

Rapport nr 2001.053		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Jordforurensning i Orkdal				
Forfatter: Tore Volden, Tor Erik Finne, Toril Haugland og Rolf Tore Ottesen			Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse	
Fylke: Sør Trøndelag			Kommune: Orkdal	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
			Sidetall 18 Pris: Kartbilag: 9	
Feltarbeid utført: 1999 - 2000		Rapportdato: 21.12.2001	Prosjektnr.: 286300	Ansvarlig: Jan Cramer
<p>Sammendrag</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har kartlagt jordforurensning i Orkdal med særlig fokus på mest følsom arealbruk, dvs. lekeplasser, barnehager og boligområder.</p> <p>Til sammen 61 prøver er tatt fra 9 barnehager i kommunen. I 8 av barnehagene har jorden for høyt innhold av arsen i forhold til en anbefalt tiltaksgrense på 20 mg/kg, beregnet av Statens institutt for folkehelse (Folkehelse). Et gjennomgående trekk er at man finner høye konsentrasjoner av arsen ved og under trykkimpregnert trevirke. Dette skyldes utlekking av arsensalter fra materialet. Tiltak er nødvendig i de 8 barnehagene.</p> <p>De fleste prøvene fra boligområdene i Orkanger er uforurenset eller lite forurenset med tungmetaller, men noen få prøver har et meget høyt innhold av bly og sink.</p> <p>Industriområdet på Nakken er regulert som "Idrett/leik/park/friområdet. Overflatejorden fra dette industriområdet har et svært høyt innhold av tungmetaller og PAH. Det er sannsynligvis spredning av miljøgifter til sjøen. Det må presiseres at prøvene representerer det øverste jordlaget. Det bør gjennomføres en miljøteknisk grunnundersøkelse på Nakken, inkludert en risikovurdering for human helse og økosystem.</p> <p>Industriområdet ("Vigor") preges av punktforurensning som søl direkte rett på bakken. Det er påvist betydelig forurensning med kobber, nikkel, bly, krom, sink og arsen. Massene på området har god permeabilitet er god, og at faren for utlekking til elva og sjøen er til stede ved stor forurensningsbelastning.</p> <p>Industriområdet Beitøra-Laksøra må betraktes som lite forurenset med tungmetaller innenfor det prøvetatte området. Det er ikke tatt prøver fra den avstengte delen av området. Det er påvist noe forhøyede sinkverdier i 3 prøver i forhold til SFTs normverdi for mest følsomt arealbruk.</p>				
Emneord: Jordforurensning		Metaller		Organiske miljøgifter
Arealforvaltning		Barnehager		Tiltak

INNHOOLD

INNHOOLD	3
1. INNLEDNING	4
2. METODER	4
2.1 Prøvetaking, prøvepreparering og kjemisk analyse	4
2.2 Statistisk bearbeiding av data og omtale av begrepet normverdier	5
2.3 Kartfremstilling	6
3. RESULTATER	6
3.1 Boligområder	7
3.2 Industriområder	8
3.2.1 Nakken (I 1)	8
3.2.2 Industriområdet Beitøra (I 5) og Laksøra (I 4)	10
3.2.3 Industriområdet "Vigor" (I 3)	11
3.2.4 Asfaltverket (Solusøran)	12
3.3 Barnehager	12
4. KONKLUSJON OG FORSLAG TIL TILTAK	15
4.1 Boligområder	15
4.2 Industriområder	16
4.3 Barnehager	16
4.4 Landbruksjord	16
5. BAKGRUNNSLITTERATUR	17

VEDLEGG 1: Kartbilag

VEDLEGG 2: Analyseresultater

VEDLEGG 3: Mer om arsen

1. INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har tidligere kartlagt jordforurensing i Bergen og Trondheim med særlig fokus på mest følsom arealbruk, dvs. lekeplasser og barnehager. Arbeidene har vist at små barns lekemiljø er forurenset med arsen som lekker ut fra CCA-impregnert trevirke som er brukt i lekeapparater og som avgrensning av sandbasseng. Det er også vist at jorden i de eldste delene av byene er til dels sterkt forurenset med bly og tjærestoffer (PAH).

NGU driver bl.a. med opplæring av geologer fra ulike afrikanske land. I 1999 /2000 trengte institusjonen et område hvor det kunne gjennomføres en prøvetaking og analyse av jordprøver i et tettsted. NGU tok derfor kontakt med daværende miljøvernleder Odd Kristian Selbo i Orkdal kommune om mulighetene for å kunne kartlegge jordforurensning i deler av Orkdal kommune. Orkdal kommune ga en positiv tilbakemelding og prøvetaking ble gjennomført i løpet av 2000. De kjemiske analysene samme år, og et kortfattet notat om resultatene ble oversendt ordfører Gunnar Lysholm 30. august i fjor. Kostnadene ved dette opplæringsprosjektet er dekket av statlige midler.

En samlet oversikt over alle resultater med forslag til tiltak blir presentert i denne rapporten.

2. METODER OG GJENNOMFØRING

2.1 Prøvetaking, prøvepreparering og kjemisk analyse

Prøvetaking er gjennomført etter en metode som er foreslått som internasjonal standard for undersøkelse av byjord¹ og forurenset industrigrunn (*ISO 10381 Guidance on the procedure for the sampling of urban and industrial sites with regard to soil contamination*).

Prøver av overflatejord fra 0-2 cm's dyp ble samlet inn fra 73 lokaliteter jevnt fordelt over de tettest befolkede deler av Orkdal kommune (Vedlegg 1). Det meste av prøvematerialet er jord fra plener, enger og hager (Bilde 1). Fra hver prøveplass ble det tatt en prøve på ca. 1/2 kg mineraljord etter at gresslaget var skåret bort.

Fra industriområdene Nakken (I 1), Vigorområdet (I 3), Laksøra (I 4) og Beitøra (I 5) ble det tatt 38 prøver.



Bilde 1 Fra, plener, enger og hager er det samlet inn prøver av de øverste 2 cm av jorden fra 111 forskjellige steder i kommunen. I tillegg er det prøvetatt jord og sand fra 9 barnehager.

¹ Byjord består av lokal naturlig mineraljord, gravemasser, sprengstein, organisk jord (ofte tilkjørt), rivningsmasser (asfalt, teglstein, betong), industriavfall og kloakkslam.

