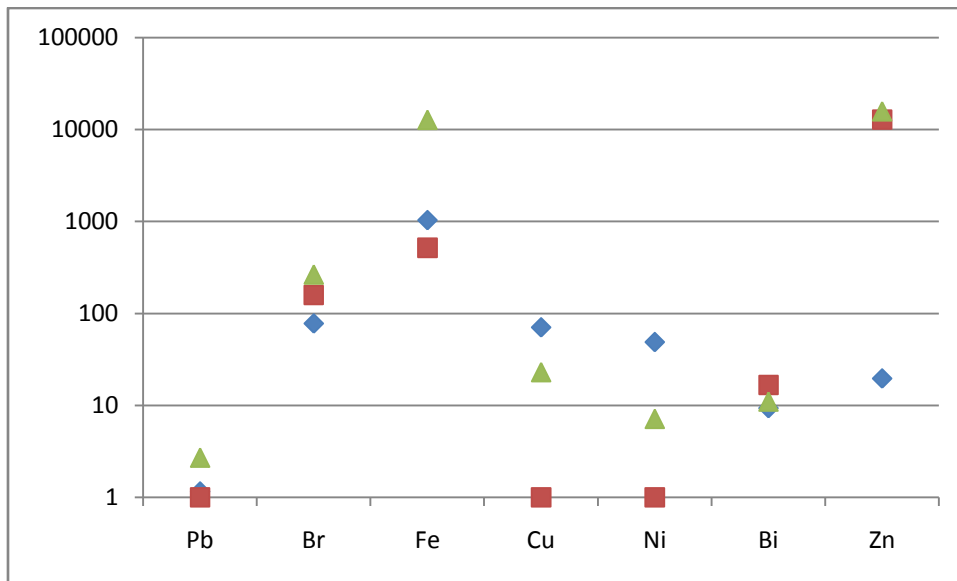


Figur 8.11.26 Gummihuske som inneholder brom

I Sunnland barnehage ble det målt på innhold i noen bildekk, og andre plastelementer med to ulike XRF- måleapparater. Det som kom fram av målingene er vist i figur 8.11.27 (type 1) og 8.11.28 (type 2), det kan tyde på innhold av bromerte flammehemmere. Resultatene er nesten like for de to måleapparatene. Bilder av de bromholdige lekeapparatene er vist i figur 8.11.29.



Figur 8.11.27 Komponenter i ulike plastgjenstander, bildekk (rød), plastbåt (blå) og en rød matte (grønn) (XRF type 1)



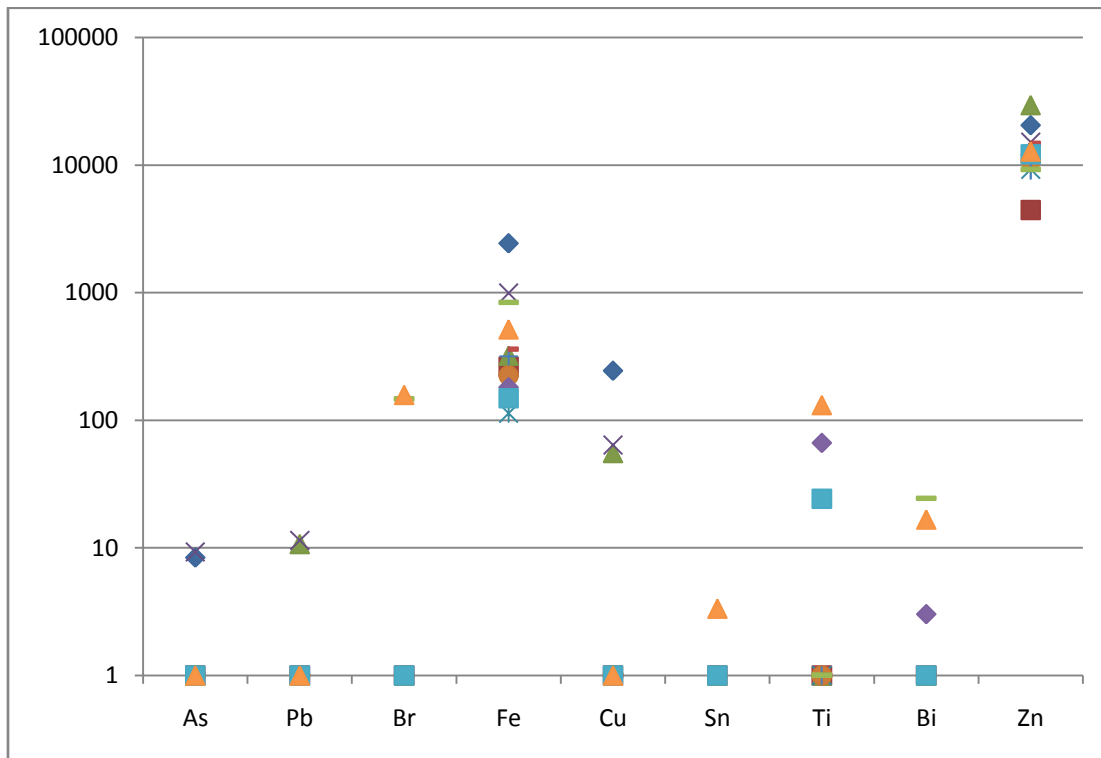
Figur 8.11.28 Komponenter i ulike plastgjenstander, bildekk (rød), plastbåt (blå) og en rød matte (grønn) (XRF type 2)



Figur 8.11.29 Elementer i Sunnland barnehage som inneholdt brom

Resultat

Det ble målt på 22 plastgjenstander, mest dekk. Figur 8.11.30 viser hva de ulike dekkene som ble målt med plastinnstillingen viste. Ulike bildekk inneholder mange forskjellige komponenter og enkelte topper samsvarer, det er spesielt jern og sink som har topper for alle dekkene. De komponenter det ikke ble målt på, eller der verdien var under deteksjonsgrensen, er satt til 1, i dette diagrammet, da det er logaritmisk fordelt for å få frem alle komponentene.



Figur 8.11.30 Profil av diverse bildekk funnet i barnehager

8.12 Vaskeprøvene

8.12.1 Spannet

I Spannet barnehage ble barn i alderen 1-3 år vasket på hendene, figur 8.12.1. De lekte mest i sanden på nordvest siden av barnehagen.



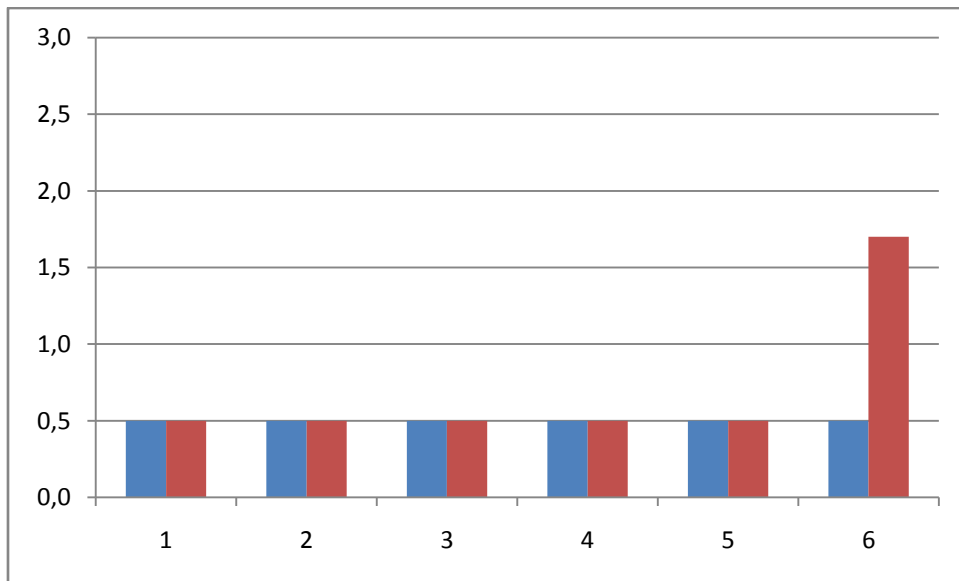
Figur 8.12.1 Barnehender før og under vask

Tabell 8.12.1 viser verdiene av forurensning på barnas hender før og etter utelek, mens figurene 8.12.2., 8.12.3 og 8.12.4 viser grafer med oversikt over forurensninger på barnas hender før og etter utelek av henholdsvis arsen, bly og kadmium. De blå kolonnene viser nivået før utelek, mens de røde kolonnene viser nivået etter utelek. Der verdiene var under deteksjonsgrensen er verdien i grafen satt til å være halvparten av verdien til deteksjonsgrensen.

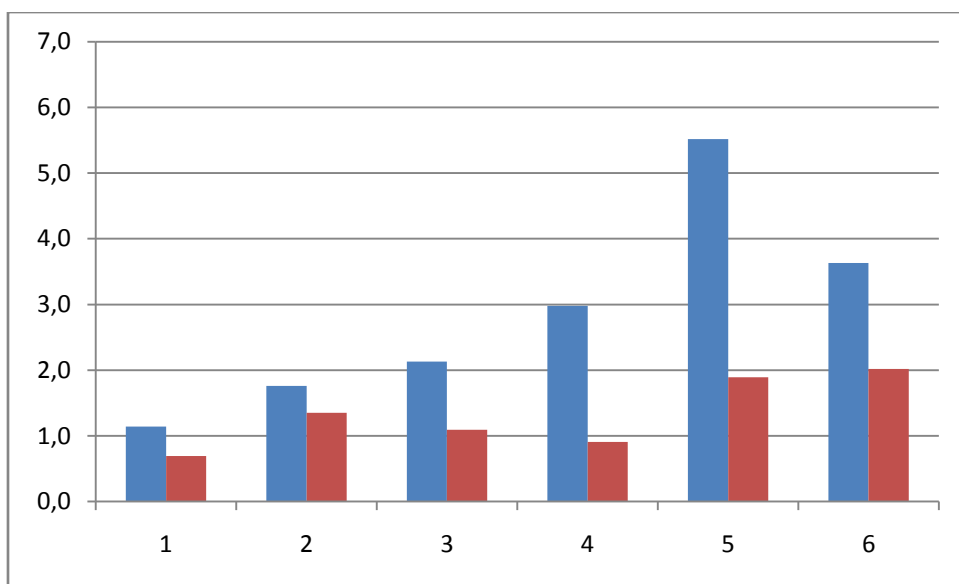
Tabell 8.12.1 vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek

	As ($\mu\text{g/serviett}$)		Pb ($\mu\text{g/serviett}$)		Cd ($\mu\text{g/serviett}$)	
	a	b	b	a	a	b
1.2	< 1	< 1	0,7	1,1	0,05	0,07
1.3	< 1	< 1	1,4	1,8	0,07	0,06
1.4	< 1	< 1	1,1	2,1	0,07	0,02
1.5	< 1	< 1	0,9	3,0	0,08	0,26
1.6	< 1	< 1	1,9	5,5	0,06	0,03
1.7	< 1	1,7	2,0	3,6	0,07	0,09

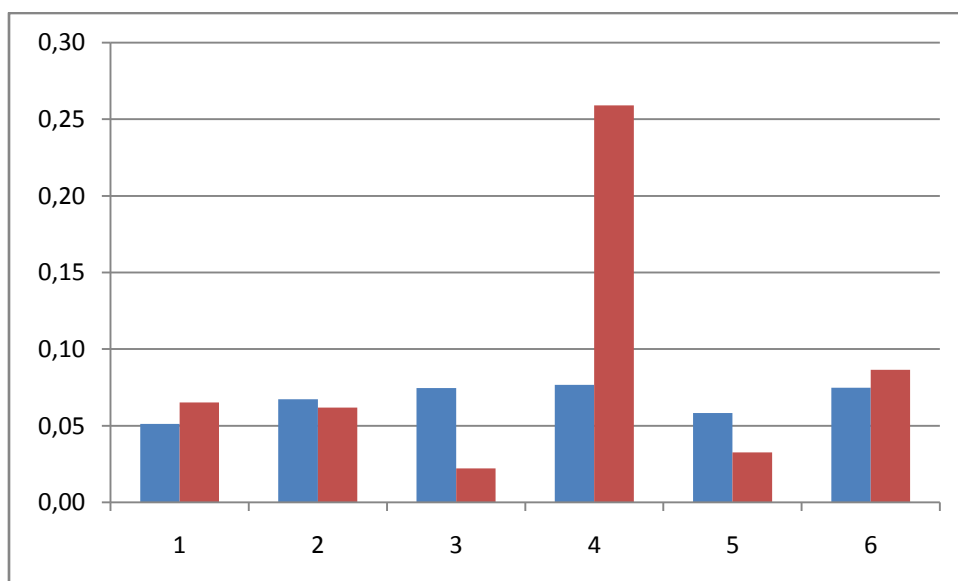
Resultat



Figur 8.12.2 Mengden arsen på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)



Figur 8.12.3 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)



Figur 8.12.4 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)

Tabellen og figurene viser at det er ett barn som skiller seg ut med en høy arsenverdi etter utelek. For bly er verdiene etter innelek høyest på alle barna, mens for kadmium er verdiene litt varierte, det er ett barn som også her skiller seg ut med en høy kadmiumverdi etter utelek.

Spannet barnehage har trolig en blykilde inne som må detekteres, siden verdiene for bly var konsekvent høyere inne for denne barnehagen.

8.12.2 Møllenberg

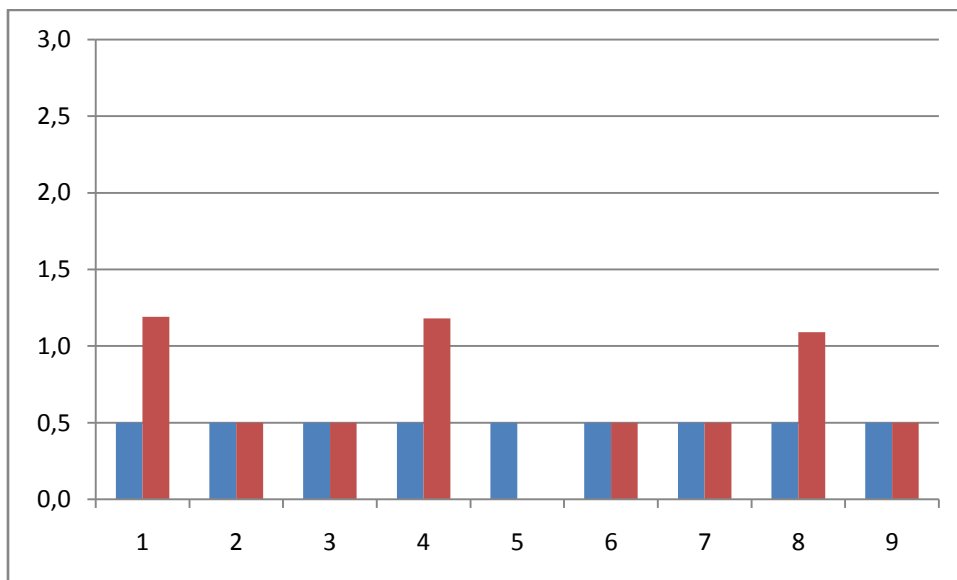
I Møllenberg barnehage ble barn i alderen 1/2-3 år vasket på hendene. De lekte mest i en sandkasse utenfor sin avdeling.

Tabell 8.12.2 viser verdiene av forurensning på barnas hender før og etter utelek, mens figur 8.12.5., 8.12.6 og 8.12.7 viser grafer med oversikt over forurensninger på barnas hender før og etter utelek av henholdsvis arsen, bly og kadmium. De blå kolonnene viser nivået før utelek, mens de røde kolonnene viser nivået etter utelek. Der verdiene var under deteksjonsgrensen er verdien i grafen satt til å være halvparten av verdien til deteksjonsgrensen.

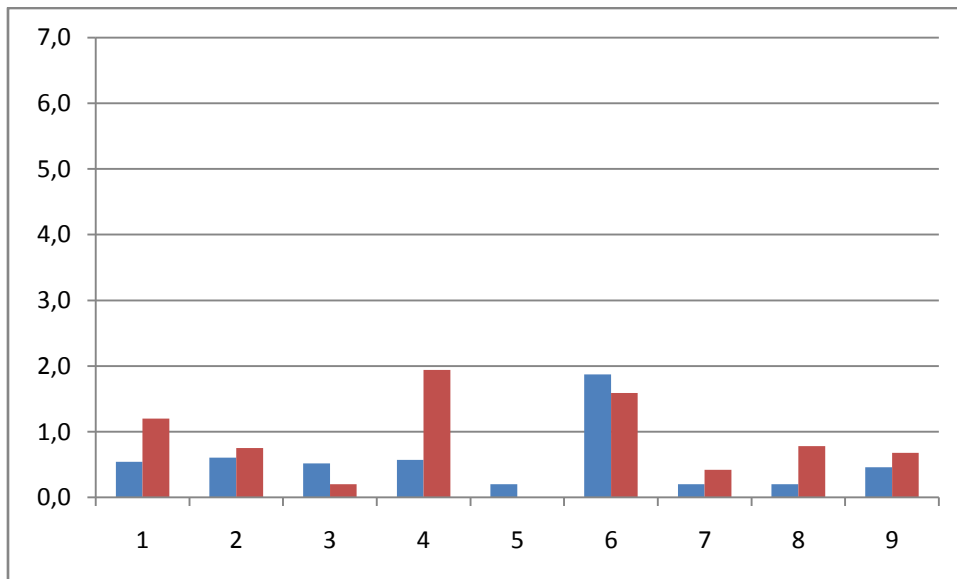
Resultat

Tabell 8.12.2 vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek

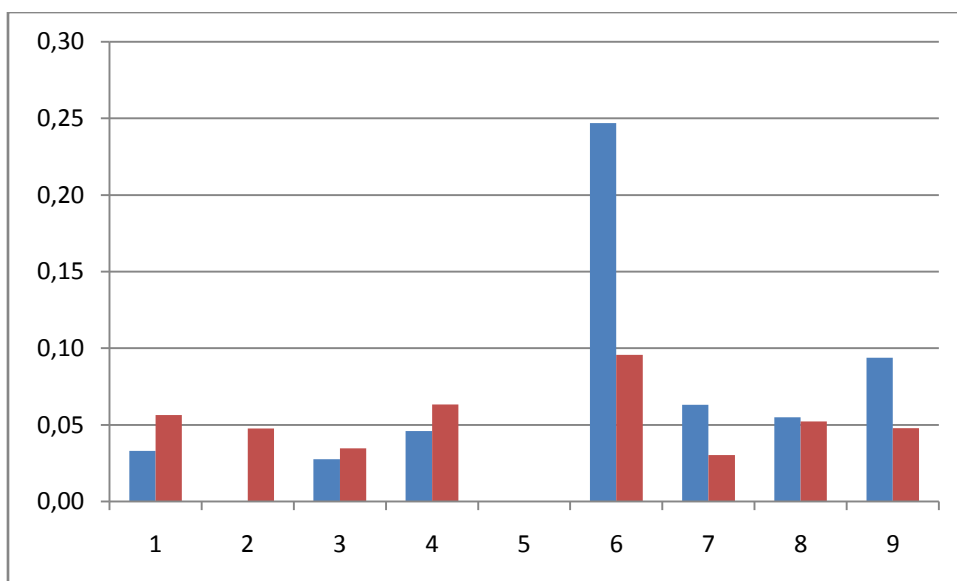
	As (µg/serviett)		Pb (µg/serviett)		Cd (µg/serviett)	
	a	b	a	b	a	b
3.1	< 1	1,2	0,5	1,2	0,03	0,06
3.2	< 1	< 1	0,6	0,7	< 0,02	0,05
3.3	< 1	< 1	0,5	< 0,4	0,03	0,03
3.4	< 1	1,2	0,6	1,9	0,05	0,06
3.5	< 1		< 0,4		< 0,02	
3.6	< 1	< 1	1,9	1,6	0,25	0,10
3.7	< 1	< 1	< 0,4	0,4	0,06	0,03
3.8	< 1	1,1	< 0,4	0,8	0,05	0,05
3.9	< 1	< 1	0,5	0,7	0,09	0,05



Figur 8.12.5 Mengden arsen på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)



Figur 8.12.6 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)



Figur 8.12.7 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)

Tabellen og figurene viser at det er tre barn som skiller seg ut med høye arsenverdier etter utelek. For bly er verdiene varierende, men stort sett ligger de høyere etter utelek, mens for kadmium er verdiene litt varierte. Det var ett barn som gikk uten at det fikk vasket hendene etter utelek.