Det ble i tillegg tatt 61 prøver av barnehagejord fra 9 barnehager i kommunen (Vedlegg 1). Prøvene fra barnehagene er blandprøver, der materiale fra 5-10 steder i hver barnehage er blandet sammen til en prøve før kjemisk analyse.

Fra 27 steder ble det tatt en prøve av overflatejord som umiddelbart (og i nedkjølt tilstand) ble sendt til Nederland for bestemmelse av innholdet av organiske miljøgifter.

For å få et bilde av naturlige bakgrunnsverdier i den nedre del av Orkdalsregionen, ble det tatt 3 prøver av elveslettededimenter sør for Forve bro. Den kjemiske sammensetningen av disse sedimentene gir en indikasjon på hva som er naturlig innhold av grunnstoffer i jorden i denne delen av kommunen.

Jordprøvene (til sammen 175 prøver) ble tørket og deretter siktet gjennom nylonsikt med maskeåpning 2 mm. Finmaterialet ble sendt til kjemisk analyse (32 grunnstoffer) ved NGUs laboratorium.

Innholdet av dioksin (1 prøve), polyaromatiske hydrokarboner (PAH) (17 prøver), og polyklorerte bifenyler (PCB) (9 prøver) ble bestemt ved Tauw Milieu Laboratory i Nederland.



Bilde 2. Jordprøvene ble oppløst i salpetersyre, og innholdet av arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink ble bestemt ved hjelp av plasm-spektrometri og atomabsorpsjon-spektrometri.

2.2 Statistisk bearbeiding av data og omtale av begrepet normverdier

Det er neppe mulig å tolke tallmaterialer som består av et stort antall enkeltobservasjoner ved bare å lese gjennom en liste over måleresultatene. Det er derfor beregnet verdier for median-, minimum- og maksimumsverdier fra ulike utvalg av datasettet. Disse resultatene er sammenholdt med SFTs normverdier for forurenset jord med mest følsom arealbruk (mest følsom arealbruk betyr for eksempel lekeplasser og boligarealer) (Tabell 1).

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

Tabell 1. SFTs normverdier for forurenset jord (mest følsom arealbruk) og medianverdier for flomsedimenter i Orkanger (Disse gir en indikasjon på uforurenset naturlig tilstand).

Grunnstoff eller organisk forbindelse	SFTs normverdi (mg/kg)	Medianverdi for flomsedimenter (mg/kg).
Arsen (As)	2	2,7
Kadmium (Cd)	3	0,13
Krom (Cr)	25	46,3
Kobber (Cu)	100	27,1
Kvikksølv (Hg)	1	0,010
Nikkel (Ni)	50	27,4
Bly (Pb)	50	<5
Sink (Zn)	150	53,2
Sum 16 PAH	5	Ingen måling
Benzo(a)pyren ¹⁾	0,1	Ingen måling
Sum 7 PCB	0,02	Ingen måling

¹⁾ Benzo(a)pyren er en kreftfremkallende PAH-forbindelse.

2.3 Kartfremstilling

Prøvelokalitetene er tegnet inn på økonomisk kart i målestokk 1:5000 og koordinatfestet (digitalisert) for kartfremstilling ved hjelp av datateknologi. Resultatene er fremstilt som symbolkart, der hvert symbol representerer én prøvelokalitet og symbolets størrelse er proporsjonal med konsentrasjonen av det aktuelle grunnstoffet iht. tegnforklaringen

3. RESULTATER



Bilde 3. Orkdal sentrum

3.1 Boligområder

De fleste prøvene fra boligområdene i Orkdal kommune er uforurenset eller lite forurenset med tungmetaller (Tabell 2), men enkelte prøver har et meget høyt innhold av tungmetaller.

Jorden i den eldste bebyggelsen i Orkanger (Orkanger nedre) er svakt forurenset av arsen, kobber, bly og sink (Tabell 3). Enkeltprøver kan ha et betydelig innhold av arsen, krom, kobber, nikkel, bly og sink. Dette skyldes sannsynligvis lokal punktforurensning.

Det er analysert innhold av PAH i 8 prøver og PCB i 1 prøve fra boligområdene i Orkdal (Tabell 4). I 2 av prøvene ble det påvist PAH-verdier som overskrider normverdien 11 og 12 ganger. PCB-konsentrasjonen i prøven fra Bårshaug trafostasjon er lav, men noe over SFTs normverdi. Resultatene må betraktes som punktobservasjoner. Antallet prøver som er analysert på organiske miljøgifter, er for lavt til at man kan gi en sikker vurdering av boligområdene som helhet. De påviste PAH-verdiene er imidlertid så høye at det anbefales videre undersøkelser for å klarlegge omfanget av forurensningen.

Tabell 5 viser hvilke steder i bebyggelsen som bør følges opp med videre undersøkelser.

Tabell 2. Overflatejord fra Orkdal kommune (boligområder): Medianverdi og spredning for tungmetaller (73 prøver) i forhold til SFTs reviderte normverdier for mest følsom arealbruk.

Grunnstoff eller organisk forbindelse	Median (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver som overskrider SFTs normverdi
Arsen (As)	3,7	1 - 20,6	2	90
Kadmium (Cd)	0,13	0,03 - 0,13	3	0
Krom (Cr)	55,4	3,2 - 83,3	25	95
Kobber (Cu)	29,1	5 - 811	100	13
Kvikksølv (Hg)	Ikke beregnet ¹	< 0,01 - 0,13	1	0
Nikkel (Ni)	29,3	7 - 59,7	50	2
Bly (Pb)	5,3	< 5 - 1360	60	3
Sink (Zn)	76,7	14 - 3370	100	27

¹De fleste verdiene var lavere enn deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Tabell 3. Overflatejord fra Orkdal kommune (boligområder Orkanger nedre): Medianverdi og spredning for tungmetaller (9 prøver) i forhold til SFTs reviderte normverdier for mest følsom arealbruk.

Grunnstoff eller organisk forbindelse	Median (mg/kg)	Spredning (mg/kg)	Normverdi (mg/kg)	Prosent prøver som overskrider SFTs normverdi
Arsen (As)	5,9	4,3 - 20,6	2	100
Kadmium (Cd)	0,3	0,1 - 1,4	3	0
Krom (Cr)	62,0	48,6 - 92,8	25	100
Kobber (Cu)	47,5	26,0 - 436	100	13
Kvikksølv (Hg)	Ikke beregnet	< 0,01 - 0,1	1	0
Nikkel (Ni)	32,4	26,9 - 47,8	50	0
Bly (Pb)	18,1	< 5 - 1360	60	Ingen måling
Sink (Zn)	202	5 - 1360	100	Ingen måling

Tabell 4. Innhold av organiske miljøgifter i boligområdene i Orkdal.

Lokalitet	Prøvenummer	Benzo(a)pyren (mg/kg)	Sum 16 PAH (mg/kg)	Sum 7 PCB (mg/kg)
Dordigata	1095	1,2	13	Ingen måling
Løpstrengen	1110	0,04	0,4	Ingen måling
Bårshaug (bussterminalen)	1113	1,1	11	Ingen måling
Moaveien	1115	0,06	0,6	Ingen måling
Parkveien	1119	0,04	0,35	Ingen måling
Gjølmesalleen	1148	<0,01	0,02	Ingen måling
Idrettsplassen Gjølme	1151	<0,01	0,02	Ingen måling
Orkanger stasjon	1193	<0,05	Ikke beregnet ¹	Ingen måling
Bårshaug trafostasjon	1101			0,018

¹De fleste verdiene for av enkeltkomponentene var lavere enn deteksjonsgresnen for analysemetoden.

Tabell 5. Prøvelokaliteter i boligområdene som bør som bør undersøkes videre.

Lokalitet	Prøve- nummer	As (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Benzo(a)pyren (mg/kg)
Thamshavnveien – Nervika	1094		436	95,6	425	
Dordigata	1095		394		303	1,2
Orkanger nedre (bak kaffestova)	1096			1360	202	
Sveligata	1099	20,6				
Idrettsplassen	1122		811			
Bårshaug bussterminal	1101	676	3370			1,1

3.2 Industriområder

3.2.1 Nakken (I 1)

Industriområdet på Nakken er i kommuneplanens arealdel markert som idrett/leik/park/friområdet. Overflatejorden fra dette området (Bilde 4) har et meget høyt innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter (Tabell 6 og 7). Det er sannsynligvis spredning av miljøgifter til sjøen. Det må presiseres at prøvene representerer det øverste jordlaget. Det bør gjennomføres en miljøteknisk grunnundersøkelse på Nakken, inkludert en risikovurdering for human helse og økosystem.

Det er analysert innhold av PAH og PCB i 4 prøver og innhold av dioksin i 1 prøve fra industriområdet (Tabell 7). Det ble påvist høye PAH-verdier som overskrider normverdien inntil 48 ganger. Prøve 1092 har et PCB innhold som er 8 ganger høyere enn SFTs normverdi. Dioksinverdien er beregnet til 10,7 giftighetsekvivalenter (NATO/CCM). Denne verdien er lav og representerer neppe noen fare.

PCB-innholdet i prøve 1092 stammer sannsynligvis fra den tekniske blandingen Kaneklor KC 500 (Figur 1). Den ble produsert i Japan mellom 1954 og 1972 og ble vanligvis benyttet som transformatorolje. Ved påvisning av KC 500 skal summen av 7 PCB multipliseres med en faktor på 2,89 for å beregne den totale mengde PCB.



Bilde 4. Overflatejord på Nakken

Tabell 6. Overflatejord fra **Nakken**: Medianverdi, spredning og anrikningsfaktorer for arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink.

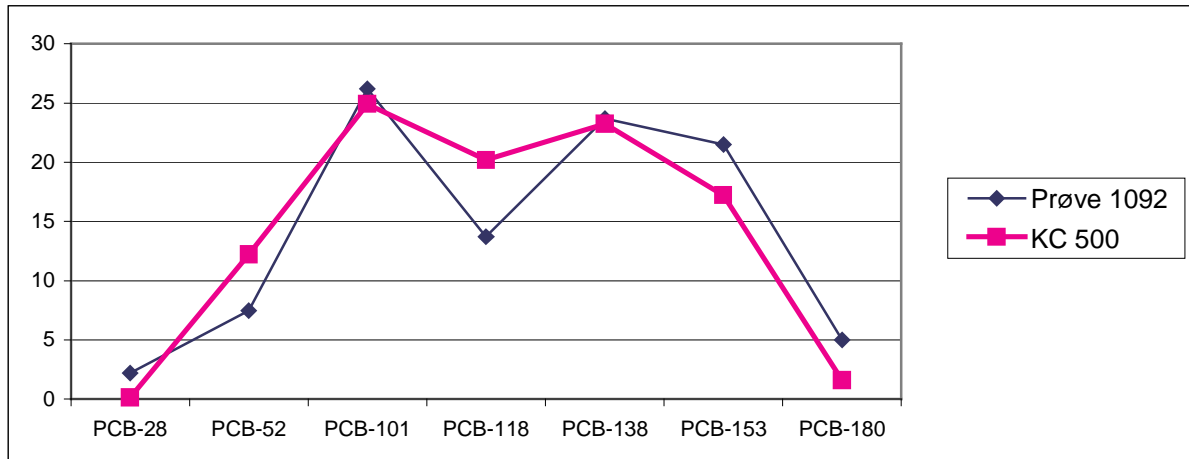
Grunnstoff	Median Mg/kg	Spredning mg/kg	Anrikningsfaktor ^{^)}	Bakgrunnsverdi (flomsedimenter) mg/kg
Arsen (As)	106	22,5 – 8884	39	2,7
Kadmium (Cd)	1,8	0,53 – 40,7	14	0,13
Krom (Cr)	36,4	7,2 – 197	0,7	46,3
Kobber (Cu)	1037	98,5 – 54060	38	27,1
Kvikksølv (Hg)	0,51	0,02 – 4,5	> 5,1	<0,01
Nikkel (Ni)	24,8	8,7 – 97,5	0,9	27,4
Bly (Pb)	459	49,1 – 5000	>92	<5
Sink (Zn)	5510	73,4 – 94840	103	53,2

^{^)} Konsentrasjonsnivået er vurdert i forhold til mediankonsentrasjonen i hele datasettet etter følgende formel:
Anrikningsfaktor = Median_{delområde}/Median_{flomsedimenter}

Tabell 7. Innhold av organiske miljøgifter i overflatejord fra **Nakken** industriområde.