8.12.3 Dalsenget

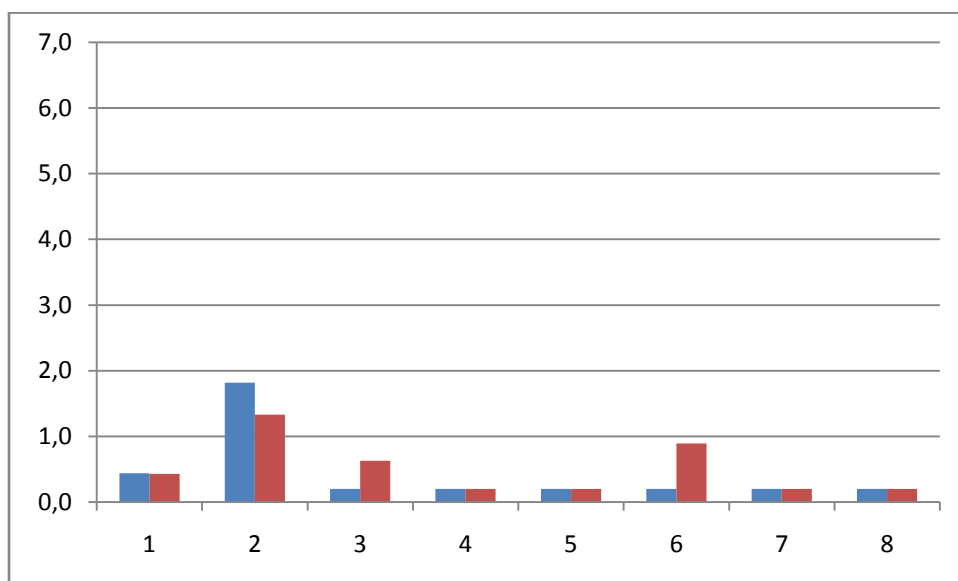
I Dalsenget barnehage ble barn i alderen 1/2-3 år vasket på hendene. De lekte i nesten hele uteområdet.

Resultat

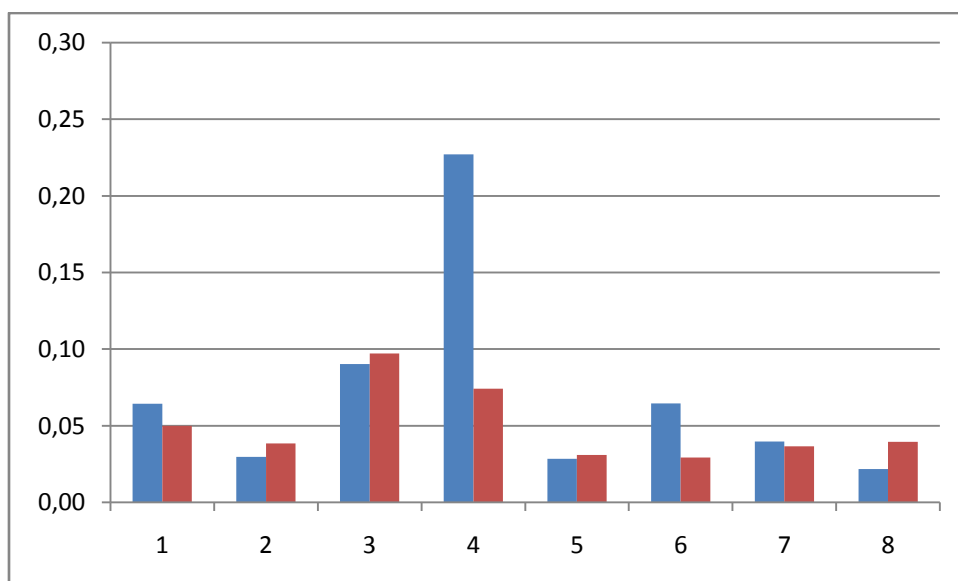
Tabell 8.12.3 viser verdiene av forurensning på barnas hender før og etter utelek, mens figur 8.12.8 og 8.12.9 viser grafer med oversikt over forurensninger på barnas hender før og etter utelek av henholdsvis bly og kadmium. De blå kolonnene viser nivået før utelek, mens de røde kolonnene viser nivået etter utelek. Der verdiene var under deteksjonsgrensen er verdien i grafen satt til å være halvparten av verdien til deteksjonsgrensen. Mengden arsen på barnas hender er ikke gitt i figur, da alle verdiene var under deteksjonsgrensen.

Tabell 8.12.3 Vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek

	As ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)		Pb ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)		Cd ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	
	a	b	a	b	a	b
8.9	< 1	< 1	0,4	0,4	0,06	0,05
8.10	< 1	< 1	1,8	1,3	0,03	0,04
8.11	< 1	< 1	< 0,4	0,6	0,09	0,10
8.12	< 1	< 1	< 0,4	< 0,4	0,23	0,07
8.13	< 1	< 1	< 0,4	< 0,4	0,03	0,03
8.14	< 1	< 1	< 0,4	0,9	0,06	0,03
8.15	< 1	< 1	< 0,4	< 0,4	0,04	0,04
8.16	< 1	< 1	< 0,4	< 0,4	0,02	0,04



Figur 8.12.8 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)



Figur 8.12.9 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)

For bly er verdiene varierende, men stort sett ligger verdiene likt før og etter utelek, mens for kadmium er verdiene varierte, det er en kadmiumverdi som skiller seg ut etter innelek.

8.12.4 Ila

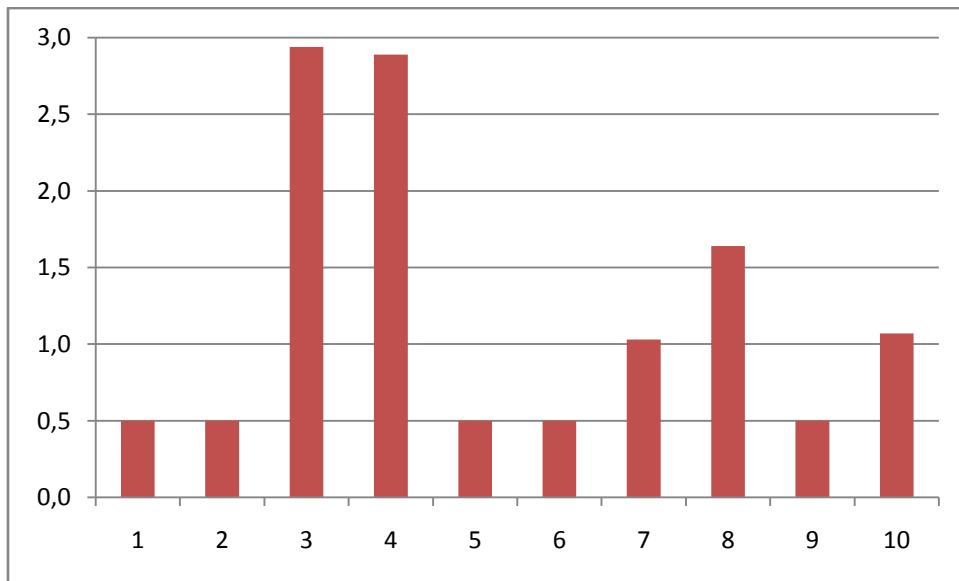
I Ila barnehage ble barn i alderen 1/2-3 år vasket på hendene. De lekte i en sandkasse foran barnehagen. De ble bare vasket på hendene etter utelek, siden de ikke var klar over at vi kom.

Tabell 8.12.4 viser verdiene av forurensning på barnas hender etter utelek, mens figur 8.12.10, 8.12.11 og 8.12.12 viser grafer med oversikt over forurensninger på barnas hender etter utelek av henholdsvis arsen, bly og kadmium. Der verdiene var under deteksjonsgrensen er verdien i grafen satt til å være halvparten av verdien til deteksjonsgrensen.

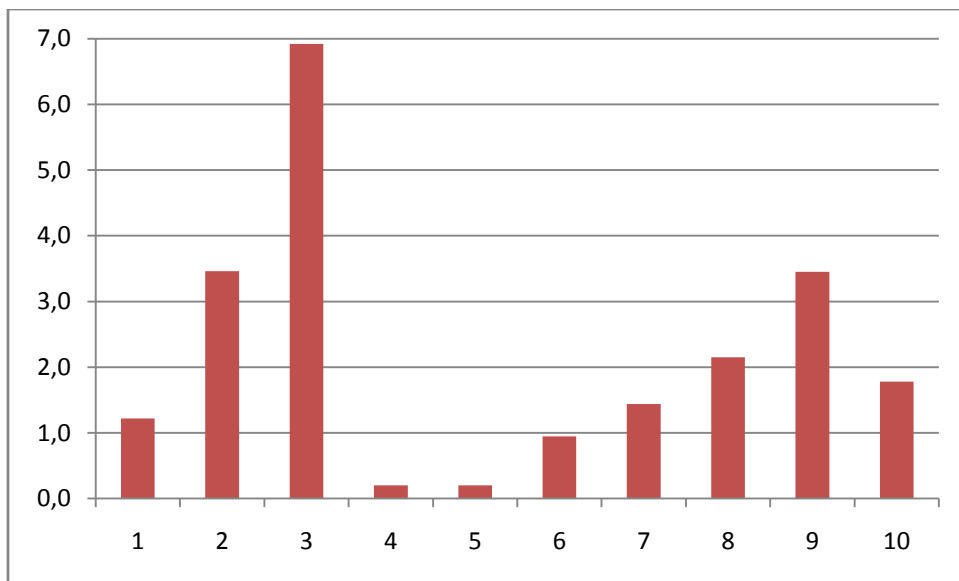
Tabell 8.12.4 Vasking av barns hender etter utelek

	As (µg/serviett)	Pb (µg/serviett)	Cd (µg/serviett)
10.1	< 1	1,2	0,05
10.2	< 1	3,5	0,05
10.3	2,9	6,9	0,04
10.4	2,9	< 0,4	4,32
10.5	< 1	< 0,4	0,02
10.6	< 1	0,9	0,04
10.7	1,0	1,4	0,06
10.8	1,6	2,2	0,20
10.9	< 1	3,5	0,06
10.10	1,1	1,8	0,04

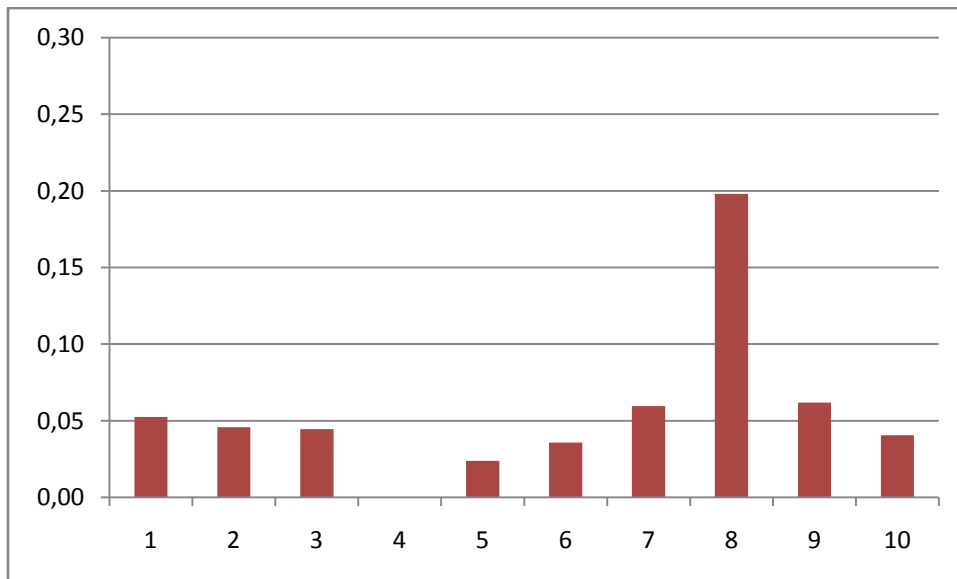
Resultat



Figur 8.12.10 Mengden arsen på barns hender etter utelek ($\mu\text{g/serviett}$)



Figur 8.12.11 Mengden bly på barns hender etter utelek ($\mu\text{g/serviett}$)



Figur 8.12.12 Mengden kadmium på barns hender etter utelek (µg/serviett)

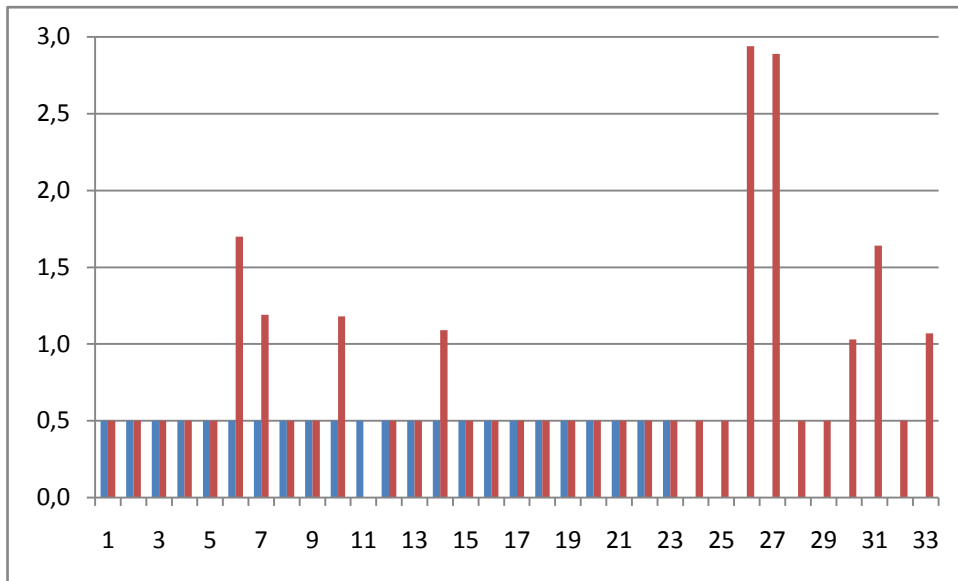
Verdiene av arsen, bly og kadmium på barnas hender var ganske høye. Det er spesielt en kadmiumverdi som skiller seg ut, det er vanskelig å si hva som gjør at denne verdien er så høy, det kan være en feilbehandling av prøven, barnet kan ha lekt med noe som inneholder mye kadmium, eller barnet kan ha hatt veldig mye grus på hendene. Blyverdien for dette barnet er veldig lav så det er mest sannsynlig noe som har skjedd i behandlingen av prøvene, eller i lek. Barn nr 4 sin kadmiumverdi er derfor utelatt fra figuren.

8.12.4 Samlet for alle barnehagene

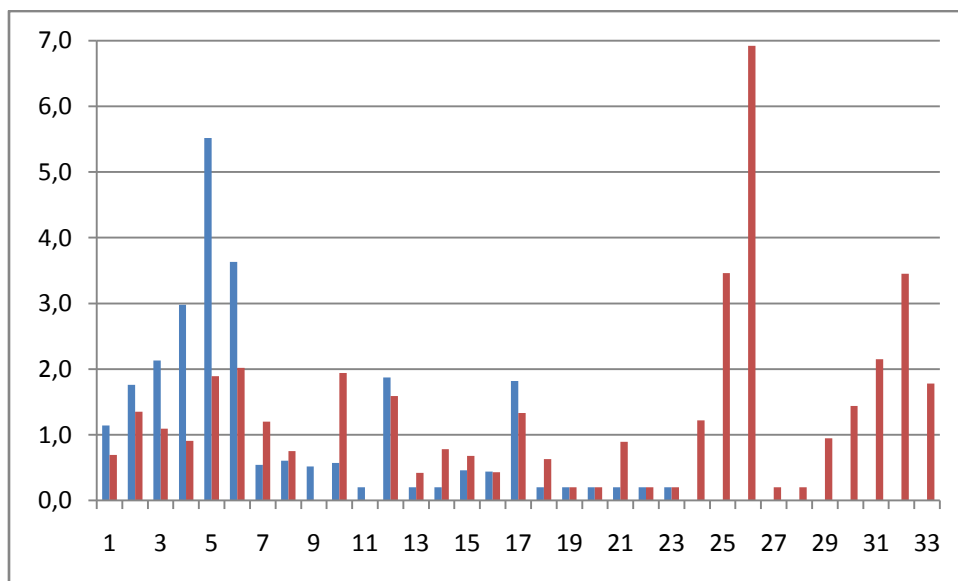
For å kunne se det store bildet mellom innemiljø og utemiljø må resultatene sees i sammenheng. Figur 8.12.13, 8.12.14 og 8.12.15 viser alle vaskeprøvene med hensyn på henholdsvis arsen, bly og kadmium.

Det er tydelig av figuren at Spannet sine blyverdier er veldig høye inne. Bare målingene ute fra Ila barnehage er verdiene høyere.