Prøvenummer	Benzo(a)pyren (mg/kg)	Sum 16 PAH (mg/kg)	Sum 7 PCB (mg/kg)	Dioksin (toksisitets ekvivalenter) ng/kg
1085	4,8	73	Ikke beregnet	Ikke beregnet
1086	0,35	12	Ikke beregnet	Ikke beregnet
1087	0,2	5	Ikke beregnet	10,7
1092	0,05	Ikke beregnet	0,08	Ikke beregnet

Figur 1. Tolkingsdiagram av PCB-verdier i prøve 1092. Sammenfallende kurver for prøven og KC 500 viser at nettopp denne blandingen mest sannsynlig er kilde til PCB-forurensningen.



3.2.2 Industriområdet Beitøra (I5) og Laksøra (I4)

Industriområdet Beitøra-Laksøra må betraktes som lite forurenset med tungmetaller innenfor det prøvetatte området (Tabell 8). Det er ikke tatt prøver fra den avstengte delen av området. Det er påvist noe forhøyede sinkverdier i 3 prøver i forhold til SFTs normverdi for mest følsomt arealbruk.

Innholdet av PAH (1 prøve) og PCB (5 prøver) ble analysert (Tabell 9). Alle verdiene er lavere en SFTs normverdi.

Tabell 8. Overflatejord fra **Beitøra-Laksøra**: Medianverdi, spredning og anrikningsfaktorer for arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink.

Grunnstoff	Median mg/kg	Spredning mg/kg	Anrikningsfaktor ^{*)}	Bakgrunnsverdi (flossedimenter) mg/kg
Arsen (As)	3,2	1-5,2	> 3,1	2,7
Kadmium (Cd)	0,14	0,06 – 0,55	1	0,13
Krom (Cr)	48	45,4 – 102	1	46,3
Kobber (Cu)	28,8	4 – 65	1	27
Kvikksølv (Hg)	0,02	0,01 – 0,07	>2	<0,01
Nikkel (Ni)	29,2	2 – 69	1	27
Bly (Pb)		<5 – 21		<5
Sink (Zn)	86,8	14,5 – 253	1,6	53

^{*)} Konsentrasjonsnivået er vurdert i forhold til mediankonsentrasjonen i hele datasettet etter følgende formel:

Anrikningsfaktor = Median_{delområde}/Median_{flossedimenter}

Tabell 9. Innhold av organiske miljøgifter i overflatejord fra **Beitøra-Laksøra** industriområde.

Prøvenummer	Benzo(a)pyren (mg/kg)	Sum 16 PAH (mg/kg)	Sum 7 PCB (mg/kg)
1132			Ikke beregnet
1137			Ikke beregnet
1140			Ikke beregnet
1142	<0,01	0,02	Ikke beregnet

3.2.2 Industriområdet "Vigor" (I 3)

Industriområdet preges av punktforurensning som søl rett på bakken. Det er påvist betydelig forurensning med kobber (1400 mg/kg), nikkel (381 mg/kg), bly (1835 mg/kg), krom (2070 mg/kg), sink (70006 mg/kg) og arsen (131 mg/kg) (Tabell 10). Den unødvendige forurensningen som skyldes søl rett i bakken, bør stoppes. Spill fra aktivitet som vist på bilde 5, bør fjernes. Massene på området har en grusig sammensetning. Det antas at permeabiliteten er god, og at det er fare for utlekking til elva og sjøen.

Det er ikke tatt prøver fra området til båtklubben Terna og ved Langbrua. Her anbefales en kartlegging med spesiell vektlegging på analyse av TBT (tri-bytyl-tinn). TBT brukes hovedsakelig som bunnstoff på båter. Det arbeides for å få i stand et internasjonalt forbud mot stoffet fra 2008.



Bilde 4. Vigor-området. Forurensning går som spill rett i bakken.

Tabell 10. Overflatejord fra industriområdet **Vigor**: Medianverdi, spredning og anrikningsfaktorer for arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink.

Grunnstoff	Median mg/kg	Spredning mg/kg	Anrikningsfaktor ^{*)}	Bakgrunnsverdi (flomsedimenter) mg/kg
Arsen (As)	2,6	1,4 – 131	> 2,6	2,7
Kadmium (Cd)	0,21	0,05 – 4,3	1,6	0,13
Krom (Cr)	63,3	48,4 – 2070	1,3	46,3
Kobber (Cu)	35,1	22,5 – 1480	1,3	27
Kvikksølv (Hg)	Ikke beregnet	<0,01 – 0,059		<0,01
Nikkel (Ni)	30,3	19,4 – 381	1,1	27
Bly (Pb)	20,5	5 – 1835	> 4	<5
Sink (Zn)	80,1	45 – 7006	1,5	53

^{*)} Konsentrasjonsnivået er vurdert i forhold til mediankonsentrasjonen i hele datasettet etter følgende formel:
 Anrikningsfaktor = Median_{delområde}/Median_{flomsedimenter}

3.2.3 Asfaltverket (Solusøran)

Det ble tatt 3 prøver fra området rundt asfaltverket for bestemmelse av PAH (Tabell 11). Det ble ikke påvist forurensning med PAH.

Tabell 11. Innhold av PAH i overflatejord fra området rundt asfaltverket.

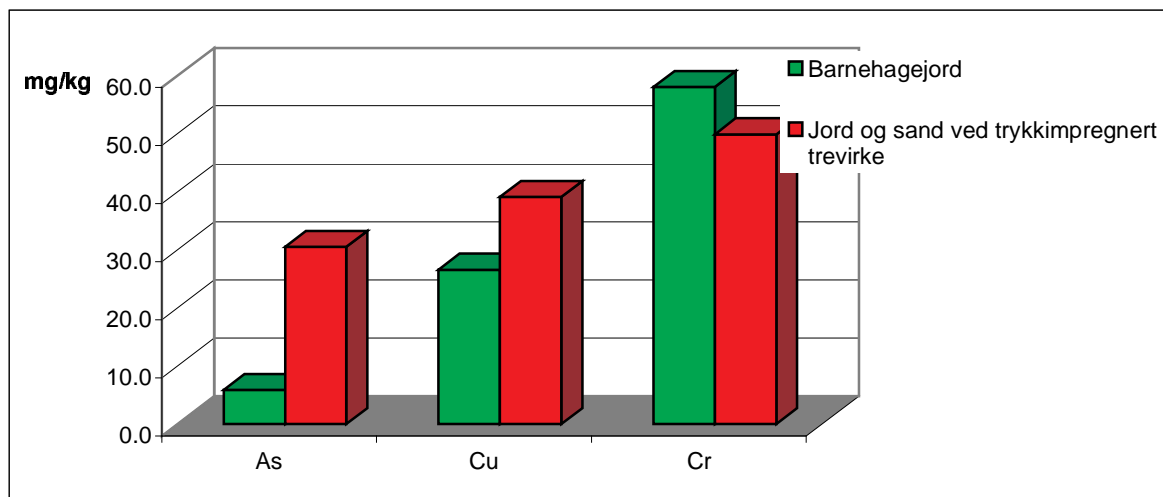
Prøvenummer	Benzo(a)pyren (mg/kg)	Sum 16 PAH (mg/kg)
1181	<0,01	< 0,02
1182	<0,05	Ikke beregnet
1183	<0,05	Ikke beregnet

3.3 Barnehager

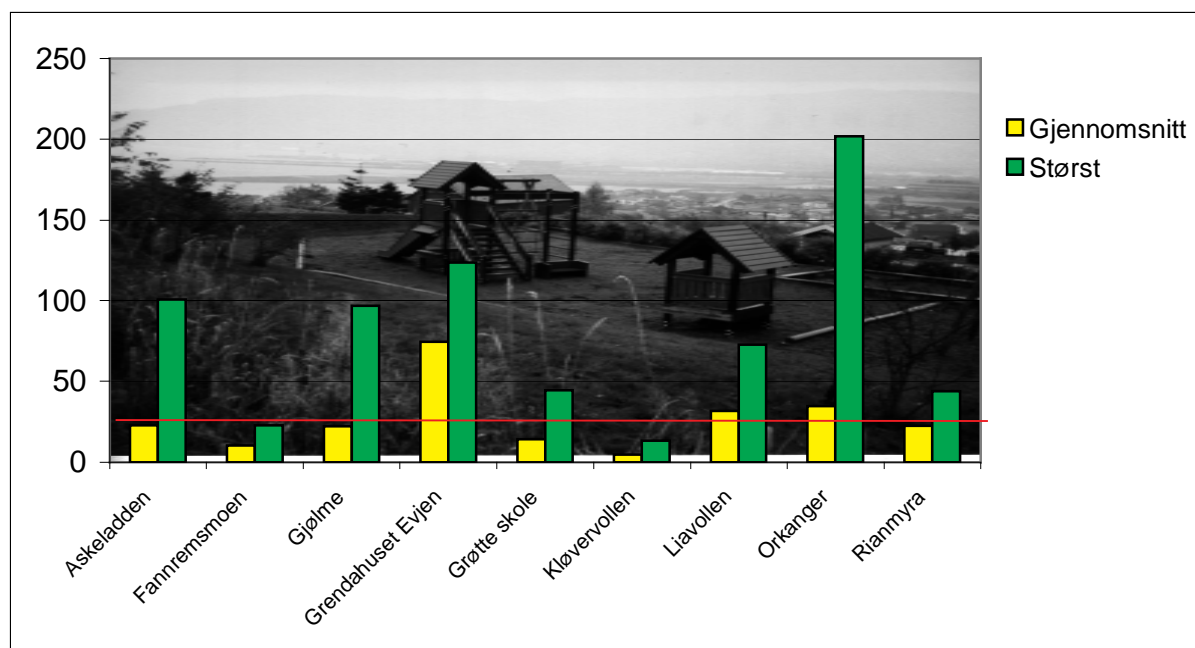
Til sammen 61 prøver er tatt fra 9 barnehager i kommunen (Tabell 12). I åtte av barnehagene har jorden et for høyt innhold av arsen i forhold til en anbefalt tiltaksgrense på 20 mg/kg, beregnet av Statens institutt for folkehelse (Folkehelsa) (Nasjonalt folkehelseinstitutt pr. 01.01.2002). Et gjennomgående trekk er at man finner høye konsentrasjoner av arsen ved og under CCA-trykkimpregnert trevirke (Figur 2-4). Dette skyldes utlekking av arsensalter fra materialet.

For de andre målte grunnstoffene er verdiene akseptable. Innholdet av PCB ble analysert i en prøve fra Orkanger barnehage, mens innholdet av PAH ble analysert i en prøve fra Gjølme barnehage. Begge disse prøvene var uforurenset.

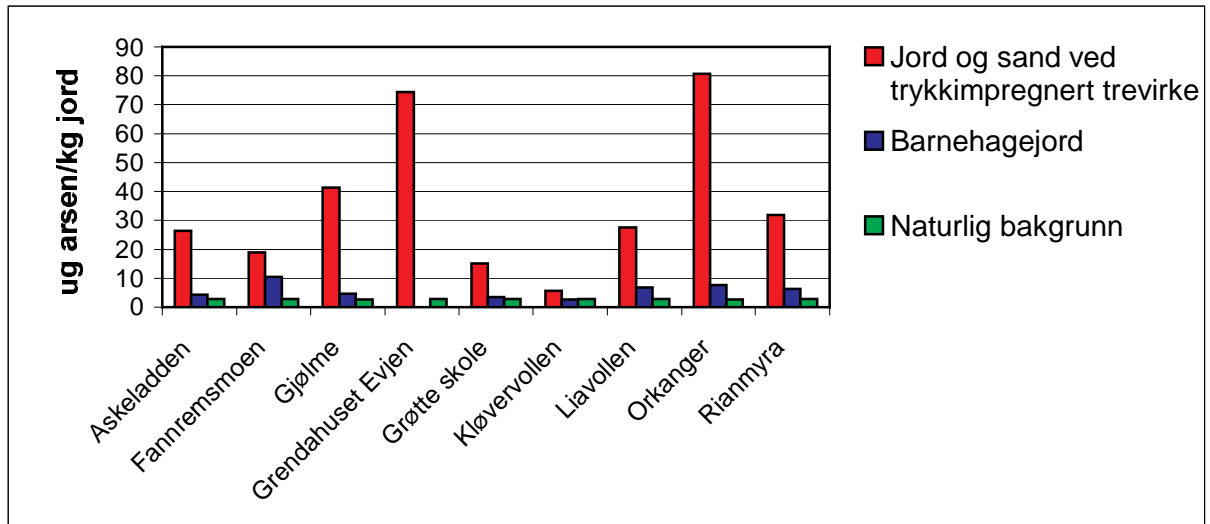
Forslag til tiltak i barnehagene er fjerning av sand/jord i én meters bredde og 20-30 cm dybde rundt alt trykkimpregnert trevirke. Det trykkimpregnerte trevirket bør minimum oljebeises, men det beste er å erstatte det med andre typer materialer.