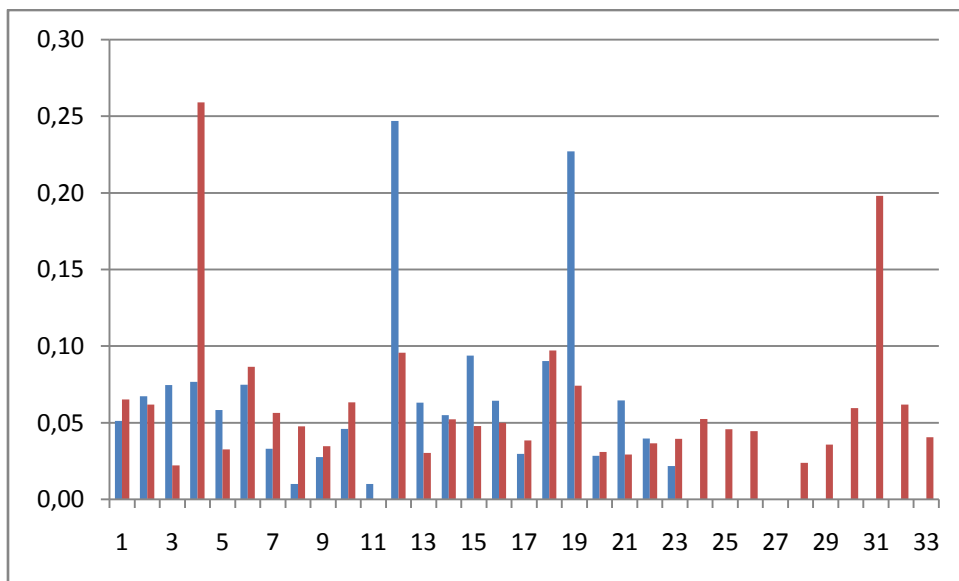
Resultat



Figur 8.12.13 Arsenverdiene for alle barnehagene ($\mu\text{g/serviett}$)

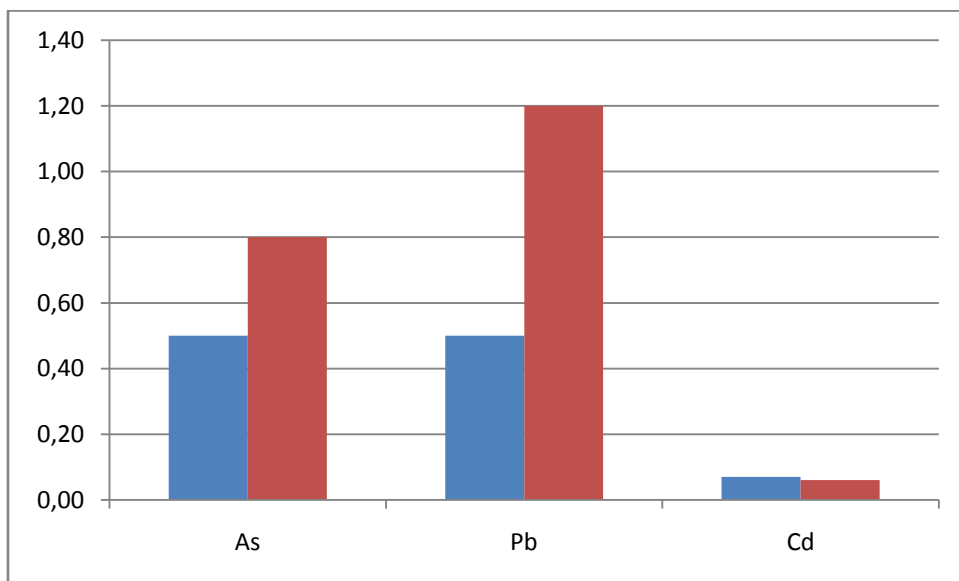


Figur 8.12.14 Blyverdiene for alle barnehagene ($\mu\text{g/serviett}$)



Figur 8.12.15 Kadmiumverdiene for alle barnehagene (µg/serviett)

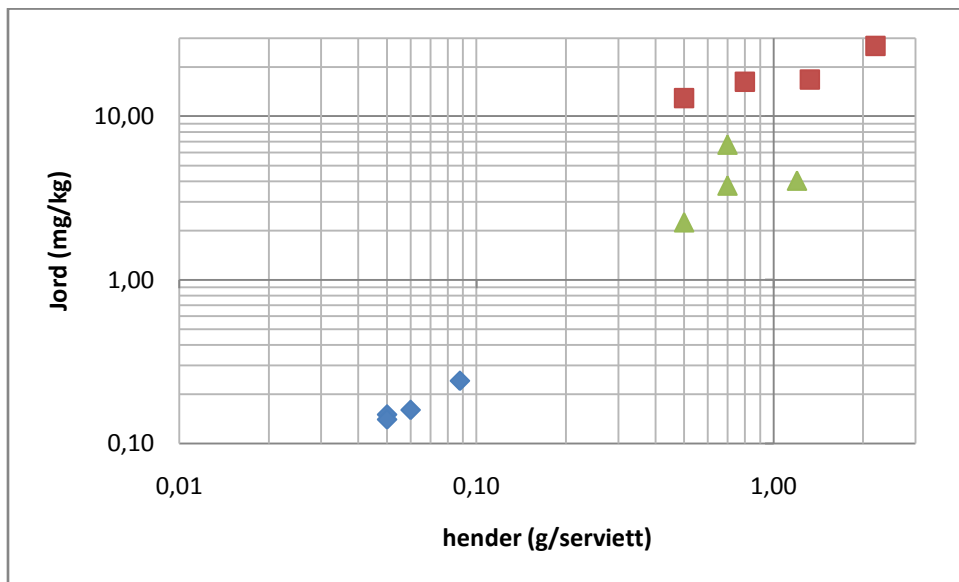
Figur 8.12.16 viser gjennomsnittsverdiene for arsen, bly og kadmium, før (blå) og etter (rød) utelek. Det er da tydelig å se at gjennomsnittlig får man mer forurensninger på hendene av utelek enn man får av innelek.



Figur 8.12.16 Gjennomsnittsverdiene for alle barnehagene før (blå) og etter (rød) utelek, av arsen (1), bly (3) og kadmium (5)

8.13 Sammenheng mellom verdier på barnas hender og i jorda.

Det er en sterk sammenheng mellom verdiene på barnas hender og verdiene som var i jorda, i alle barnehage. Her er det tatt utgangspunkt i gjennomsnittsverdiene til Spannet, Møllenberg, Dalsenget og Ila barnehage, siden det var de barnehagene vaskeprøvene ble utført i, figur 8.13.



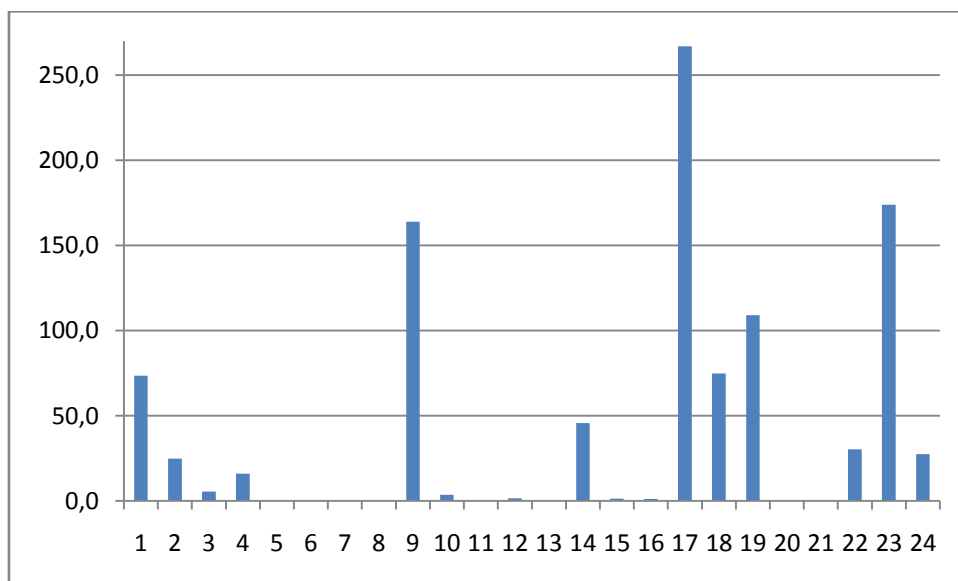
Figur 8.13 Arsen (grønn), bly (rød) og kadmium (blå), korrelasjon mellom verdiene i jord og på hendene

8.14 Vaskeprøver av produkter

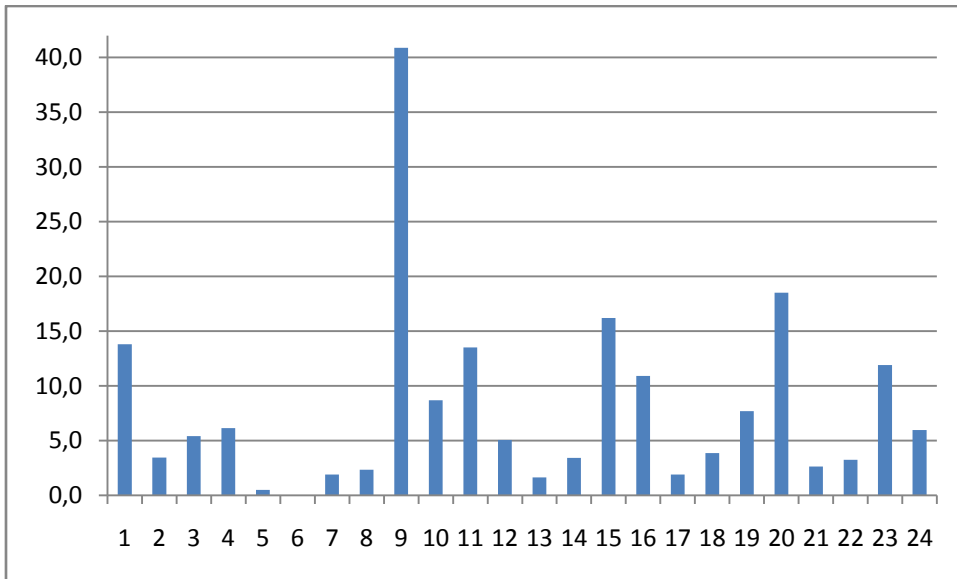
For å finne ut hvor mye forurensning barn potensielt kan få på hendene ble våtservietter gnidd på noe av trevirket ulike steder i barnehagene. Av resultatene som kom fram, kan man se at det er verdier på arsen som ligger veldig høyt. Måling med XRF viser at enkelte av disse lekeapparatene hadde arsenverdier på over 1000 mg/kg (1 vektprosent). Resultatene er presentert i tabell 8.14 og i figur 8.14.1, 8.14.2 og 8.14.3.

Tabell 8.14 Potensiell forurensning barn kan få på hendene

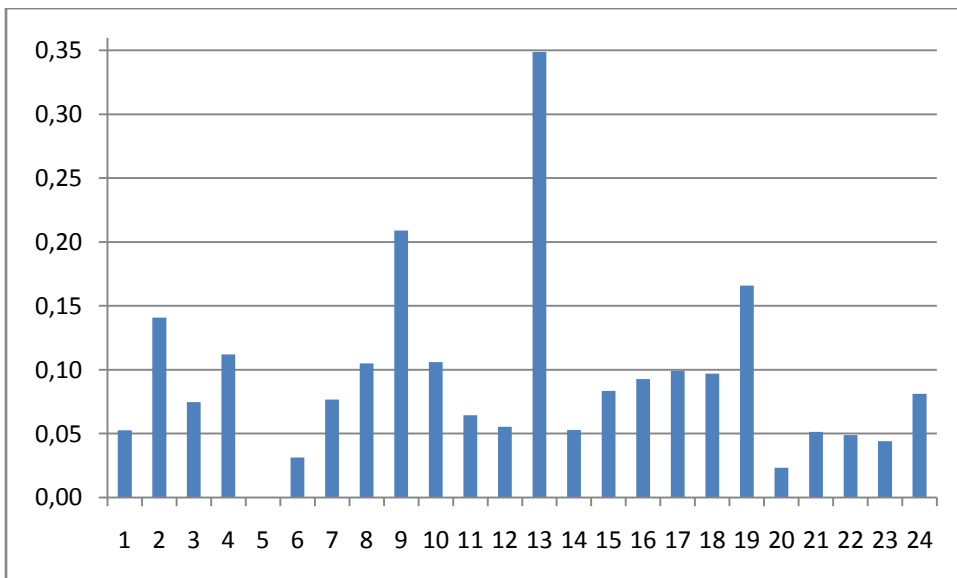
		As (μg pr. serviett)	Pb (μg pr. serviett)	Cd (μg pr. serviett)
Spannet	Platting på baksiden	74	14	0,05
	Lekehus	25	3,4	0,14
Møllenberg	Sandkasse ved hvit vegg	5,4	5,4	0,07
	Platting midt i barnehagen	16	6,1	0,11
	Oransje sklie	< 1	0,5	< 0,02
	Håndtak gyngebenk	< 1	< 0,4	0,03
	Oransje vippestol	< 1	1,9	0,08
Kongsgården	Rød husmaling	< 1	2,3	0,11
	Tribunebenk	164	41	0,21
	Platting på lekehus	3,6	8,7	0,11
	Trapp, inngang	< 1	14	0,06
	Humpedisse	1,6	5,1	0,06
	Blå maling lekehus	< 1	1,7	0,35
	Trapp på lekehus	46	3,4	0,05
	Båt	1,3	16	0,08
	Trevirke	1,1	11	0,09
Dalsenget	Huskestolpe	267	1,9	0,10
	Lekehus	75	3,9	0,10
	Platting gult lekehus	109	7,7	0,17
Møllebakken	Hvit maling på hus	< 1	19	0,02
	Benk	< 1	2,6	0,05
	Stolpe m/tau	30	3,3	0,05
Ila	Stolpe på huske	174	12	0,04
	Platting	27	6,0	0,08

Figur 8.14.1 Potensiell arsensmitte fra lekeapparat i alle barnehagene ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)

Resultat

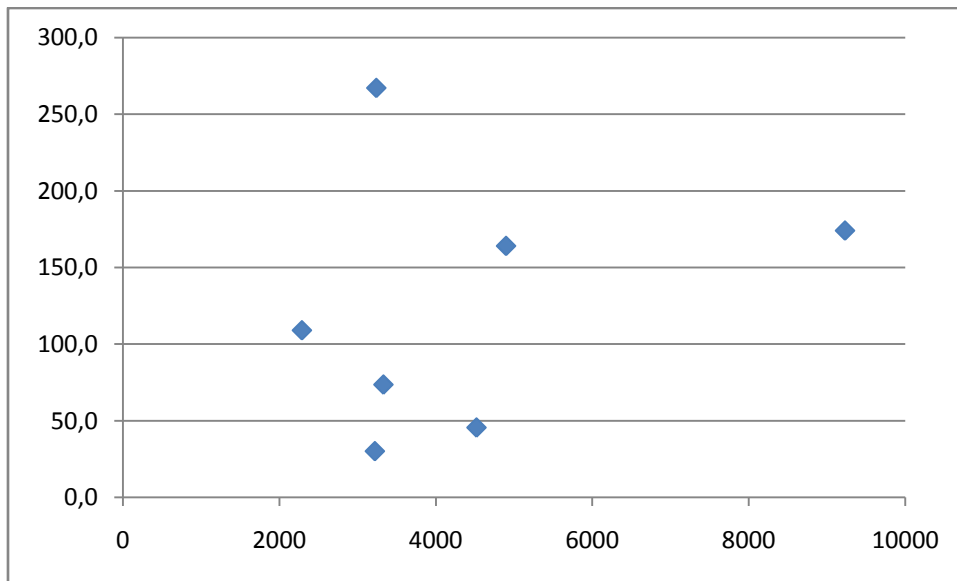


Figur 8.14.2 Potensiell blysmitte fra lekeapparat i alle barnehagene (µg/serviett)



Figur 8.14.3 Potensiell kadmiumsmitte fra lekeapparat i alle barnehagene (µg/serviett)

Figur 8.14.4 viser innholdet av arsen i trevirke plottet mot mengde arsen som ble smittet over på hendene av det samme trevirket. Det er ingen tydelig sammenheng, men alle XRF målingene viser arsenverdier på over 2000 mg/kg og alle håndprøvene viser arsenverdier på over 20 µg/serviett.



Figur 8.14.4 Arseninnhold i trevirke kontra smitte på hendene

8.15 Blindprøvene

Det ble brukt natusan våtservietter til alle vaskeprøvene, det var fire ulike pakker med våtservietter. Derfor ble det tatt noen rene våtservietter innimellom for å analysere innholdet av dem og for å se om det var noen forskjell mellom de ulike typene våtservietter.

Tabell 8.15 Oversikt over hva våtserviettene inneholdt

Barnehage	As ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	Cd ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	Pakkenummer
Spannet	< 1	< 0,4	0,03	pk2
Møllenberg	< 1	< 0,4	< 0,02	pk1
Kongsgården	< 1	< 0,4	0,04	pk4
Møllebakken	< 1	< 0,4	0,03	pk3

Denne tabellen viser at våtserviettene hadde liten eller ingen virkning på bly- eller arseninnholdet i vaskeprøvene, mens kadmium nivået kan ha blitt påvirket i noen grad.

9. Diskusjon

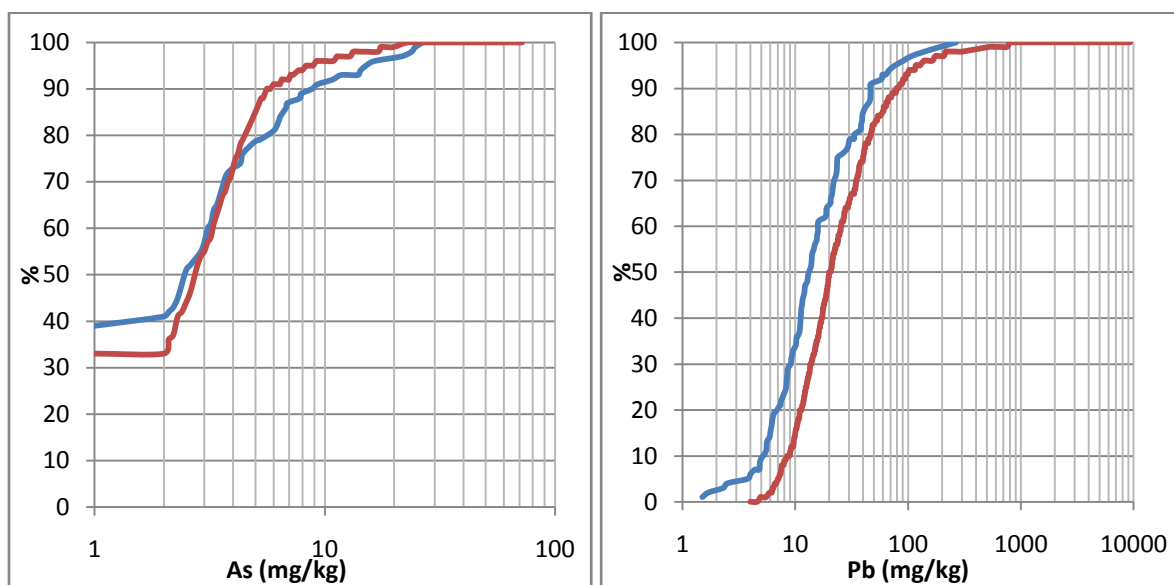
Tre av de ti undersøkte barnehagene var merket i aktsomhetsdatabasen til Trondheim kommune: Kongsgården, Festningen og Ila. I Festningen barnehage ble det ikke funnet noen jordforurensning, i Kongsgården og Ila barnehager ble det påvist bly i jorda, over kvalitetskriteriene. Av barnehagene som ikke var registrert i Trondheim kommunes aktsomhetsdatabase ble det funnet jordforurensning i Møllebakken og Singsaker. Disse var blant barnehagene som ble ryddet opp i 1997.

Det ble funnet CCA-trykkimpregnert materiale i ni av de ti barnehagene. Det ble funnet blymaling i seks av de ti barnehagene.

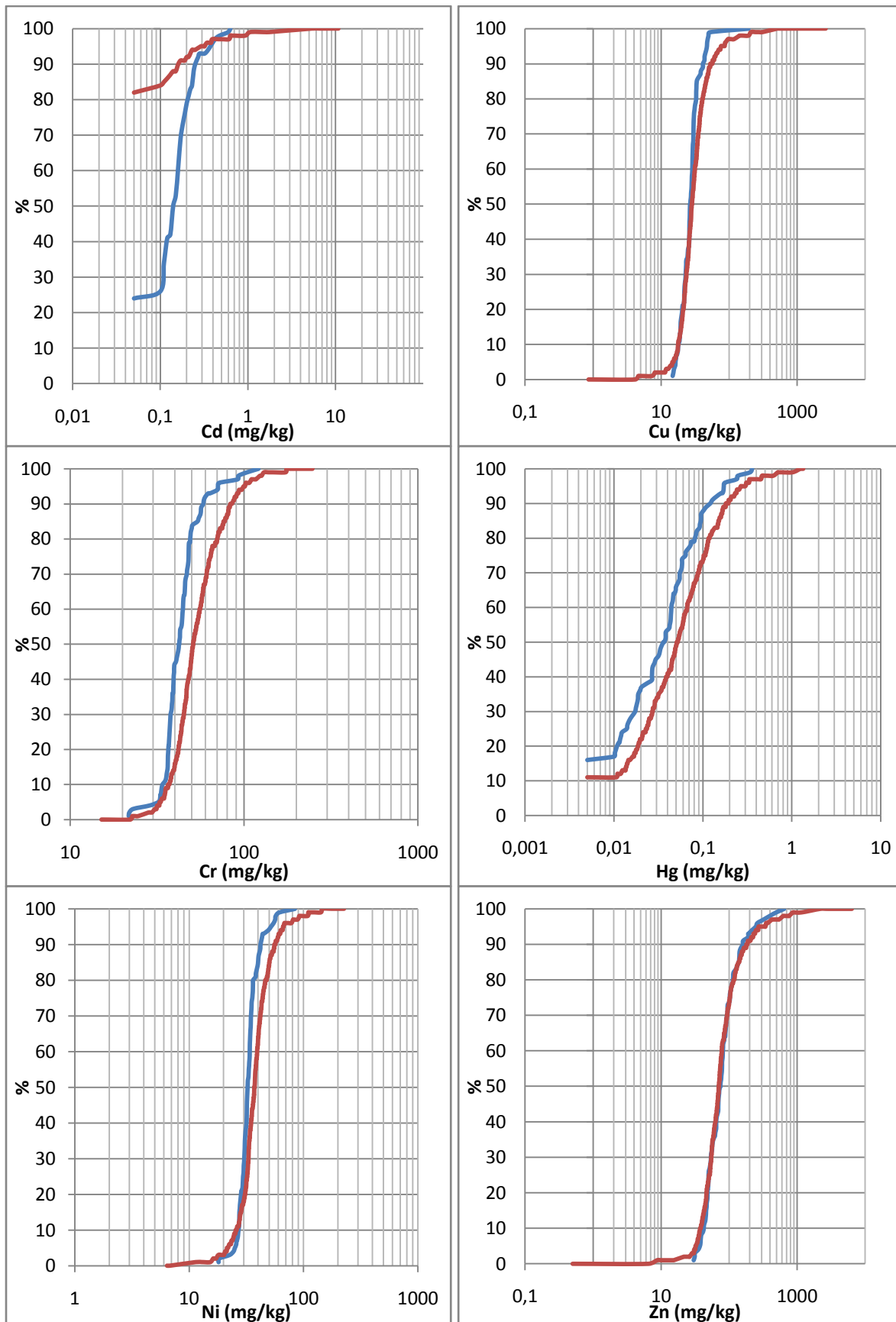
9.1 Jord

I fire av ti barnehager ble det funnet arsen eller bly forurensinger over kvalitetskriteriene.

Figur 9.1 sammenligner metallnivåene i jorda samlet for Trondheim by fra 2004 (rødt) og barnehagenivåene nå, i 2007 (blå). Disse figurene viser at nivåene for de fleste metallene er enten under det som er i byen generelt eller så er nivåene ganske like. Det ser ut til at resultatene fra 2004 har noen ekstremverdier som gjør at maks verdien her er høyere for samtlige metaller.



Figur 9.1 Kumulativ frekvensfordeling fra byprøvene 2004 (rød) sammenlignet med nivåene for barnehageprøvene tatt i denne undersøkelsen, 2007 (blå) (fortsetter på neste side)

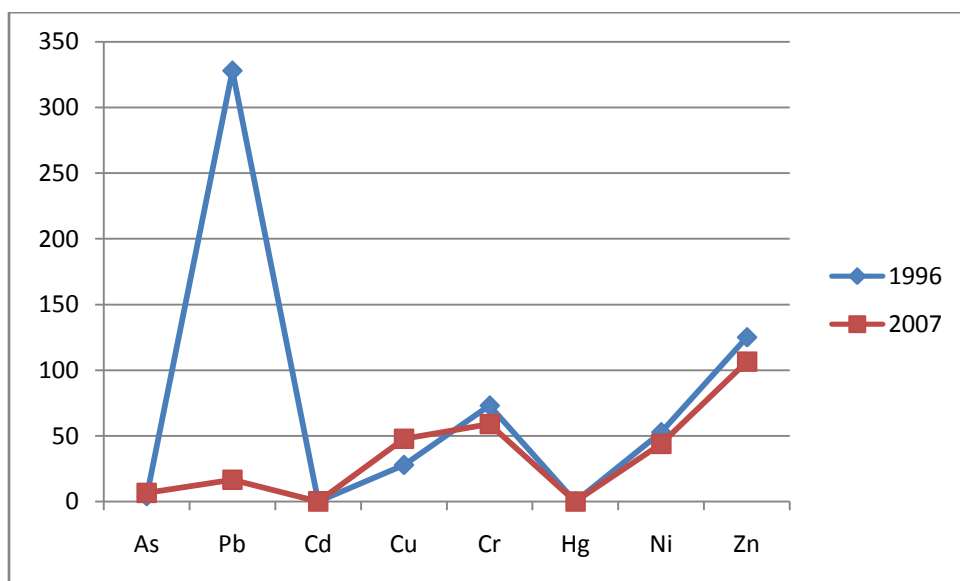


Figur 9.1 Kummulativfrekvensfordeling fra byprøvene 2004 (rød) sammenlignet med nivåene for barnehageprøvene tatt i denne undersøkelsen, 2007 (blå)

9.1.1 Spannet barnehage

Det ble ikke funnet arsen- eller metallforurensning i jorda i Spannet barnehage.

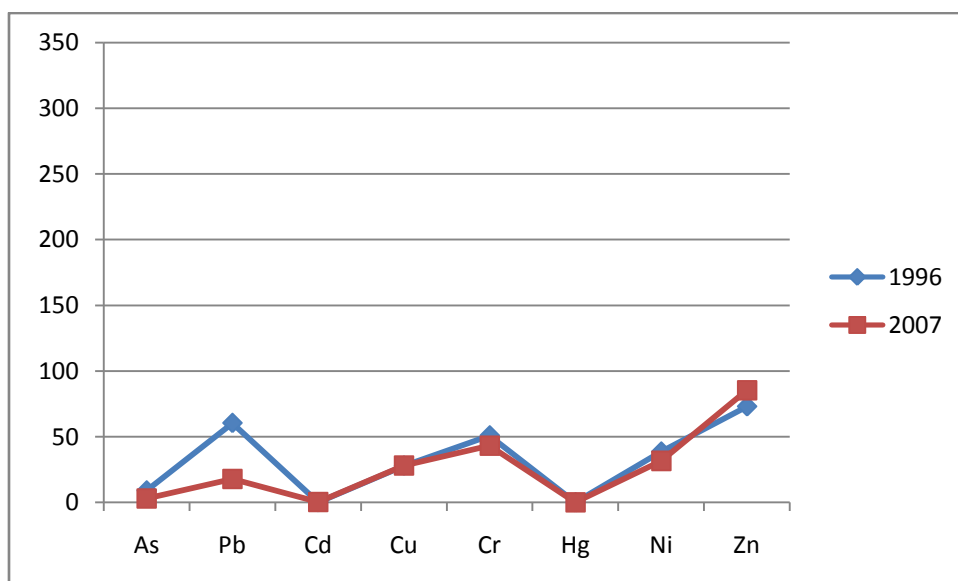
Figur 9.1.1 viser elementverdiene for jorda i blandprøven fra Spannet barnehage i 1996 sammenlignet med det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007. Spannet var en tydelig ”blybarnehage” i 1996 (Brev datert 24.10.97- Resultater av undersøkelse av bly og arsen i jord fra Spannet barnehage). Etter fjerningen av blyet i jorda og kilden, som var utvendig maling på bygningen, er blynivået nå under tiltaksgrensen. De andre metallene ligger på tilnærmet samme nivå som i 1996.



Figur 9.1.1 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Spannet barnehage (mg/kg)

9.1.2 Voldsminde

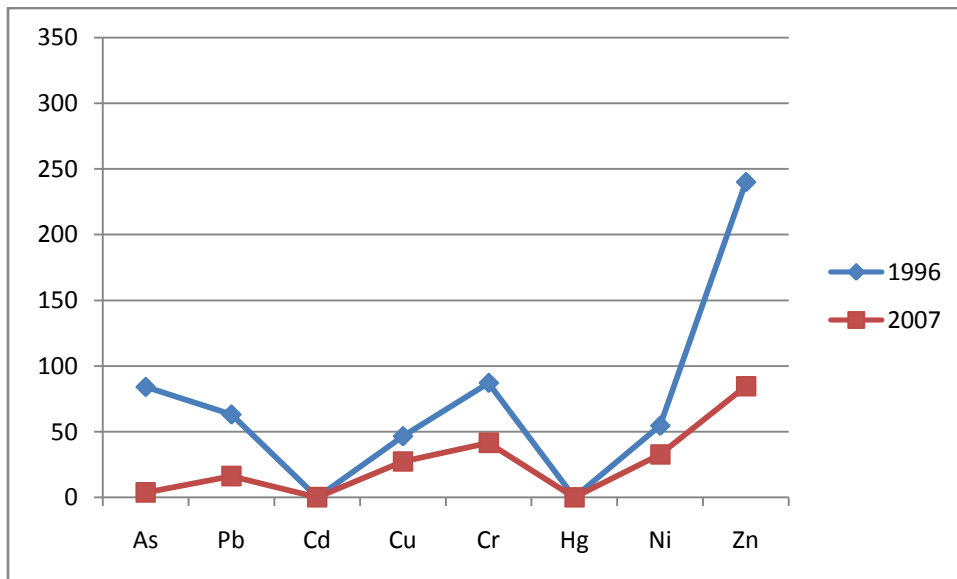
I Voldsminde barnehage var det ikke behov for tiltak i 1996. Det har ikke vært betydelige forandringer siden den gang, arsen og metallverdiene i jorda ligger også nå, i 2007, figur 9.1.2.



Figur 9.1.2 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Voldsminde barnehage (mg/kg)

9.1.3 Møllenberg

I 1996 var Møllenberg den barnehagen i Trondheim med mest arseninnhold i jorda. Den inneholdt også mye sink. I 2007 er arsennivået lavt, ti år etter opprydding av barnehagen, figur 9.1.3. Det ble kun funnet to små gjenstander som var CCA-trykkimpregnert i denne barnehagen. Barnehagen hadde i 1996 mye trykkimpregnert materiale, så dette er tydeligvis blitt fjernet (Brev datert 24.10.97- Resultater av undersøkelse av bly og arsen i jord fra Møllebakken barnehage). Verdiene for bly, kobber, krom og sink er også blitt betydelig lavere siden 1996, det kan tyde på at disse også ble fjernet i oppryddingen og ikke har blitt akkumulert i noen betydelig grad siden den gang.



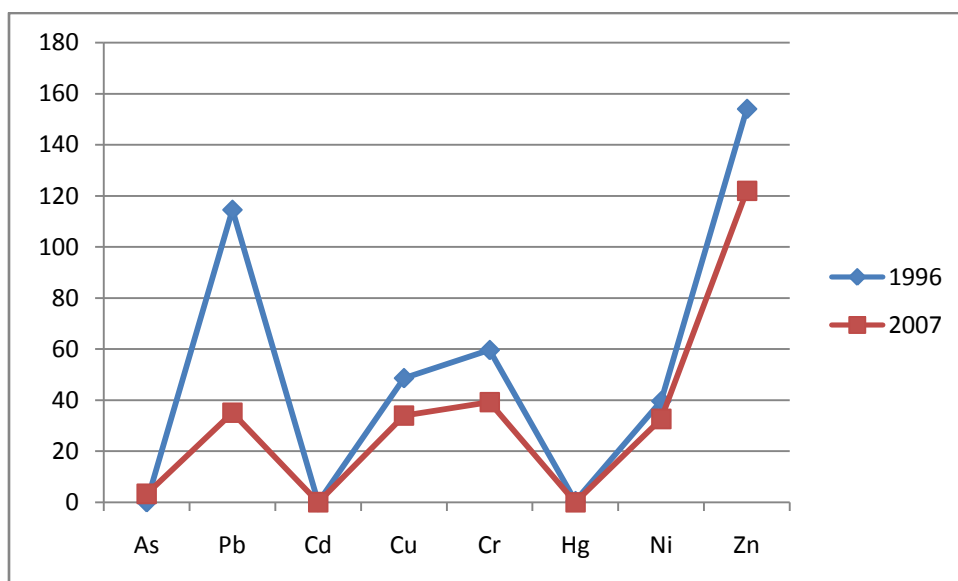
Figur 9.1.3 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Møllenberg barnehage (mg/kg)

9.1.4 Kongsgården

Kongsgården barnehage er en sentrumsnær barnehage. I Trondheim kommunes aktsomhetsdatabase er det antatt at det muligens er bly og PAH forurensinger i denne barnehagen. Det ble funnet bly over kvalitetskriteriene i ett prøvepunkt. I tillegg ble det også funnet en høy blyverdi i et annet prøvepunkt, men verdien ligger under kvalitetskriteriet for bly.

I 1996 ble det funnet blyverdier på over 100 mg/kg, men dette var under tiltaksgrensen som da var satt på 150 mg/kg. Sammenligner man verdiene i 1996 med verdiene som er der nå, ser man at dagens verdier ligger lavere, figur 9.1.4. Det ble ikke gjort noe tiltak i Kongsgården barnehage i 1996.

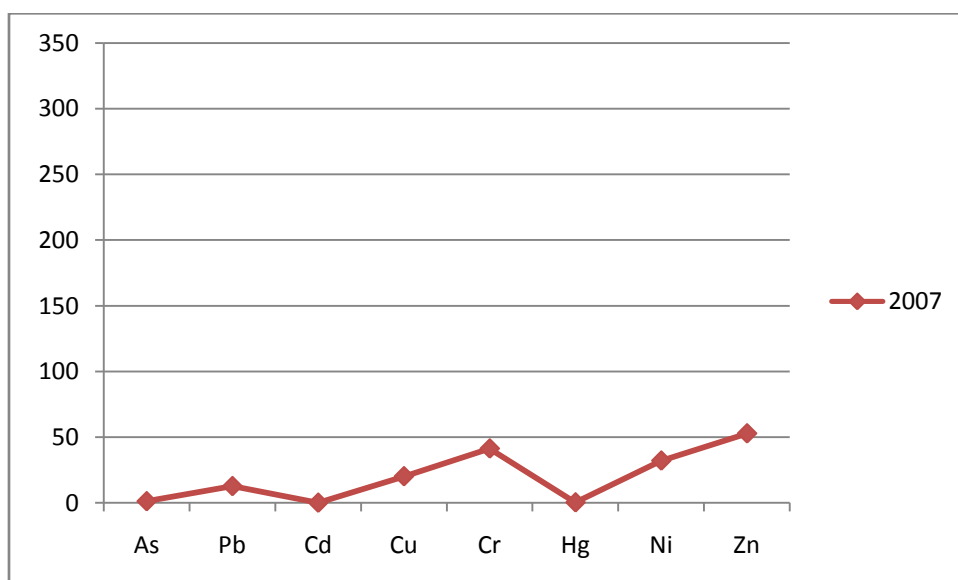
Da prøvene tatt i 1996 var en blandprøve, fantes det sikkert verdier over datidens kvalitetskriterier i noen prøvepunkt. Prøvene fra 2007 viser et aritmetisk gjennomsnitt som ligger 155 mg/kg under maksimumsverdien. Det er ikke sikkert at variasjonen på prøvene var så stor i 1996, men mange resultater fra 2007 viser at variasjonen kan være stor. Det viser hvor stor usikkerheten er ved bruk av en blandprøve til å kartlegge en barnehage.



Figur 9.1.4 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Kongsgården barnehage (mg/kg)

9.1.5 Festningen

I Festningen barnehage ble det ikke funnet forurensing i jorda. Det ble heller ikke funnet CCA-trykkimpregnert trevirke. Derimot var det blymaling på noen stubber og disse bør fjernes. Barnehagen eksisterte ikke i 1996, så den ble ikke undersøkt da, figur 9.1.5.



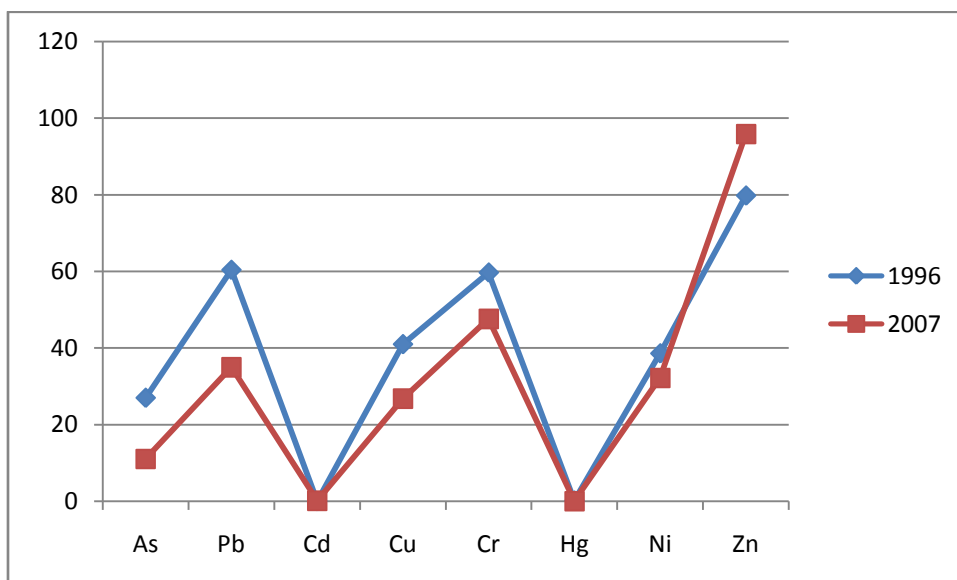
Figur 9.1.5 Elementnivåene fra det aritmetiske gjennomsnittet i 2007 i Festningen barnehage (mg/kg)

9.1.6 Singsaker

Singsaker barnehage er ikke registrert i Trondheim kommunes aktsomhetsdatabase, fordi den ble ryddet ved fjerning av arsenforurensing, i 1996. De oppfølgende prøvene den gang viste kun ett punkt som overskred kvalitetskriteriet på 20 mg/kg. Resultatene fra jordprøvene i 2007 viser igjen arsenkonsentrasjoner over kvalitetskriteriene, denne gangen i fire prøvepunkt. Det ble også funnet en del CCA-trykkimpregnert trevirke i barnehagen. Dette treverket kan fortsette å lekke arsen og forurense mer av barnehagejorden. I forhold til de andre elementene, var jorda innenfor kvalitetskriteriene.

I 1996 ble det anbefalt å fjerne eller oljebeise trykkimpregnert materiale. Arsenforurensingen er funnet på nesten nøyaktig samme sted som den ble funnet for litt over ti år siden og understreker viktigheten av å fjerne kildene. Dette ble som sagt foreslått, men ikke fulgt opp. Barnehagen må igjen ryddes og denne gangen i et mye større omfang (Brev datert 24.10.97- Resultater av undersøkelse av bly og arsen i jord fra Singsaker barnehage).