Figur 2. Innhold av arsen, kobber og krom i barnehagejord og jord i kontakt med CCA-trykkimpregnert trevirke. Figuren viser klart høyere arseninnhold i prøver tatt nær trykkimpregnert trevirke. ("Barnehagejord" betyr i dette tilfellet prøver som er tatt på steder med gras eller plen (ikke ved trykkimpregnert trevirke).)



Figur 3. Innhold av arsen i jord og sand i barnehager i Orkdal. Rød linje angir anbefalt tiltaksgrense for arsen (20 mg arsen per kg jord eller sand).



Figur 4. Arsenkonsentrasjon i forskjellige lokaliteter i barnehagene. Røde søyler representerer prøver av jord og sand ved CCA-impregnert trevirke. Blå søyler representerer prøver fra områder med gras/plen i barnehagen. Grønne søyler representerer naturlig arseninnhold i Orkdal.

Tabell 12. Gjennomsnitts- og maksimumsverdier for elementene arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn) i jord fra barnehager fra Orkdal.,

	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Askeladden barnehage								
Gjennomsnitt	23	0,14	49	36	<0,01	31	2,5	75
Maksimum	101	0,21	64	80	0,03	35	2,5	191
Fannremsmoen barnepark								
Gjennomsnitt	10	0,15	47	25	<0,01	29	3,5	52
Maksimum	23	0,21	54	32	0,25	32	6,4	72
Gjølme barnehage								
Gjennomsnitt	22	0,09	56	41	<0,01	27	2,50	49
Maksimum	97	0,12	103	136	0,02	41	2,50	69
Grendahuset Evjen								
Gjennomsnitt	75	0,17	48	53	<0,01	31	4,4	75
Maksimum	124	0,19	49	63	0,01	31	8,0	1320
Grøtte skole								
Gjennomsnitt	14,0	0,12	43	27	<0,01	31	3,5	44
Maksimum	44,50	0,15	67	42	0,05	34	12	70
Kløvervollen barnehage								
Gjennomsnitt	4,5	0,07	48	23	<0,01	27	3,0	38
Maksimum	13	0,12	53	27	0,02	29	5,9	45
Liavollen barnehage								
Gjennomsnitt	32	0,12	54	32	<0,01	31	2,9	66
Maksimum	73	0,16	69	68	0,032	34	5,1	119
Orkanger barnehage								
Gjennomsnitt	35	0,18	73	57	<0,01	33	4,7	80
Maksimum	202	0,53	139	233	0,07	67	11	178
Rianmyra barnehage								
Gjennomsnitt	23	0,10	53	34	<0,01	32	2,5	61
Maksimum	43	0,10	75	39	0,01	48	6,0	61

4. KONKLUSJON

4.1 Boligområder

Boligområdene i Orkdal er i hovedsak lite forurenset med tungmetaller. Det er dog påvist enkeltverdier med til dels høye konsentrasjoner av arsen, kobber, bly, sink og PAH. Det anbefales å undersøke disse lokalitetene nærmere.

4.2 Industriområder

"Nakken" (I 1):

Det øverste jordlaget på industriområdet er meget sterkt forurenset med tungmetaller og PAH. Området er i kommuneplanens arealdel avsatt til idrett/leik/park(friluftsområde). I sin nåværende bør området avstenges for offentlig bruk og en miljøteknisk grunnundersøkelse bør gjennomføres. Denne undersøkelsen krever prøver fra større jorddyp og mulighetene for avrenning til sjøen må vurderes.

Laksøra (I 4) og Beitøra (I 5):

Industriområdet kan betraktes som lite forurenset innenfor det prøvetatte området og ingen tiltak er nødvendig innenfor det prøvetatte området.

"Vigor" (I 3):

Området preges av punktforurensning, som utslipp rett på bakken. En miljøteknisk grunnundersøkelse bør gjennomføres. Denne undersøkelsen krever prøver fra større jorddyp og mulighetene for avrenning til elva og sjøen må vurderes.

Solhusøran:

Det ble ikke påvist PAH-forurensning på området. Ingen tiltak er nødvendig.

4.3 Barnehager

Jord og sand i åtte av de ni undersøkte barnehager var forurenset med arsen nær trykkimpregnert trevirke. Det anbefales utskifting av forurenset jord og sand, samt oljebeising (eventuelt utskifting) av trykkimpregnert trevirke.

Barnehagene var stort sett uforurenset med tungmetaller.

4.4 Landbruksjord

Kartleggingen av jordforurensning i Orkdal har vist at jorda har et naturlig høyt innhold av nikkel (Tabell2). Sannsynligvis vil noe av landbruksjorda i kommunen inneholder mer nikkel enn slamforskriften tillater (30 mg Ni/kg jord). I disse områdene kan det ikke tilsettes kloakkslam. Det anbefales å gjennomføre en undersøkelse av landbruksjorda i kommunen.

5. BAKGRUNNSLITTERATUR

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

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

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

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

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

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

Ottesen, R.T., Volden, T., Haugland, T. og Alexander, J., 2000: *Jordforurensning i Bergen – oppfølgende undersøkelser av jordforurensning i barns lekemiljø i Sentrum-, Laksevåg-, Løvstakken-, Sandviken- og Landås bydeler*. NGU-rapport 2000.089.