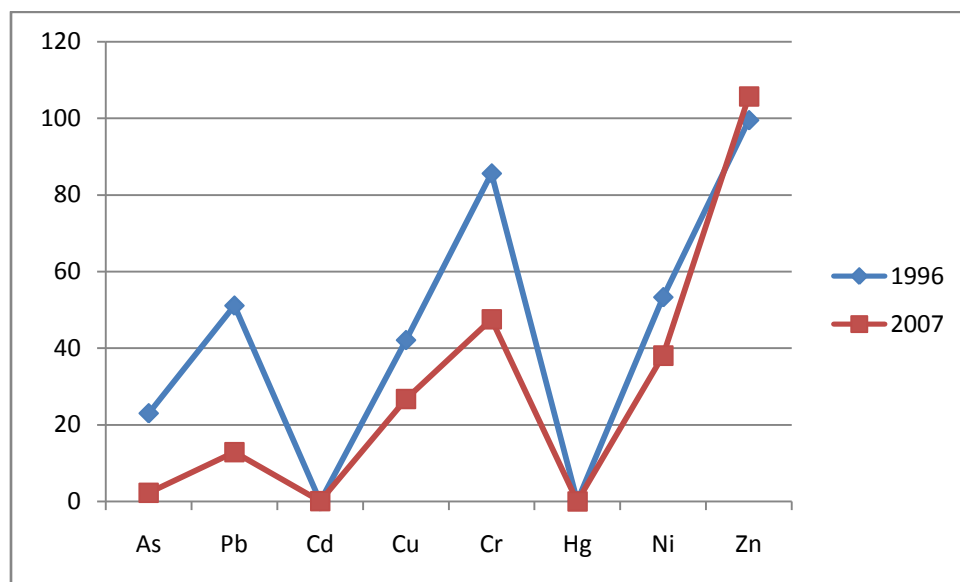
Jordverdiene i 1996 lå litt over de verdiene som ble funnet i denne omgangen, figur 9.1.6. Det viser igjen at en blandprøve ikke nødvendigvis gir et godt nok bilde av barnehagen. Gjennomsnittsverdien for arsen i denne barnehagen ligger under kvalitetskravet, men i fire av punktene er det funnet for høye arsenverdier.



Figur 9.1.6 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Singsaker barnehage (mg/kg)

9.1.7 Dalsenget

I 1996 ble det funnet arsen i Dalsenget barnehage, men det ble etter nærmere undersøkelser bestemt at tiltak var unødvendig (Brev datert 24.10.97- Resultater av undersøkelse av bly og arsen i jord fra Dalsenget barnehage). I 2007 ble det ikke funnet verdier i jorda som overstiger kvalitetskriteriene, figur 9.1.7.

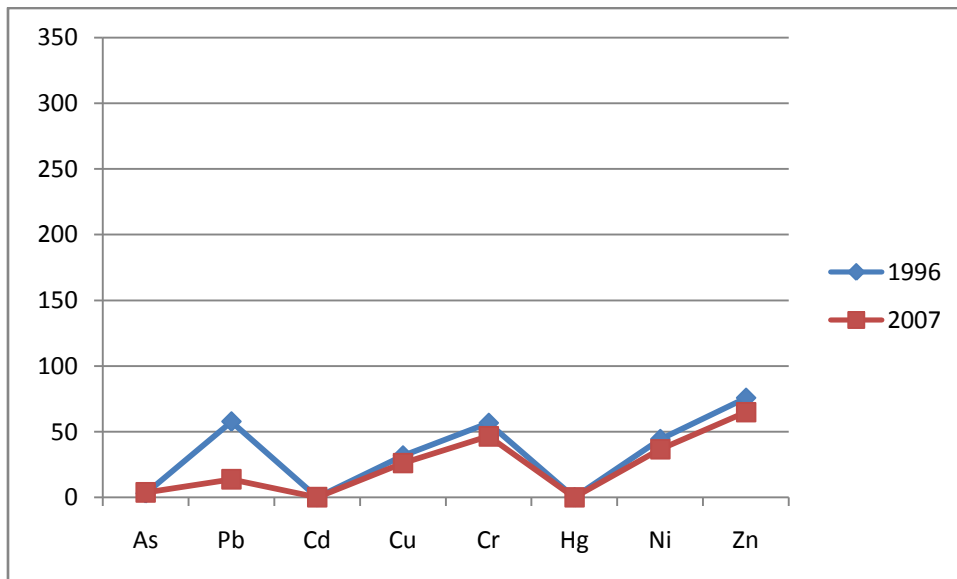


Figur 9.1.7 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Dalsenget barnehage (mg/kg)

9.1.8 Sunnland

I 1996 ble det ikke funnet forurensning i Sunnland barnehage. Det ble heller ikke funnet noe denne gangen, figur 9.1.8. Det er mye CCA-trykkimpregnert materiale i Sunnland barnehage som kan føre til at arsen og krom kan lekke ut i jorda.

Diskusjon



Figur 9.1.8 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Sunnland barnehage (mg/kg)

9.1.9 Møllebakken

I 1996 ble det funnet blyforurensning i Møllebakken barnehage, det ble tatt flere prøver og mengder med jord ble fjernet for å rydde opp. I forarbeidet med denne barnehagen ble personalet overrasket over at det skulle tas prøver i barnehagen, da det var gjort tiltak bare for ti år siden. I Møllebakken barnehage ble det registrert bly i jorda, det var også i Møllebakken den høyeste blyverdien ble registrert.

Det var, i 1996, antatt at det hvite gjerdet som går rundt barnehagen var kilden til blyforurensningen og at det var tilsvarende maling på huset i barnehagen. Det ble allikevel ikke foreslått noen tiltak til fjerning av disse kildene, eller eventuell overmaling av gjerdet. Jordmassene ble skiftet ut, eller dekt over med omtrent 30 cm rene masser (Brev datert 24.10.97- Resultater av undersøkelse av bly og arsen i jord fra Møllebakken barnehage).

Ved bruk av XRF ble det funnet mye blymaling i Møllebakken barnehage. Det er tydelig at kildene ikke ble fjernet ved opprydding for ti år siden. Utlekking i jorda har dermed ført til at jorda igjen er forurenset i en slik grad at opprydding er nødvendig. Hadde kildene blitt fjernet for ti år siden ville barnehagen mest sannsynlig vært ren i denne omgang og man ville ha sluppet disse ekstra kostnadene, samt at barn hadde sluppet å bli utsatt for forurensning i slike mengder.

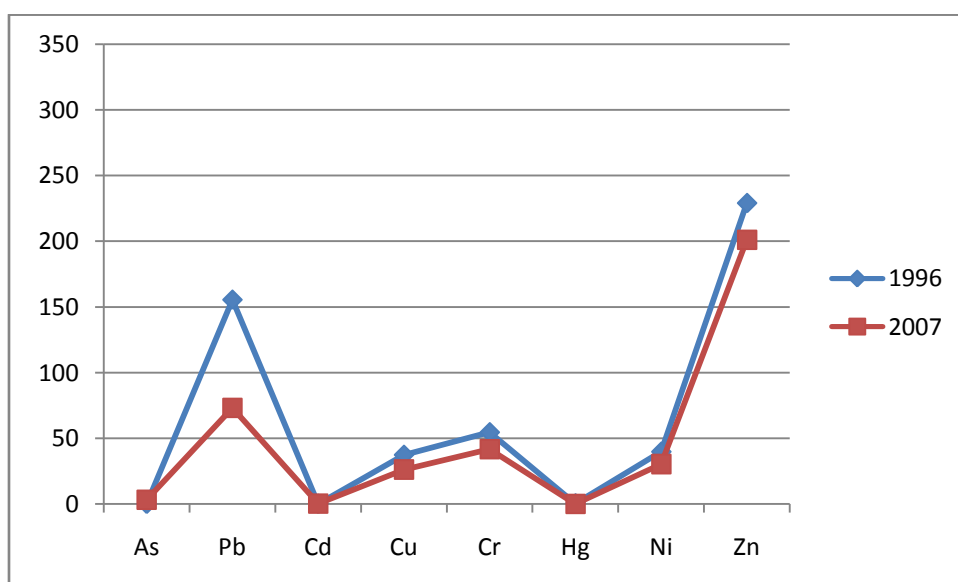
Møllebakken er veldig bakkete, og jorda blir fort slitt bort, noe som fører til at mulige underliggende forurensete masser kan komme til syne. Skråningen sør/øst i barnehagen er

forurenset av bly og det kan se ut som om det er her jorda generelt er mest forurenset. Også i et blomsterbed nær husveggen på nordsiden er det høye verdier av ulike metaller.

Det hvite hovedhuset i Møllebakken barnehage inneholder mye bly, det kommer i følge byantikvaren, Houen (personlig meddelelse, 18.04.2008), sannsynligvis av at betydelige deler veldig gammel maling fremdeles sitter på panelbordene. Blyhvitt gikk, i følge Houen, gradvis ut av bruk etter 1870, etter at zinkhvitt da allerede i noen tiår hadde vært et egnet alternativ. Delvis forbud mot bruk av blyhvitt ble innført i Norge i 1929.

I følge riksantikvaren, Ibenholt (personlig meddelelse, 23.04.2008), kan malingen på hovedhuset i Møllebakken overmales med en linoljemaling, slik at overflatene ikke lenger er blyholdige. I forkant av en oppmaling må veggen vaskes, da bør man helst unngå et så kraftig rengjøringsmiddel at det frigjøres mye pigment fra den gamle malingen, fordi det er pigmentet som er blyholdig. Bortsett fra eventuell avrenning er det ikke noe miljøproblem at blyholdig maling sitter på panelet, i følge Ibenholt. Bygningen er fredet så både den og panelet skal stå i århundrer fremover.

Figur 9.1.9 viser elementnivåene i barnehagejorda i 1996 sammenlignet med 2007. Det aritmetiske gjennomsnittet for bly viser en verdi mellom 50 og 100 mg/kg, en blandprøve i denne omgang ville sannsynligvis ikke detektert forurensningen. Det viser at en blandprøve ikke gir et godt nok bilde av hva barnehagen inneholder.

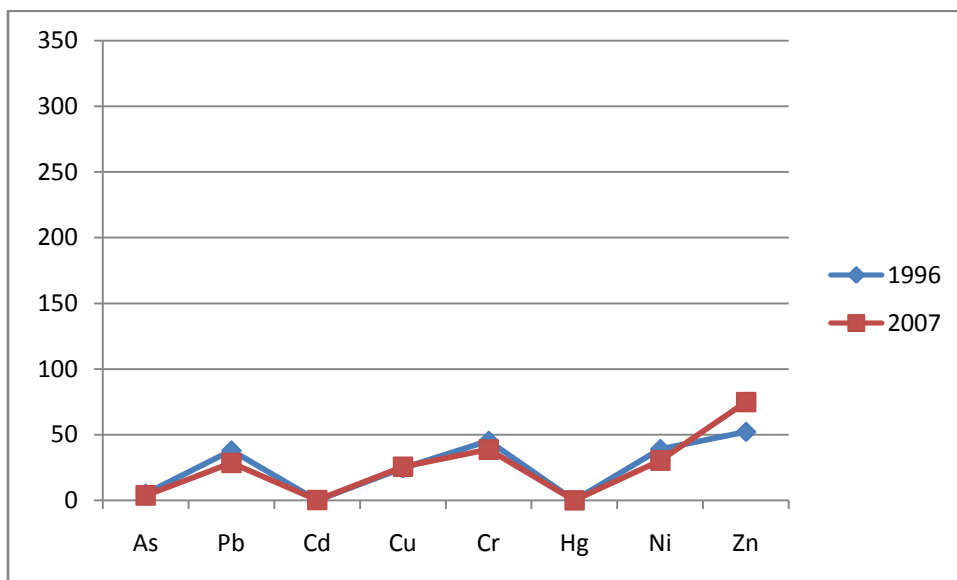


Figur 9.1.9 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Møllebakken barnehage (mg/kg)

9.1.10 Ila

I Ila barnehage er det antatt i aktsomhetsdatabasen at det kan forekomme forurensinger av bly og PAH. Det ble funnet bly over kvalitetskriteriene i ett prøvepunkt i 2007. Det er mye byggeaktivitet på Ila, og store støvmengder kan virvles opp og forflyttes med vinden. Prøvepunktet med for høy verdi var på området der det så ut til at det ganske nylig var gravd. Det kan ha kommet til masser som ikke er kontrollert tidligere. De nye massene kan være årsaken til at det ble funnet en så høy blyverdi i ett punkt, mens resten av den undersøkte jorda var ren. I 1996 ble det ikke funnet bly i Ila barnehage.

Det ble ikke gjort tiltak i Ila barnehage i 1996. Det er også nå bare funnet én verdi som er over tiltaksgrensen. Blandprøven fra 1996 samsvarer godt med snittverdiene fra 2007, se figur 9.1.10.



Figur 9.1.10 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Ila barnehage (mg/kg)

9.1.11 Blandprøver kontra mange prøver

I 1996 ble det tatt blandprøver fra alle barnehagene, hvis utgangspunktet denne gangen hadde vært det aritmetiske gjennomsnittet (blandprøver), ville ikke jordforurensningen i barnehagene blitt detektert. Enkeltprovne viser tre blybarnehager og en arsenbarnehage. Det vil si fire barnehager som er forurenset som det ved bruk av blandprøver ikke ville bli ryddet opp i.

Grensen for opprydding måtte vært satt til omtrent 40 mg/kg for bly hvis barnehagene skulle blitt detektert ved en blandprøve, for arsen måtte grensen vært satt ved 10 mg/kg. Disse

resultatene viser at det er svært usikkert å operere med blandprøver i slike forsøk. På en annen side hvis utgangspunktet i 1996 hadde vært 40 mg/kg måtte det tas oppfølgingsprøver i samtlige barnehager.

I en blandprøve kan verdiene variere veldig mye og det fører til at ekstremverdier ikke kommer fram. I de barnehagene der blyverdiene har god samling, vil verdiene variere lite fra det aritmetiske gjennomsnittet, som det gjør for de fleste barnehagene. For Spannet er forskjellen mellom maksimumsverdi og det aritmetiske gjennomsnittet på 59,7 mg/kg. For de barnehagene der det ble funnet blyforurensning i jorden er forskjellen mellom maksimumsverdi og det aritmetiske gjennomsnittet på mellom 110,4 mg/kg og 191,8 mg/kg.

En blandprøve fungerer godt når verdiene i jorda har god samling, denne rapporten viser at det ikke alltid er tilfelle i barnehager. Derfor gir en blandprøve et dårlig bilde av barnehagen.

Barn leker ikke like mye i hele barnehagen, de får dermed ikke homogen smitte på hendene. Derfor vil én prøve fra hver barnehage ikke representere barnehagen godt nok. Noen barn leker på mindre forurensede områder, de spiser ikke jord og slikker seg ikke på fingrene, slike barn vil være utenfor fare uansett. Barn som spiser mye jord og slikker seg mye på fingrene kan være veldig uheldige hvis det er i et område med høye forurensningsverdier. Det er derfor viktig å få et så godt bilde av hele barnehagen som mulig, slik at miljøgifter blir detektert.

9.2 Lekeapparat

Det ble funnet CCA-trykkimpregnert materiale i samtlige barnehager utenom Festningen. I seks av barnehagene ble det funnet materiale som inneholdt bly. Det var stort sett malingen på trevirke som inneholdt bly, og det var gamle lekeapparat som var CCA-trykkimpregnert.

Det er veldig mye trykkimpregnert materiale i barnehagene. Det som ikke er lekeapparat er ofte kantstokker rundt sandkasser og blomsterbed, trapper, terrasser og tribuner. Det er forskjellig type trykkimpregnert materiale, de materialene der arsenverdien ligger rundt 1000 mg/kg er muligvis AB trykkimpregnert.

Alt materiale i barnehagene bør sjekkes, slik at man kan få ryddet ut alt det materiale som kan være skadelig for barna. Det burde vært regler om dokumentasjon av innhold i lekeapparat som selges, slik at foreldre og barnehager kan finne ut hva de ulike lekeapparatene inneholder.

Maling i barnehagen bør også sjekkes, det ble funnet blymaling i Festningen barnehage, som er veldig ny. Det kan derfor hende at det blir funnet kilder til forurensning på uante steder.

9.2.1 Nye lekeapparat i forhold til gamle lekeapparat

Gamle lekeapparat inneholder arsen, kobber, krom og jern. Nye lekeapparat inneholdt jern og enkelte inneholdt kobber og krom. Dette viser at de nye lekeapparatene er har et lavere innhold av miljøgifter og er langt mindre helseskadelige. Faren for arsenholdig jord på lekeplasser med nye lekeapparat er mye mindre, da en viktig kilde til arsen er borte.

Maksimumsnivåene ligger ganske høyt både for nye og for gamle lekeapparat. Derfor er det fortsatt viktig med kontroller, særlig av importvare som ikke er produsert med de samme retningslinjene og reglene som de norske produktene. Gjennomsnittsverdiene er lave for kobber og krom i nye lekeapparat, så det lover godt. Det skader uansett ikke å være vaksom, slik at man bevarer den gode trenden som er nå med å få tryggere lekeapparat.

9.2.2 Støtdempende matter

Det ser ut som om de fleste støtdempende mattene brukt i barnehager og på lekeplasser inneholder brom i noen grad. Om det innebærer bruk av bromerte flammehemmere og eventuelt hvilken type bromerte flammehemmere som er brukt er uvisst. I produktene fra denne undersøkelsen er det målt opp til 642 mg brom /kg.

De ulike mattene brukt i barnehager er satt sammen av flere kvadratiske stykker, figur 1.3.7, disse stykkene inneholder ikke det samme. Ved første undersøkelse ble det ikke funnet brom i støtdempende matten i Spannet barnehage. Ved en senere sjekk ble det allikevel funnet brom. Det er derfor ikke nok å måle bare ett kvadrat per matte for å finne ut hva disse mattene inneholder, man bør måle flere av kvadratene.

9.2.3 Bildekk og gummimaterialer

Det ble gjort målinger på mange materialer av gummi. De fleste inneholdt høye verdier av sink. Det hadde vært interessant å se på smitteprøver fra bildekk for å se sinkinnholdet i disse, og da særlig se på kadmium, som ikke ble detektert med XRF. Figur 1.3.8 viser at det er mye som smitter av ved å dra en hånd eller en våtserviett over et bildekk.

9.3 Vaskeprøver

Spannet barnehage hadde en del CCA-trykkimpregnert trevirke ute, det var ett barn som hadde en høy arsenverdi etter utelek, som kan ha kommet av lek i et CCA-trykkimpregnert

leketårn. Alle blykildene ute i Spannet barnehage er fjernet, men det er tydeligvis en blykilde inne da våtserviettene viste at barna ble mest blyforurenset på hendene etter innelek. For kadmium er noen av verdiene høyere etter utelek mens andre er høyest etter innelek. Det er en verdi etter utelek som skiller seg litt ut, det er vanskelig å si noe om årsaken.

I Møllenberg barnehage var det svært lite CCA-trykkimpregnert trevirke, allikevel har tre av barna litt arsen på hendene etter utelek, det er vanskelig å vite årsaken til dette. For bly er verdiene varierende, men de er stort sett høyest etter utelek, det ble ikke målt noe bly med XRF i Møllenberg barnehage. En kadmiumverdi skilte seg ut etter innelek, bortsett fra det lå verdiene ganske jevnt etter inne og utelek.

I Dalsenget barnehage var det ikke arsen på barnas hender, det er imidlertid mye CCA-trykkimpregnert trevirke i barnehagen, så det er vanskelig å spore en klar sammenheng. Blyverdiene lå stort sett likt før og etter utelek, det var litt materiale som var malt med blyholdig maling i denne barnehagen. En kadmiumverdi skilte seg ut etter innelek, årsaken til dette er ukjent. Verdiene for denne barnehagen lå lavt for alle elementene.

I Ila barnehage ble barna bare vasket etter utelek, resultatene var høye for alle elementene. Mye trevirke i Ila barnehage var CCA-trykkimpregnert, og flere av barna har høye arsenforekomster på hendene. Det var malt med blyholdig maling på flere steder i barnehagen, blyresultatene etter utelek gir også høye verdier. Et barn hadde så høye kadmiumverdier på hendene at det er utelatt fra figur 8.12.12. Årsaken til verdien kan være lek på noe kadmiumholdig eller feilbehandling av prøvene.

Den generelle oversikten viser at det var høyere verdier av arsen og metallene ute enn inne. Det som imidlertid skilte seg ut var blyverdiene for Spannet barnehage. De var konsekvent høyere etter innelek. Dette ble målt på morgenen, så barna kan ha hatt med seg noe forurensing på hendene hjemmefra, men siden alle var høyere er det mer nærliggende å tro at barnehagen har en kilde til bly inne i barnehagen. Det kan være blymaling på veggene inne i barnehagen, de ulike lekemattene kan inneholde bly, eller for eksempel fargestifter kan være en blykilde.

For arsen var verdiene etter innelek under deteksjonsgrensen hos samtlige barn, mens det etter utelek var høyere arsenverdier å spore. Dette kan enten komme av at arsen er lettere å spore på hendene enn kadmium og bly, eller at det ikke er noen form for arsenforurensing inne. Det

Diskusjon

kan også være at barn får lett arsenforurensing på hendene ute, fra for eksempel jorda eller CCA-trykkimpregnert trevirke.

9.3.1 Sammenheng med vaskeprøver og jord og XRF

Sammenhengen mellom mengden metaller på barnas hender og det aritmetiske gjennomsnittet i jorda var veldig påfallende. Det er ikke så stort prøvemateriale å hente data fra, men de fire barnehagene som ble sammenlignet for de tre aktuelle komponentene viste en god korrelasjon.

Smitteprøvene, der våtserviettene er gnidd direkte på trevirke, viser at det potensielt kan komme ganske mye arsen på hendene til barn ved lek rundt apparater som inneholder arsen. De kan få på seg ti ganger mer arsen enn det som er tillatt i jord. Blyverdiene kan også ligge ganske høyt, men det ble ikke registrert noen verdier som lå over det som er tillatt i jord. Det er allikevel betenkelig at smitteeffekten er så stor siden barn er over alt og særlig små barn kan slikke på det meste.

Sammenligning av XRF verdiene med oversikten av hvor mye som potensielt kunne smitte av viser at de produktene med mye CCA-trykkimpregnert materiale kan smitte mye ved avtørking. Det er ingen tydelig korrelasjon mellom XRF-verdier og vaskeprøver, figur 8.14.4.

9.4 Effekt av tiltak

I Spannet barnehage ble blyet fjernet fra jorda etter undersøkelsen i 1996. Det ble ikke funnet blykilder i Spannet barnehage i 2007, og ti år etter oppryddingen var barnehagen fortsatt ren.

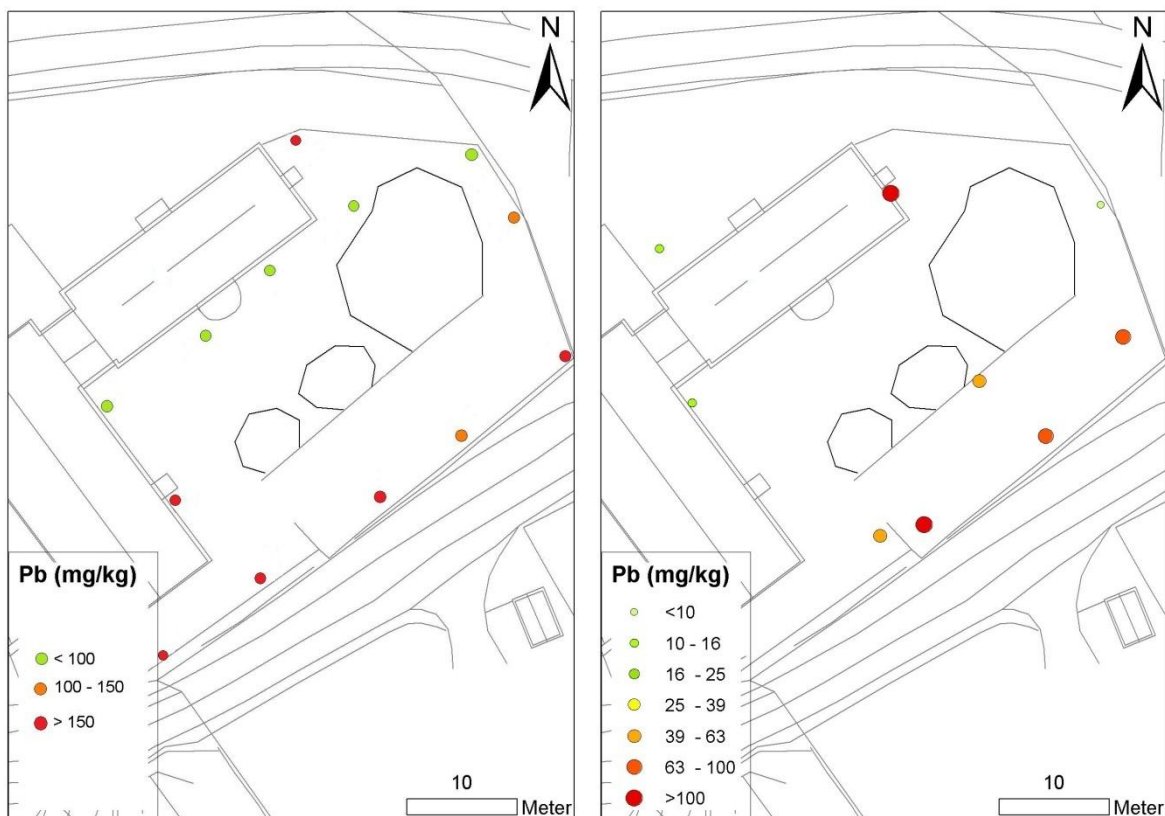
Møllenberg barnehage inneholdt mye arsen i jorda i 1996. Der ble trykkimpregnert materiale fjernet som et tiltak mot videre utlekking av arsen fra kantstokker og lekeapparat til jorda. En konsekvens av oppryddingen er at jorda fremdeles var ren over ti år senere. Ved å fjerne kilden til forurensingen fjernes også problemet.

Arsenet i Singsaker barnehage ble fjernet fra jorda i 1996, men ikke det CCA-trykkimpregnerte trevirket. I 2007 viste jordprøvene fra barnehagen høye arsen konsentrasjoner flere steder i barnehagen. Da kildene ikke var fjernet, hadde tiltakene ingen langvarig effekt, figur 9.4.1.



Figur 9.4.1 For ti år siden ble området under plattingen byttet ut, på grunn av arsen forurensning, stolpen som står ned i jorda, er CCA-trykkimpregnert

Møllebakken barnehage er et tilsvarende eksempel som Singsaker barnehage. I 1996 ble det gjort tiltak ved fjerning av jord, men blymalingen ble ikke fjernet, tiltakene hadde derfor ingen langvarig effekt. Ti år senere er det nesten like forurenset igjen, figur 9.4.2.



Figur 9.4.2 Målepunkt i Møllebakken barnehage i 1996 (venstre) og 2007 (høyre)

I USA gikk prosentandelen blyforgiftede barn ned med 80 % ved at kildene til blyet i jorda ble aktivt fjernet. Blybensin og bly i malingen ble forbudt. Andelen blyforgiftede barn ligger

Diskusjon

nå på 2,2 %. Andelen blyforgiftede barn i urbane strøk er fortsatt på 15 % noe som er vesentlig høyere. Grunnen til den store prosentforskjellen er sannsynligvis at gammel maling sitter igjen på bygningene i de mest sentrale strøkene (Mielke et al., 1983; Mielke et al., 1997; Mielke and Reagan, 1998). Det viser at tiltak er nødvendig og effektivt.

En dansk undersøkelse gikk ut på å vaske barnehender i tre barnehager, to forurensede og en referansebarnehage. Målet var å se om blynivået i jorda ville innvirke i noen særlig grad på blynivået på barnas hender. Det var tydelig at blynivået på barnehendene gikk ned etter oppryddingen i de to forurensede barnehagene (Nielsen og Kristiansen, 2005).

Ved å fjerne blyforurenset jord i barnehager i Danmark er det vist at blynivået på hendene til barna gjennomsnittlig ble redusert med 40 %. I Danmark er ikke maling noen kilde til bly og dermed vil jord og støv ute være de største kildene. Undersøkelsen viste også at blynivået på hendene varierte veldig fra barn til barn, fordi barn har veldig forskjellige lekemåter, og fordi barn leker på ulike områder av barnehagen. Metoden med å måle bly på hendene er sensitiv fordi været spiller en så stor rolle (Nielsen og Kristiansen, 2005).

Forurensningen på barnehender i Danmark ble betydelig lavere ved å bytte ut jorden som var forurenset. I de barnehagene der det ble utført tiltak i 1996 ved fjerning av jord og forurensningskildene, er det nå ingen jordforurensning. I de barnehagene der jorden ble skiftet ut, men forurensningskilden ikke ble fjernet er det nå igjen forurenset. Det kommer tydelig fram i denne og andre rapporter at for å bli kvitt en forurensning må man også fjerne kildene til forurensningen.

10. Anbefalinger

Der det er påvist for høye verdier i jorda av arsen eller bly bør oppfølgende prøvetaking gjennomføres for å avgrense det forurensede området. ”Veileder for undersøkelse av jordforurensning i eksisterende barnehager og lekeplasser” (Ottesen *et. al.*, 2007) skal følges for opprydding. Kildene bak forurensningen må identifiseres og fjernes.

I forbindelse med prosjektet ”ren barnehagejord”, bør det måles med XRF i samtlige barnehager på alt trevirke for å finne CCA-trykkimpregnert trevirke og blymaling. I barnehager der det er CCA-trykkimpregnerte lekeapparat, kantstokker eller lignende, bør disse fjernes og erstattes av materialer som er godkjente og miljøvennlig. Der det er brukt blyholdig maling på hus, gjerder og lekeapparat bør malingen skrapes av, samles opp og så leveres til godkjent mottak. Hvis det er mindre kostbart å fjerne lekeapparatet eller gjerdet bør dette prioriteres. Materialene skal da leveres på et godkjent mottak og erstattes med miljøvennlige alternativer.

Undersøkelser av støtdempende matter i barnehagene viser et varierende innhold av brom. Det bør gjøres undersøkelser for å finne ut om de inneholder bromerte flammehemmere, og i tilfelle i hvilke mengder. Det bør også undersøkes hvilken konsekvens de støtdempende mattene og eventuelle bromerte flammehemmere vil få for en eventuell jordforurensning. En ordning for å finne ut hvilke materialer som tilføres barnehager bør innføres, på den måten vil foreldre og barnehagepersonell slippe å bekymre seg for hva barna utsettes for av miljøgifter i deres lekemiljø.

I Spannet barnehage tydet håndvaskprøvene på en blykilde inne, det bør undersøkes nærmere, både vegger og produkter inne i barnehagen bør måles med en bærbar XRF.

11. Konklusjon

Denne rapporten viser at det i enkelte barnehager er for høye verdier av bly og arsen i barnehagejord. Barnehagene blir undersøkt i prosjektet ”Ren barnehagejord” og det er på tide at barna får et rent lekemiljø.

Fire av de ti undersøkte barnehagene inneholdt for høye verdier av bly eller arsen. Kildene til forurensingen er noen steder uklar. I Møllebakken barnehage er det mest sannsynlig den hvite blymalingen på veggene av huset og gjerdet som omslutter barnehagen som er kilden til jordforurensingen. Singsaker barnehage var forurenset med arsen, og det er mulig at denne kommer fra CCA-trykkimpregnert trevirke. I de andre barnehagene er det mulig at flytting av masser, generell byjord og forurensing fra biler, er kildene.

I 1996 ble det tatt blandprøver i alle barnehagene, denne gangen ble det ikke tatt blandprøver. Dette gir et mer riktig bilde av barnehagejorden å analysere flere prøvepunkt for barnehagene individuelt.

Gamle lekeapparat er ofte laget av CCA-trykkimpregnert trevirke. Bortsett fra dette inneholder de en del jern og spor av andre elementer. Nye lekeapparat inneholder jern i tilsvarende mengder som gamle lekeapparat. De inneholder gjennomsnittlig mindre kobber og krom. Arsen er så godt som borte fra nye lekeapparat og eksisterer kun i overkant av deteksjonsgrensen. Utenom det er det bare spor av andre elementer. Ut i fra disse resultatene ser det ut til at nye lekeapparat utgjør en mye mindre helsemessig risiko for barn enn gamle lekeapparat.

Gjennomsnittsverdien fra vaskeprøvene ble sammenlignet med det aritmetiske gjennomsnittet i jorden. Prøvemengden var ikke så stor, men det var en tydelig korrelasjon for samtlige elementer som det ble sjekket for. Ved å gni våtservietten direkte på trevirket til diverse lekeapparat, kom det tydelig frem at avsmittingspotensialet er høyt. Sammenligningen mellom XRF og våtservietter gav ingen entydig sammenheng bortsett fra at smittepotensialet er høyt ved høye arsenverdier i lekeapparatet. Undersøkelsen til Nielsen og Kristiansen viser at blynivået i jord er veldig avgjørende for nivået av bly på barnas hender.

I Spannet barnehage viste våtserviettene at barna ble mest blyforurenset på hendene etter innelek. Det er tydeligvis en blykilde inne i Spannet barnehage, den må detekteres. En

kadmiumverdi skilte seg ut i våtserviettprøvene fra Møllenberg barnehage, bortsett fra det lå verdiene ganske jevnt etter inne og utelek. I Møllenberg barnehage var det svært lite CCA-trykkimpregnert trevirke. I Dalsenget barnehage var det ikke arsen på barnas hender, det er imidlertid mye CCA-trykkimpregnert trevirke i barnehagen. Verdiene for denne barnehagen lå lavt for alle elementene. Det var høye bly og arsenverdier i Ila barnehage. Det var mye trevirke i der som enten var malt med blyholdig maling, eller trykkimpregnert med CCA. Den generelle trenden var at barna ble mest forurenset av metaller etter utelek.

Kildene til forurensingene må fjernes. I Spannet barnehage blir CCA-trykkimpregnert trevirke fjernet. I noen barnehager vil dette være veldig omfattende, mens det i andre barnehager dreier seg om mindre lekeapparat eller lignende. Hvis det er en plating som må fjernes, bør jorden under sjekkes for innhold av arsen, før jorden fjernes eller dekkes til. I Møllebakken barnehage må enten bygningen males jevnlig, eller så må barna få et nytt lekemiljø, da barnehage jorden ble tydelig blyforurenset etter bare ti år. Støtdempende matter ute på lekeplassene bør sjekkes for bromerte flammehemmere. Nye lekeapparat eller elementer som tilføres barnehagen bør sjekkes for innhold slik at ikke nye miljøgifter tilføres barns lekemiljø.

Ved å fjerne kildene til forurensing skjermes naturlig nok barn fra miljøgiftene. I noen tilfeller kan det være vanskelig å detektere kilden. Da bør den forurensete jorda fjernes, nye kontrollerte masser bli tilført og jorda bør sjekkes jevnlig for å følge med på utviklingen i jordsmonnet.



Referanseliste

Referanseliste Alexander, J. (2002) *Forslag til akseptkriterier av forurenset grunn basert på helsevurderinger.*

Alexander, J. (2006) *Anbefalte kvalitetskriterier for jord i barnehager, lekeplasser og skoler basert på helsevurderinger.* Folkehelseinstituttet.

Andersson, M., Ottesen, R. T., and Haugland, T. Jensen, H. K. B. (2006) *Overvåkning av jordforurensing i Trondheim 1994-2004.* **2006.033.** Norges Geologiske undersøkelse.

Bjørtomt, A., Christiansen, J. V., and Maldum, K. O. (1992) *Materialstrømanalyse av bly.* **92:07.** Statens forurensningstilsyn.

Bølviken, B. (2001) *Naturmiljø og helse.*

Calabrese, E.J., Stanek, E.J., James, R.C., Roberts, S.M. (1997) *Soil ingestion: a concern for acute toxicity in children.* Environ Health Perspect **105:** 1354-1358.

Castellino, N., Castellino, P. (1995) Lead metabolism. pp. 115-201.

Filippelli, Gabriel M., Laidlaw, Mark A. S., Latimer, J. C., and Robyn, R. (2005) *Urban lead poisoning and medical geology: An unfinished story.* 4-11. Indiana.

Haley, V.B., Talbot, T.O. (2004) *Seasonality and trend in blood lead levels of New York State children.* BMC Pediatr. **4:** No.

Hwang, Y.H., Wang, J.D. (1990) *Temporal fluctuation of the lead level in the cord blood of neonates in Taipei.* Arch Environ Health **45:** 42-45.

Johnson, D.L., McDade, K., Griffith, D. (1996) *Seasonal variation in pediatric blood lead levels in Syracuse, NY, USA.* Environ. Geochem. Health **18:** 81-88.

Koller, K., Brown, T., Spurgeon, A., Levy, L. (2004) *Recent developments in low-level lead exposure and intellectual impairment in children.* Environ. Health Perspect. **112:** 987-994.

Laidlaw, Mark A. S. (2001) *Distribution and sources of metals in soils of Marion County.* 175. Indiana university.

Laidlaw, M.A.S., Mielke, H.W., Filippelli, G.M., Johnson, D.L., Gonzalez, C.R. (2005) *Seasonality and children's blood lead levels: developing a predictive model using climate variables and lead data from Indianapolis, Indiana, Syracuse, New York, and New Orleans, Louisiana (USA).* Environ. Health Perspect. **113:** 793-800.

Langedal, M. (1997) *Helserisikovurdering av metaller i jord i bysamfunn: Eksempler for nikkell og bly i utemiljøet i Trondheim.* **TM 97/04.**

Langedal, M. (2007) *Grenseverdier for miljøgifter i jord i Trondheim.* **TM 2007/04.** Trondheim kommune.

Langedal, M. and Hellesnes, L. (1997) *Innhold av tungmetaller i overflatejord og bakterier i sandkasser i barnehagene i Trondheim: Helserisiko vurdering.* **TM 97/03.**

- Langedal, M. and Ottesen, R. T. (2001) *Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim: Status og erfaringsrapport*. Trondheim kommune, Miljøavdelingen.
- Lanphear, B.P., Hornung, R., Ho, M., Howard, C.R., Eberle, S., Knauf, K. (2002) *Environmental lead exposure during early childhood*. J.Pediatr.(St.Louis, MO, U.S.) **140**: 40-47.
- Lidsky, T., Schneider, J.S. (2003) *Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates*. Brain **126**: 5-19.
- Marshak, S. (2005) Journey to the center of the earth. In: *Earth portrait of a planet*. pp. 32-48. W. W. Norton and Company, Inc..
- Mielke, H.W., Anderson, J.C., Berry, K.J., Mielke, P.W., Chaney, R.L., Leech, M. (1983) *Lead concentrations in inner-city soils as a factor in the child lead problem*. Am J Public Health **73**: 1366-1369.
- Mielke, H. W., Gonzales, Chris R., Powell, E., Coty, S., and Shah, A. (2003) *Anthropogenic distribution of lead, in Skinner, H. C. W., and Berger, A. R.* 119-124. New York; Oxford university press.
- Mielke, H. W., Gonzales, Chris R., Smith, M. K, and Mielke, P. W. (1998) *The urban environment and childrens health: Soils an integrator of lead, zinc and cadmium in New Orleans, Louisiana, U.S.A.* Academic Press, Environmental research Section A.
- Mielke, H.W., Dugas, D., Mielke, P.W., Smith, K.S., Smith, S.L., Gonzales, C.R. (1997) *Associations between soil lead and childhood blood lead in urban New Orleans and rural Lafourche Parish of Louisiana*. Environ.Health Perspect. **105**: 950-954.
- Mielke, H.W., Reagan, P.L. (1998) *Soil is an important pathway of human lead exposure*. Environ.Health Perspect.Suppl. **106**: 217-229.
- Mikkelsen, P., Melby, M. W., and Fjeldstad, H. (1992) *Materialstrømanalyse av nikkel*. **92:38**. Statens forurensningstilsyn.
- Miljødepartementet. (2006) *Sammen for et giftfritt miljø – forutsetninger for en tryggere fremtid*. 87-92.
- Miljøverndepartementet. (2000) *Barn og kjemikalier: Strategi for å bedre barns beskyttelse mot farlige kjemikalier*. Miljøverndepartementet.
- Nielsen, J.B., Kristiansen, J. (2005) *Remediation of soil from lead-contaminated kindergartens reduces the amount of lead adhering to children's hands*. J.Exposure Anal.Environ.Epidemiol. **15**: 282-288.
- Nybø, S. (1991) *Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl*. Direktoratet for naturforvaltning.
- Ottesen, R. T., Amklov, P. G., and Tjihuis, L. (1995) *Innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i overflatejord i Trondheim*. **TM 95/06**, 117. Trondheim, Trondheim kommune.
- Ottesen, R.T., Bogen, J., Bølviken, B., Volden, T., Haugland, T. (2000) *Geokjemisk atlas for Norge*. Norges geologiske undersøkelse; Norges vassdrags- og energidirektorat, Trondheim.