Ottesen, R.T., Langedal, M., Cramer, J., Elvebakk, H., Finne, T.E., Haugland, T., Jæger, Ø., Longva, O., Storstad, T.M. og Volden, T., 2001. *Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Datarapport*. NGU-rapport 2000.115.

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

Statens forurensningstilsyn, 1993: *Datarapport for miljøgifter i Norge*. SFT-rapport 93:23, 313 sider. Statens forurensningstilsyn, 1995: *Håndtering av grunnforurensningsaker*. SFT-rapport 95:09, 54 sider.

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

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

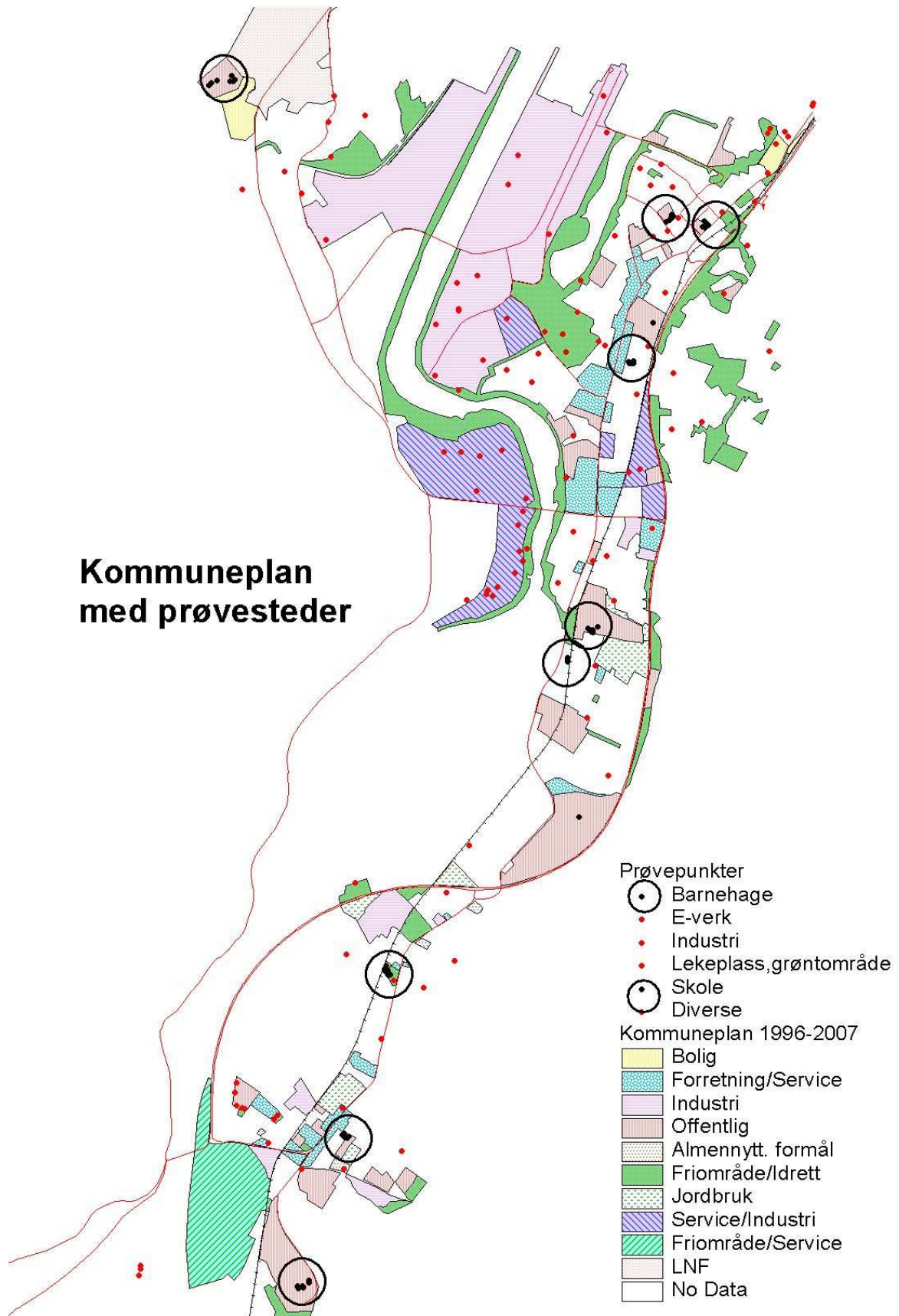
Statens forurensningstilsyn, 1997: Utskrift av deponidatabasen (registrerte lokaliteter i Bergen kommune).