Referanseliste

- Ottesen, R. T., Haugland, T., and Andersson, M. (2007) *Veileder for undersøkelse av jordforurensning i eksisterende barnehager og lekeplasser*. **2007.030**. Norges Geologiske undersøkelse.
- Ottesen, R. T., Langedal, M., Cramer, J, Elvebakk, H, Finne, T. E., Haugland, T., Jæger, Ø, Longva, O, Storstad, T. M., and Volden, T. (2001) *Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Data rapport*. **2000.115**. Norges geologiske undersøkelse.
- Ottesen, R. T., Volden, T., Finne, T. E., and Alexander, J. (1999) *Helserisiko vurdering av arsen, bly og PAH fra jord og sand i barns lekemiljø. Forslag til tiltak*. Norges Geologiske undersøkelser.
- Rabinowitz, M.B., Needleman, H.L. (1982) *Temporal trends in the lead concentrations of umbilical cord blood*. Science (Washington, D.C., 1883-) **216**: 1429-1431.
- Ryberg, D. and Haugen, A. (1994) *Treimpregnering med CCA og utslipp av kobber, krom og arsen til miljøet; Risiko for helseskade*. Statens arbeidsmiljøinstitutt.
- Semlali, R.M., Dessogne, J.B., Monna, F., Bolte, J., Azimi, S., Navarro, N., Denaix, L., Loubet, O.M., Chateau, C., van Oort, F. (2004) *Modeling Lead Input and Output in Soils Using Lead Isotopic Geochemistry*. Environ.Sci.Technol. **38**: 1513-1521.
- SFT. (2008) *Forslag til endring av normverdiene i vedlegg 1 til forurensningsforskriftens kapittel 2 om opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider*. Statens forurensningstilsyn.
- Skjeggstad, T. Langedal, M. and Pettersen, N. (2006) *Miljøenhetens faktaserie*. Trondheim kommune.
- Tryland, Ø. and Øxnevad, J. (1992) *Materialstrømsanalyse av kobber: Vurdering av alternativ*. **92:25**. Statens forurensningstilsyn.
- van Wijnen, J.H., Clausing, P., Brunekreef, B. (1990) *Estimated soil ingestion by children*. Environ Res **51**: 147-162.
- Vik, E. A., Breedveld G., and Farestveit T. (1999) *Risikovurdering av forurenset grunn*. **99:01a**. Statens forurensningstilsyn, Statens forurensningstilsyn.
- WHO. (1991) *Environmental health criteria 108, nickel*. **22259**. Geneva, WHO.
- Yiin, L.M., Rhoads, G.G., Liou, P.J. (2000) *Seasonal influences on childhood lead exposure*. Environ.Health Perspect. **108**: 177-182.
- Ziegler, E.E., Edwards, B.B., Jensen, R.L., Mahaffey, K.R., Fomon, S.J. (1978) *Absorption and retention of lead by infants*. Pediatr.Res. **12**: 29-34.

Internett referanser

Trondheim kommune

Informasjon hentet fra Trondheim kommune er vist som: (nr. <http://trondheim.kommune.no>)

- 1) Ren barnehagejord:
<http://trondheim.kommune.no/content.ap?thisId=1117623023&language=0>, lastet ned 11.04.2008
- 2) Aktsomhetskart:
http://ceroi.net/kommuner/trondheim/tema/forurenset_grunn/aktsomhetskart.htm, lastet ned 11.04.2008

Norges Geologiske undersøkelse

Informasjon hentet fra Norges geologiske undersøkelse er vist som: (nr. <http://www.ngu.no>)

- 1) Grunnlag for aktsomhetskart: <http://www.ngu.no/no/hm/Klima-og-miljo/Forurensning/Aktsomhetskart-for-grunnforurensning/>, lastet ned 11.04.2008
- 2) Laboratorium akkreditering: <http://www.ngu.no/no/tm/Vare-tjenester/NGU-Lab/>, lastet ned 12.02.2008
- 3) Laboratoriearbeid: http://www.ngu.no/upload/Norges%20geologi/NGU-lab/NGU_LAB_HR_ICP_MS.pdf, lastet ned 31.03.2008
- 4) XRF: http://www.ngu.no/upload/Norges%20geologi/NGU-lab/NGU_LAB_XRF_anal.pdf, lastet ned 13.02.2008

Statens forurensningstilsyn

Informasjon hentet fra Statens forurensningstilsyn er vist som: (nr. <http://www.sft.no>)

- 1) Forbud mot CCA-trykkimpregnering: http://www.sft.no/artikkel____30899.aspx, lastet ned 13.02.2008
- 2) Bromerte flammehemmere:
http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing____2836.aspx, lastet ned 29.04.2008

Miljøministeriet i Danmark

Informasjon hentet fra Miljøministeriet er vist som: (nr. <http://www.mim.dk>)

- 1) Informasjon om bildekk: http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/2C4673DA-768E-414C-AE6C-65B13C86D4EB/0/md4_s23.pdf, lastet ned 16.04.2008

Grønn hverdag

Referanseliste

Informasjon hentet fra Grønn hverdag er vist som: (nr. <http://www.gronnhverdag.no>)

- 1) Om farlige stoffer i bildekk: <http://www.gronnhverdag.no/artikkel.php?id=1118>, lastet ned 13.05.2008

Jotun

Informasjon hentet på Jotun sine hjemmesider er vist som: (nr. <http://www.jotun.no>)

- 1) <http://www.jotun.no/www/no/20020050.nsf?OpenDatabase&db=/www/no/20020051.nsf&v=5552&e=no&c=F6F48B8AE7E168BCC12572C80027AD8B>, lastet ned 02.04.2008
- 2) <http://www.jotun.no/www/no/20020050.nsf?OpenDatabase&db=/www/no/20020054.nsf&v=10FA&e=no&m=93E&c=62EE95FCCFC7E0ADC12573CD004B4050>, lastet ned 02.04.2008
- 3) <http://www.jotun.no/www/20020059.nsf/viewUNID/3F57F5F27FFFB875C12572AD00229AAE?OpenDocument&r=2>, lastet ned 02.04.2008

Bilder av metaller

- 1) Arsen: <http://z.about.com/d/chemistry/1/0/J/Q/arsenic.jpg>, lastet ned 27.05.2008
- 2) Effekt av arsen: <http://www.martiinc.com>
<http://www.martiinc.com/Graphics/Arsenic%20Pics/arsenic%20poisoning%20enlarge.d.jpg>, lastet ned 13.05.2008
- 3) Bly: <http://webmineral.com/specimens/Lead.jpg>, lastet ned 27.05.2008
- 4) Kadmium:
http://www.bionet.schule.de/schulen/novaky/heavy_metals/en/hm_img/cadmium.jpg, lastet ned 13.05.2008
- 5) Kobber: <http://www.terra-control.com/jpg/kobber.jpg>, lastet ned 13.05.2008
- 6) Krom: <http://z.about.com/d/chemistry/1/0/C/Q/chromium.jpg>, lastet ned 13.05.2008
- 7) Kvikksølv: http://www.quicksilverhg.com/rsc/img/mercury_drops_large.jpg, lastet ned 13.05.2008
- 8) Nikkel: <http://www.mii.org/Minerals/minpics/nickeline.jpg>, lastet ned 13.05.2008
- 9) Sink: http://www.albany.edu/offcourse/july98/zinc_sm.jpg, lastet ned 13.05.2008

Personlig meddelelse

Berge, F., 02.01.2008, NGU, *Akkreditering av våtservietter*

Houen, G., 18.04.2008, Byantikvaren, *Møllebakken barnehage*

Ibenholt, R., 23.04.2008, Riksantikvaren, *Møllebakken barnehage*

Langedal, M., 18.01.2008, Trondheim kommune, *Jordforurensning i barnehager*

Salomonsen, S., 21.02.2008, for Trondheim kommune, *Kommunens database*

Figurliste

Figur F. Et barn som ikke er fornøyd, med jord rundt munnen	I
Figur M. Oversiktsbilde av lekeplassen i en barnehage	II
Figur 1.1 Eksempel på bruk av fyllmasser i en barnehage	1
Figur 1.2 Området der mer enn 10 % av prøvene inneholdt bly eller PAH over Folkehelsas anbefalte tiltaksgrense for lekeareal	4
Figur 1.3 Aktsomhetskart over Trondheim by og omegn, barnehagene er markert med tallene 1-10	5
Figur 1.3.1 Tilførte masser i en barnehage, byjord	6
Figur 1.3.2 Eksempler på lekeapparat i en barnehage	7
Figur 1.3.3 Amfilignende utforming i en barnehage	7
Figur 1.3.4 Barn slikker og tar på lekeapparat	8
Figur 1.3.5 Nyere lekeapparat, der trevirket ikke er i kontakt med jorden	9
Figur 1.3.6 Eksempler på bruk av bildekk i barnehager	10
Figur 1.3.7 Eksempel på bruk av støtmatter barnehager	11
Figur 1.3.8 Eksempel på mulig smitte fra bildekk. Til venstre: Hånd gnudd på bildekk. Til høyre: Femåring som har gnudd på et bildekk med en våtserviett	11
Figur 1.4 Huskestativ av CCA-trykkimpregnert trevirke	12
Figur 2.1 Geografisk plassering av de undersøkte barnehagene	14
Figur 3.1 Barn som lager gjørme og gressboller	16
Figur 3.2 Nødvendig i små mengder	17
Figur 3.1.1 Arsen	18
Figur 3.1.2 Konsekvens av arsenforgiftning	19
Figur 2.2.1 Bly	20
Figur 3.2.2 Blymaling der barn leker	21
Figur 3.2.3 Forenklet modell for fordeling av bly i kroppen	23
Figur 3.3 Kadmium	25
Figur 3.4 Kobber	26
Figur 3.5 Krom	27
Figur 3.6 Kvikksølv	28
Figur 3.7 Nikkel	29

Figur 3.8 Sink	30
Figur 4.1 Noen barn kan spise opp til 25-60 g jord på en dag	32
Figur 4.2 Forhold mellom blynivå i blodet som en funksjon av median blynivå i jorda, utledet fra to ulike analytiske metoder, AAS og ICP-AES	33
Figur 5.1 Eksempel på prøvetaking	35
Figur 6.1.1 Maskeåpning på sil, 2 mm	37
Figur 6.1.2 Forbehandling av prøvene, før de sendes til laboratoriet	38
Figur 6.2 Måling med XRF	38
Figur 7.1 Oversikt over prøvepunkt og duplikat	40
Figur 7.2 Korrelasjonsdiagrammer for duplikatprøvene.	41
Figur 7.1.1 Korrelasjonen mellom krom og nikkel, og krom og sink (mg/kg)	42
Figur 8 Muligens kreosotstolpe i Møllebakken barnehage	43
Figur 8.1 Prøvepunktene for Spannet barnehage	44
Figur 8.1.1 Arsen i Spannet barnehage	46
Figur 8.1.2 Bly i Spannet barnehage	46
Figur 8.1.3 Kadmium i Spannet barnehage	46
Figur 8.1.4 Kobber i Spannet barnehage	46
Figur 8.1.5 Krom i Spannet barnehage	47
Figur 8.1.6 Kvikksølv i Spannet barnehage	47
Figur 8.1.7 Nikkel i Spannet barnehage	47
Figur 8.1.8 Sink i Spannet barnehage	47
Figur 8.1.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)	48
Figur 8.2 Prøvepunktene for Voldsminde barnehage	49
Figur 8.2.1 Arsen i Voldsminde barnehage	51
Figur 8.2.2 Bly i Voldsminde barnehage	51
Figur 8.2.3 Kadmium i Voldsminde	51
Figur 8.2.4 Kobber i Voldsminde	51
Figur 8.2.5 Krom i Voldsminde barnehage	52
Figur 8.2.6 Kvikksølv i Voldsminde	52
Figur 8.2.7 Nikkel i Voldsminde barnehage	52

Figurliste

Figur 8.2.8 Sink i Voldsminde barnehage	52
Figur 8.2.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, ikke mellom krom og sink	53
Figur 8.3 Prøvepunktene for Møllenberg barnehage	54
Figur 8.3.1 Arsen i Møllenberg barnehage	56
Figur 8.3.2 Bly i Møllenberg barnehage	56
Figur 8.3.3 Kadmium i Møllenberg barnehage	56
Figur 8.3.4 Kobber i Møllenberg barnehage	56
Figur 8.3.5 Krom i Møllenberg barnehage	57
Figur 8.3.6 Kvikksølv i Møllenberg barnehage	57
Figur 8.3.7 Nikkel i Møllenberg barnehage	57
Figur 8.3.8 Sink i Møllenberg barnehage	57
Figur 8.3.9 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)	58
Figur 8.4 Prøvepunktene for Kongsgården barnehage	59
Figur 8.4.1 Arsen i Kongsgården	61
Figur 8.4.2 Bly i Kongsgården barnehage	61
Figur 8.4.3 Kadmium i Kongsgården	61
Figur 8.4.4 Kobber i Kongsgården	61
Figur 8.4.5 Krom i Kongsgården	62
Figur 8.4.6 Kvikksølv i Kongsgården	62
Figur 8.4.7 Nikkel i Kongsgården	62
Figur 8.4.8 Sink i Kongsgården barnehage	62
Figur 8.4.9 Prøvepunkt (4.8) byjord med høyt innhold av bly (190 mg/kg)	63
Figur 8.4.10 Liten samvariasjon mellom nikkel og krom, mer mellom krom og sink	63
Figur 8.5 Prøvepunktene for Festningen barnehage	64
Figur 8.5.1 Arsen i Festningen barnehage	66
Figur 8.5.2 Bly i Festningen barnehage	66
Figur 8.5.3 Kadmium i Festningen	66
Figur 8.5.4 Kobber i Festningen	66
Figur 8.5.5 Krom i Festningen barnehage	67

Figur 8.5.6 Kvikksølv i Festningen	67
Figur 8.5.7 Nikkel i Festningen barnehage	67
Figur 8.5.8 Sink i Festningen barnehage	67
Figur 8.5.9 Liten samvariasjon mellom nikkel og krom, mer mellom krom og sink (mg/kg)	68
Figur 8.6 Prøvepunktene for Singsaker barnehage	69
Figur 8.6.1 Arsen i Singsaker barnehage	71
Figur 8.6.2 Bly i Singsaker barnehage	71
Figur 8.6.3 Kadmium i Singsaker	71
Figur 8.6.4 Kobber i Singsaker barnehage	71
Figur 8.6.5 Krom i Singsaker barnehage	72
Figur 8.6.6 Kvikksølv i Singsaker	72
Figur 8.6.7 Nikkel i Singsaker barnehage	72
Figur 8.6.8 Sink i Singsaker barnehage	72
Figur 8.6.9 Prøvepunkt (6.5 og 6.5d) med høyt innhold av arsen (24,6 mg/kg og 23,8 mg/kg)	73
Figur 8.6.10 Prøvepunkt (6.8) med høyt innhold av arsen (21,5 mg/kg)	73
Figur 8.6.11 Prøvepunkt (6.10) med høyt innhold av arsen (26,6 mg/kg)	74
Figur 8.6.12 Samvariasjon mellom nikkel og krom, men ikke mellom krom og sink (mg/kg)	74
Figur 8.7 Prøvepunktene for Dalsenget barnehage	75
Figur 8.7.1 Arsen i Dalsenget barnehage	77
Figur 8.7.2 Bly i Dalsenget barnehage	77
Figur 8.7.3 Kadmium i Dalsenget	77
Figur 8.7.4 Kobber i Dalsenget barnehage	77
Figur 8.7.5 Krom i Dalsenget barnehage	78
Figur 8.7.6 Kvikksølv i Dalsenget	78
Figur 8.7.7 Nikkel i Dalsenget barnehage	78
Figur 8.7.8 Sink i Dalsenget barnehage	78
Figur 8.7.9 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)	79
Figur 8.8 Prøvepunktene for Sunnland barnehage	80
Figur 8.8.1 Arsen i Sunnland barnehage	82

Figurliste

Figur 8.8.2 Bly i Sunnland barnehage	82
Figur 8.8.3 Kadmium i Sunnland	82
Figur 8.8.4 Kobber i Sunnland barnehage	82
Figur 8.8.5 Krom i Sunnland barnehage	83
Figur 8.8.6 Kvikksølv i Sunnland	83
Figur 8.8.7 Nikkel i Sunnland barnehage	83
Figur 8.8.8 Sink i Sunnland barnehage	83
Figur 8.8.9 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)	84
Figur 8.9 Prøvepunktene for Møllebakken barnehage	85
Figur 8.9.1 Arsen i Møllebakken	87
Figur 8.9.2 Bly i Møllebakken barnehage	87
Figur 8.9.3 Kadmium i Møllebakken	87
Figur 8.9.4 Kobber i Møllebakken	87
Figur 8.9.5 Krom i Møllebakken	88
Figur 8.9.6 Kvikksølv i Møllebakken	88
Figur 8.9.7 Nikkel i Møllebakken	88
Figur 8.9.8 Sink i Møllebakken barnehage	88
Figur 8.9.9 Prøvepunkt (9.4) med høyt innhold av bly (106 mg/kg)	89
Figur 8.9.10 Prøvepunkt (9.9) med høyt innhold av bly (265 mg/kg)	89
Figur 8.9.11 Bedre samvariasjon mellom nikkel og krom, enn mellom krom og sink (mg/kg)	90
Figur 8.10 Prøvepunktene for Ila barnehage	91
Figur 8.10.1 Arsen i Ila barnehage	93
Figur 8.10.2 Bly i Ila barnehage	93
Figur 8.10.3 Kadmium i Ila barnehage	93
Figur 8.10.4 Kobber i Ila barnehage	93
Figur 8.10.5 Krom i Ila barnehage	94
Figur 8.10.6 Kvikksølv i Ila barnehage	94
Figur 8.10.7 Nikkel i Ila barnehage	94
Figur 8.10.8 Sink i Ila barnehage	94

Figur 8.10.9 Prøvepunkt (10.5) med høyt innhold av bly (139 mg/kg)	95
Figur 8.10.10 Samvariasjon mellom nikkel og krom og mellom krom og sink (mg/kg)	95
Figur 8.11.1 Spannet barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	97
Figur 8.11.2 Ny plattning i Spannet barnehage, den gamle var CCA-trykkimpregnert	97
Figur 8.11.3 Voldsminde barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	98
Figur 8.11.4 CCA-trykkimpregnert trevirke i Volsminde barnehage	98
Figur 8.11.5 Møllenberg barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	99
Figur 8.11.6 CCA-trykkimpregnert materiale i Møllenberg barnehage	99
Figur 8.11.7 Kongsgården barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	100
Figur 8.11.8 Dette leketårnet inneholdt både CCA (treplanker + kantstokker), bly (sklia) og brom (den grønne stigen)	100
Figur 8.11.9 Festningen barnehage	101
Figur 8.11.10 Blå blymaling (til venstre). En betong kloss (til høyre)	101
Figur 8.11.11 Singsaker barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	102
Figur 8.11.12 Redskapshus og rekkverk opp til redskapshus (venstre) og kryperøret (høre) er CCA-trykkimpregnert	102
Figur 8.11.13 Dalsenget barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	103
Figur 8.11.14 Kantstokker (til venstre), plattning (til høyre) er CCA-trykkimpregnert	103
Figur 8.11.15 Sunnland barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	104
Figur 8.11.16 Plattningen på lekehuset er CCA-trykkimpregnert, det er også denne trappa (i midten) og leveggen og plattningen (til høyre)	104
Figur 8.11.17 Møllebakken barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	105
Figur 8.11.18 Husveggen og gjerdet er malt med blyholdig maling mens kjellerlemmen og plattningen er CCA-trykkimpregnert	105
Figur 8.11.19 Ila barnehage, oversikt over arsen (blå), kobber (rød) og krom (grønn) (mg/kg) i gamle lekeapparat	106

Figurliste

Figur 8.11.20 Kantstokker og huskestativ er CCA-trykkimpregnert, den gule, hvite og blågrønne malingen inneholder bly	106
Figur 8.11.21 Innhold i gamle lekeapparat maksimumsverdi (rød), minimumsverdi (grønn), gjennomsnitt (blå)	107
Figur 8.11.22 Innhold i nye lekeapparat maksimumsverdi (rød), minimumsverdi (grønn), gjennomsnitt (blå)	107
Figur 8.11.23 Innhold i støtdempematter, på fire ulike steder i Trondheim	108
Figur 8.11.24 Samme matte målt på fem ulike steder	109
Figur 8.11.25 Elementinnhold i en gummihuske	109
Figur 8.11.26 Gummihuske som inneholder brom	110
Figur 8.11.27 Komponenter i ulike plastgjenstander, bildekk (rød), plastbåt (blå) og en rød matte (grønn) (XRF type 1)	110
Figur 8.11.28 Komponenter i ulike plastgjenstander, bildekk (rød), plastbåt (blå) og en rød matte (grønn) (XRF type 2)	111
Figur 8.11.29 Elementer i Sunnland barnehage som inneholdt brom	111
Figur 8.11.30 Profil av diverse bildekk funnet i barnehager	112
Figur 8.12.1 Barnehender før og under vask	113
Figur 8.12.2 Mengden arsen på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	114
Figur 8.12.3 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	114
Figur 8.12.4 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	115
Figur 8.12.5 Mengden arsen på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	116
Figur 8.12.6 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	117
Figur 8.12.7 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	117
Figur 8.12.8 Mengden bly på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	118
Figur 8.12.9 Mengden kadmium på barns hender før (blå) og etter (rød) utelek (µg/serviett)	119
Figur 8.12.10 Mengden arsen på barns hender etter utelek (µg/serviett)	120
Figur 8.12.11 Mengden bly på barns hender etter utelek (µg/serviett)	120
Figur 8.12.12 Mengden kadmium på barns hender etter utelek (µg/serviett)	121
Figur 8.12.13 Arsenverdiene for alle barnehagene (µg/serviett)	122
Figur 8.12.14 Blyverdiene for alle barnehagene (µg/serviett)	122

Figur 8.12.15 Kadmiumverdiene for alle barnehagene ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	123
Figur 8.12.16 Gjennomsnittsverdiene for alle barnehagene før (blå) og etter (rød) utelek, av arsen (1), bly (3) og kadmium (5)	123
Figur 8.13 Arsen (grønn), bly (rød) og kadmium (blå), korrelasjon mellom verdiene i jord og på hendene	124
Figur 8.14.1 Potensiell arsensmitte fra lekeapparat i alle barnehagene ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	125
Figur 8.14.2 Potensiell blysmitte fra lekeapparat i alle barnehagene ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	126
Figur 8.14.3 Potensiell kadmiumsmitte fra lekeapparat i alle barnehagene ($\mu\text{g}/\text{serviett}$)	126
Figur 8.14.4 Arseninnhold i trevirke kontra smitte på hendene	127
Figur 9.1 Kummulativfrekvensfordelig fra byprøvene 2004 (rød) sammenlignet med nivåene for barnehageprøvene tatt i denne undersøkelsen, 2007 (blå)	129
Figur 9.1.1 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Spannet barnehage (mg/kg)	130
Figur 9.1.2 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Voldsminde barnehage (mg/kg)	131
Figur 9.1.3 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Møllenberg barnehage (mg/kg)	132
Figur 9.1.4 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Kongsgården barnehage (mg/kg)	133
Figur 9.1.5 Elementnivåene fra det aritmetiske gjennomsnittet i 2007 i Festningen barnehage (mg/kg)	133
Figur 9.1.6 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Singsaker barnehage (mg/kg)	134
Figur 9.1.7 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Dalsenget barnehage (mg/kg)	135
Figur 9.1.8 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Sunnland barnehage (mg/kg)	136
Figur 9.1.9 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Møllebakken barnehage (mg/kg)	137
Figur 9.1.10 Elementnivåene fra blandprøven i 1996 og det aritmetiske gjennomsnittet fra 2007 i Ila barnehage (mg/kg)	138
Figur 9.4.1 For ti år siden ble området under plattingen byttet ut, på grunn av arsen forurensning, stolpen som står ned i jorda, er CCA-trykkimpregnert	143
Figur 9.4.2 Målepunkt i Møllebakken barnehage i 1996 (venstre) og 2007 (høyre)	143

Tabelliste

Tabell 1.2 Barnehager hvor det i 1997 ble gjort videre undersøkelser	3
Tabell 1.4 Ulike sammensetninger av kobber, krom og arsen i trykkimpregnet materiale	13
Tabell 2.1 Barnehagene som ble undersøkt, etableringsår og registrert forurensning i de ulike barnehagene, der det ikke er noen kommentarer er det ikke funnet data	15
Tabell 3.2 Helsevirkninger av µg bly/dl blod	24
Tabell 4.1 Helsebaserte kriterier for jord i barnehager, lekeplasser og skoler (mg/kg)	34
Tabell 5.2 barnehagene der det ble vasket med våtservietter	36
Tabell 8.1 Arsen og metallene i jorda i Spannet barnehage (mg/kg)	45
Tabell 8.2 Arsen og metallene i jord i Voldsminde barnehage (mg/kg)	50
Tabell 8.3 Arsen og metallene i jord i Møllenberg barnehage (mg/kg)	55
Tabell 8.4 Arsen og metallene i jord i Kongsgården barnehage (mg/kg)	60
Tabell 8.5 Arsen og metallene i jord i Festningen barnehage (mg/kg)	65
Tabell 8.6 Arsen og metallene i Singsaker barnehage (mg/kg)	70
Tabell 8.7 Arsen og metallene i jord i Dalsenget barnehage (mg/kg)	76
Tabell 8.8 Arsen og metallene i jord i Sunnland barnehage (mg/kg)	81
Tabell 8.9 Arsen og metallene i jord i Møllebakken barnehage (mg/kg)	86
Tabell 8.10 Arsen og metallene i jord i Ila barnehage (mg/kg)	92
Tabell 8.11 Innhold av brom i støtdempende matter og annet gummi materiale (LOD betyr under deteksjonsgrensen)	108
Tabell 8.12.1 vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek	113
Tabell 8.12.2 vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek	116
Tabell 8.12.3 Vasking av barns hender før (a) og etter (b) utelek	118
Tabell 8.12.4 Vasking av barns hender etter utelek	119
Tabell 8.14 Potensiell forurensning barn kan få på hendene	125
Tabell 8.15 Oversikt over hva våtserviettene inneholdt	127

Vedlegg

Innhold i gamle lekeapparat og nye lekeapparat, barnehage for barnehage

Spannet barnehage

Ved å se på hva nye lekeapparat inneholder i forhold til gamle lekeapparat, kom det frem noen klare tendenser. I gamle lekeapparat er det arsen, jern, kobber og krom som er hovedelementene, mens det i nyere lekeapparat bare er jern. Tabell V.1, viser hva de gamle lekeapparatene i Spannet barnehage inneholdt. De nye lekeapparatene er presentert i tabell V.2.

Tabell V.1 Innhold i gamle lekeapparat i Spannet barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Cr	Hg	Mn	Zn
Maling, blå, lekeskjul	2457	34	529	1810	2283	< LOD	< LOD	422
Maling, blå, leketårn	5686	< LOD	1164	3566	3054	25	< LOD	< LOD
Maling, gul, leketårn	2885	82	3640	1443	1305	13	< LOD	34
Maling, blå, leketårn	5514	< LOD	1178	3538	2696	20	< LOD	39
Rød maling leketårn	4749	60	9799	2594	1859	15	< LOD	470
Platting leketårn underetasje	1634	19	4812	1007	795	< LOD	103	91
Platting leketårn tak i underetasje	1587	< LOD	321	1460	1426	< LOD	< LOD	< LOD

Tabell V.2 Innhold i nye lekeapparat i Spannet barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Mn	Zn
Humpehuske midt på	4	2288	< LOD	20
Brun maling i båt	5	5377	< LOD	53
Impregnert trevirke rundt husker	4	394	83	< LOD
Maling på gyengeleke gul/oransje	< LOD	4995	< LOD	< LOD
Rødmaling på lekehus	< LOD	< LOD	126	< LOD

Voldsminde barnehage

I Voldsminde barnehage var det bare nye lekeapparat, innholdet av dem er presentert i tabell V.3. Det var hovedsakelig jern og kobber som var hovedkomponentene i lekeapparatene, LOD betyr at verdien var under deteksjonsgrensen.

Vedlegg

Tabell V.3 Innhold i nye lekeapparat i Voldsminde barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	Fe	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
Rød vippebil	178	< LOD	351	156	149	< LOD
Gul maling på vippe	< LOD	< LOD	78	< LOD	< LOD	< LOD
Huskestativ	2162	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Husker	67	232	< LOD	< LOD	< LOD	393
Bildekk, husker ved inngang	321	55	< LOD	< LOD	< LOD	29472
Lekestativ	1565	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	32
Trevirke ved sklie	1585	1996	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Møllenberg barnehage

I Møllenberg barnehage var det bare nye lekeapparat, de inneholdt for det meste jern, presentert i tabell V.4, LOD betyr at verdiene var under deteksjonsgrensen.

Tabell V.4 Innhold i nye lekeapparat i Møllenberg barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Cr	Mn	Zn
Lekehus med sklie, rød maling	2,8	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Sklie, oransje	4,0	< LOD	< LOD	< LOD	136	< LOD	< LOD
Gul and, vippe	9,5	34	8155	< LOD	678	270	< LOD
Grønn maling på huske	3,0	< LOD	137	72	< LOD	< LOD	< LOD
Huske stativ	3,3	< LOD	1927	42	< LOD	< LOD	21
Baby huske	7,0	< LOD	2124	125	< LOD	< LOD	41
Grønn maling på huske	3,3	< LOD	852	70	< LOD	< LOD	< LOD
Små stolper rundt huske	5,4	< LOD	6615	2204	< LOD	151	32

Kongsgården barnehage

I Kongsgården barnehage var det noen gamle og noen nye lekeapparat, de gamle inneholdt for det meste arsen, jern, kobber og krom, presentert i tabell V.5. De nye lekeapparatene inneholdt mest jern, klor og titan, presentert i tabell V.6.

Tabell V.5 Innhold i gamle lekeapparat i Kongsgården barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Cr	Ti	V	Zn
Benk	4898	< LOD	2637	2852	5945	< LOD	< LOD	115
Benk	7367	145	2601	2472	8303	659	1179	183
Trefarge på leketårn	5504	6	2553	2067	4520	308	120	326
Trefarge på leketårn loddrett	7116	15	1261	2962	5892	237	< LOD	45

Tabell V.6 Innhold i nye lekeapparat i Kongsgården barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	Ba	Fe	Cl	Cu	Ni	Ti	V	Zn
Blått lekehus	< LOD	130	2918	11	< LOD	1903	< LOD	128
Platting til lekehus	< LOD	6606	< LOD	< LOD	16	1112	457	70
Dumpe	< LOD	2385	< LOD	17	< LOD	433	< LOD	36
Blå maling på leketårn	425	2002	3208	186	5	1369	< LOD	22

Festningen Barnehage

Det ble funnet bare nye lekeapparat i Festningen barnehage, de inneholdt for det meste kobber og jern, vist i tabell V.7.

Tabell V.7 Innhold i nye lekeapparat i Festningen barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Zn
Huskestativ (rent tre)	3,1	< LOD	< LOD	< LOD
Lekestativ ringer av tre	4,2	1883	1286	34
Lekestativ plastikk gul	< LOD	1174	< LOD	65
Lekestativ plastikk blå	< LOD	569	375	59

Singsaker barnehage

I Singsaker barnehage ble det observert både nye og gamle lekeapparat, de gamle inneholdt mest arsen, jern, kobber, og krom, mens de nye inneholdt mest jern og kobber. Verdiene er vist i tabell V.8 for de gamle lekeapparatene, og i tabell V.9 for de nye lekeapparatene.

Tabell V.8 Innhold i gamle lekeapparat i Singsaker barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Cr	Hg	Mn	Zn
Stolpe som rekkverk opp mot sklie	2975	14	8177	8243	5025	< LOD	380	168
Blå maling på lekehus	4318	52	1930	2341	489	13	< LOD	61
Treplanker på kryperør	2455	< LOD	1284	1546	1770	< LOD	< LOD	29
Treplanker på kryperør	2258	< LOD	5239	975	2393	< LOD	< LOD	27

Vedlegg

Tabell V.9 Innhold i nye lekeapparat i Singsaker barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Zn
Bjelker rundt sklie	3,5	1238	3823	< LOD
Trapp opp til sklie	4,2	1140	1695	33
Grønn maling på husker	3,2	< LOD	< LOD	17
Rødt tak på lekehus	7,8	13197	21	47
Trevirke på lekehus	12	126	< LOD	13
Platt på lekestativ	4,4	1126	< LOD	< LOD
Stokk som rammer inn husker	5,3	2417	1945	< LOD

Dalsenget barnehage

I Dalsenget barnehage inneholdt de gamle lekeapparatene mest arsen, kobber, krom og jern, mens de nye inneholdt jern og litt krom. Verdiene er presentert i tabell V.10 for de gamle lekeapparatene, mens for de nye lekeapparatene er verdiene presentert i tabell V.11.

Tabell V.10 Innhold i gamle lekeapparat i Dalsenget barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Cr	Hg	Mn	Zn
Platting ved gult lekehus	2289	5452	1686	1488	< LOD	125	< LOD
Stolper på huskestativ	2192	915	1282	1510	< LOD	< LOD	21
Stolper til babyhusker	3240	633	1821	3338	12	< LOD	< LOD
Stolper ved sklie	2993	1558	2366	3376	< LOD	< LOD	37

Tabell V.11 Innhold i nye lekeapparat i Dalsenget barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
Det gule lekehuset gul maling	< LOD	349	< LOD	368	< LOD	260	< LOD
Trapp opp ved sklie	583	2974	400	442	82	< LOD	< LOD
Mørk grønn maling på lekehus	3,9	2841	67	2133	< LOD	< LOD	< LOD
Lys grøn maling på lekehus	273	5492	201	443	< LOD	< LOD	< LOD
Karm trehvit på lekehus	729	3480	610	816	130	< LOD	21

Sunnland Barnehage

De gamle lekeapparatene i Sunnland barnehage inneholdt arsen, jern, kobber og krom, tabell V.12. De nye lekeapparatene inneholdt kobber og jern, tabell V.13.

Tabell V.12 Innhold i gamle lekeappater i Sunnland barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Cr
Platting i lekehus	1740	2183	1196	1556
Stolper rundt husker (liggende)	1007	2206	541	709
Stolper rundt husker	1500	1038	623	1197

Tabell V.13 Innhold i nye lekeappater i Sunnland barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Co	Mn	Ni	Zn
Gul maling på lekehus	3,2	93	< LOD	< LOD	< LOD	521	15
Hvit maling på taket til lekehus	< LOD	242	< LOD	50	< LOD	43	< LOD
Blå maling på lekeapparat ved hus	4,1	1412	148	< LOD	< LOD	< LOD	93
Rød maling på lekeapparat ved hus	4,0	3497	< LOD	< LOD	60	< LOD	38
Stolper ved oppgang til sklie	< LOD	< LOD	1489	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Planker på treinnretning til sklie	3,4	802	440	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Grå maling på sklie	4,9	153	< LOD	60	< LOD	< LOD	< LOD

Møllebakken Barnehage

De gamle lekeapparatene i Møllebakken barnehage inneholdt hovedsakelig arsen, jern, kobber og krom, tabell V.14. De nye lekeapparatene inneholdt jern, kobber og krom, tabell V.15.

Tabell V.14 Innhold i gamle lekeapparat i Møllebakken barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Cr	Mn	Zn
Brunt tre på lekehus	4614	37	5745	2504	2660	187	192

Tabell V.15 Innhold i nye lekeapparat i Møllebakken barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Fe	Cu	Co	Cr	Mn	Zn
Lekehus bak (stolpe)	3,3	79	4741	< LOD	7099	< LOD	< LOD
Gulvplanker i lekehus bak	< LOD	1827	517	< LOD	794	< LOD	17
Blå maling lekehus bak	3,2	< LOD	134	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Rød maling lekehus bak	< LOD	1073	< LOD	< LOD	< LOD	91	< LOD
Rød maling på lekestativ	5,2	96	34	< LOD	< LOD	< LOD	16
Grønn maling på lekestativ	< LOD	178	95	81	< LOD	< LOD	< LOD
Stolper på husker	10,3	2030	2644	< LOD	3667	< LOD	144
Trapp opp til lekehus	244	2408	156	< LOD	181	< LOD	< LOD
Blå maling på lekehus	5,9	1647	318	106	< LOD	< LOD	< LOD
Rød maling på biler	< LOD	247	< LOD	70	< LOD	< LOD	88
Tre på biler	3,1	821	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	26

Ila Barnehage

Gamle lekeapparat i Ila barnehage inneholdt arsen, jern kobber og krom, tabell V.16. Nye lekeapparat inneholdt jern, tabell V.17.

Tabell V.16 Innhold i gamle lekeapparat i Ila barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Cr	Cu	Hg	Fe	Zn
Stolper til husker	4961	59	3356	3725	17	3430	138
Stolper til babyhusker	9230	157	9091	4625	37	1087	123
Lekehus rød maling	6508	59	1868	2549	26	10788	69

Tabell V.17 Innhold i nye lekeapparat i Ila barnehage (mg/kg) (LOD betyr at verdien er under deteksjonsgrensen til apparatet)

	As	Pb	Fe	Cu	Co	Zn
Båt sitteplanker	5,2	< LOD	2769	< LOD	< LOD	30
Båt side planker	25	111	1957	42	< LOD	110
Lekehus trevegg	7,7	< LOD	988	< LOD	< LOD	< LOD
Lekehus blå maling	5,6	< LOD	5012	91	120	< LOD
Lekehus grønn/blå maling tak	14	< LOD	4995	110	< LOD	32
Lekehus grønn/blå maling tak	9,3	< LOD	5429	103	< LOD	38