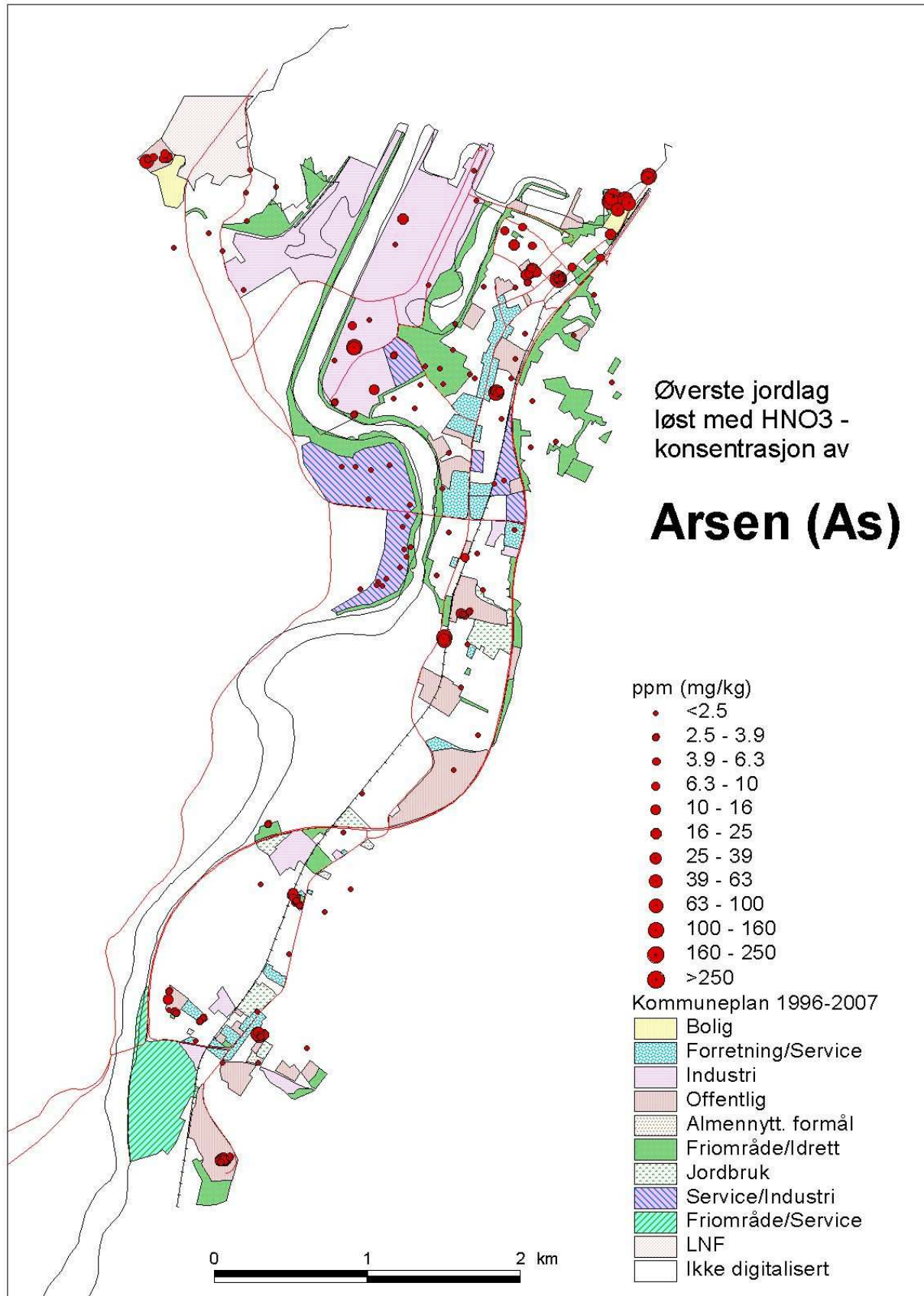
Statens forurensningstilsyn, 1999: *SFT-veiledning for gjennomføring av risikovurdering av forurensset grunn*.

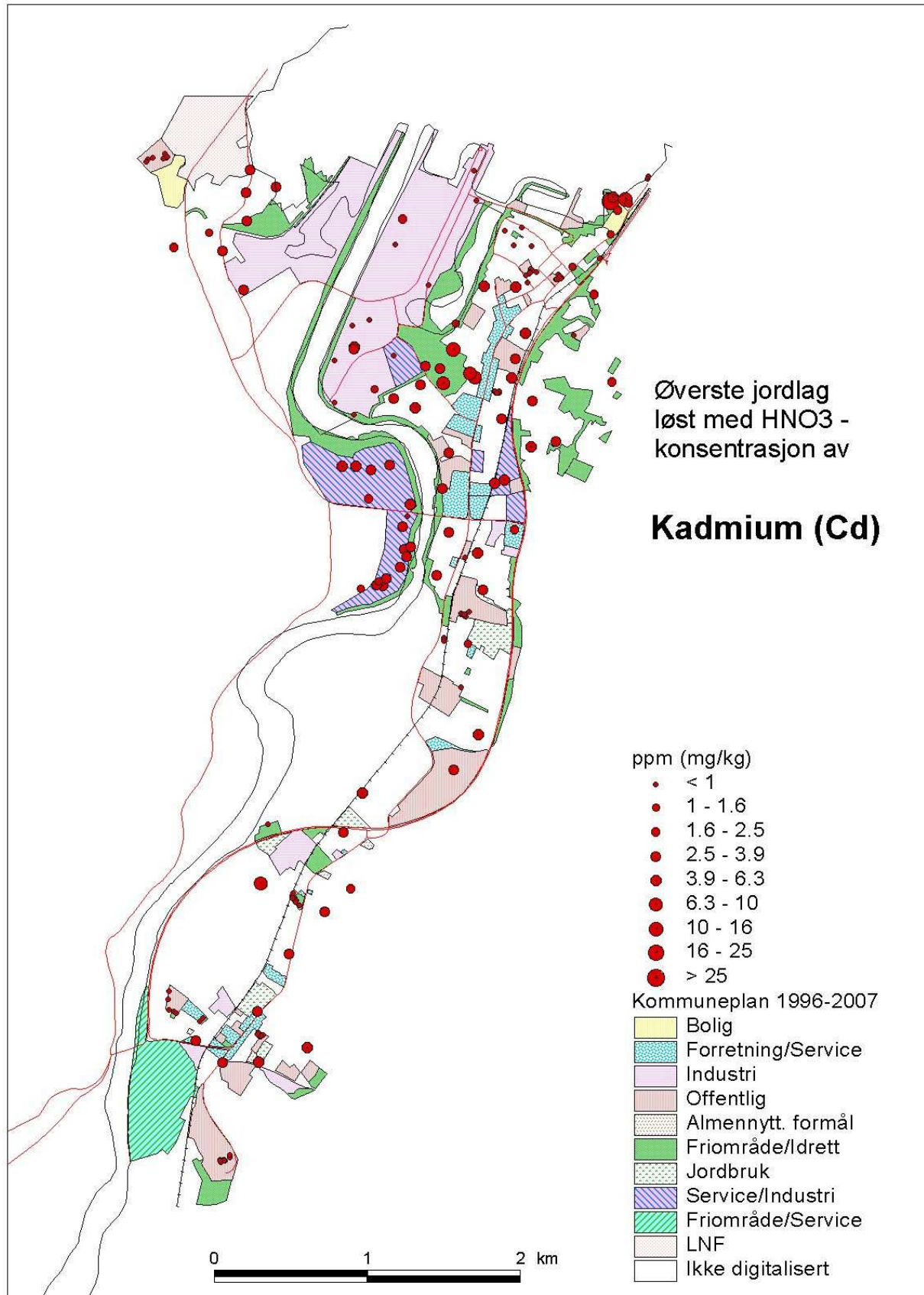
Van Wijnen, J.H., Clausen, P. og Brunekreef, B., 1990: *Estimated Soil Ingest by Children*. Environmental Research, Vol. 51, side 147-162.

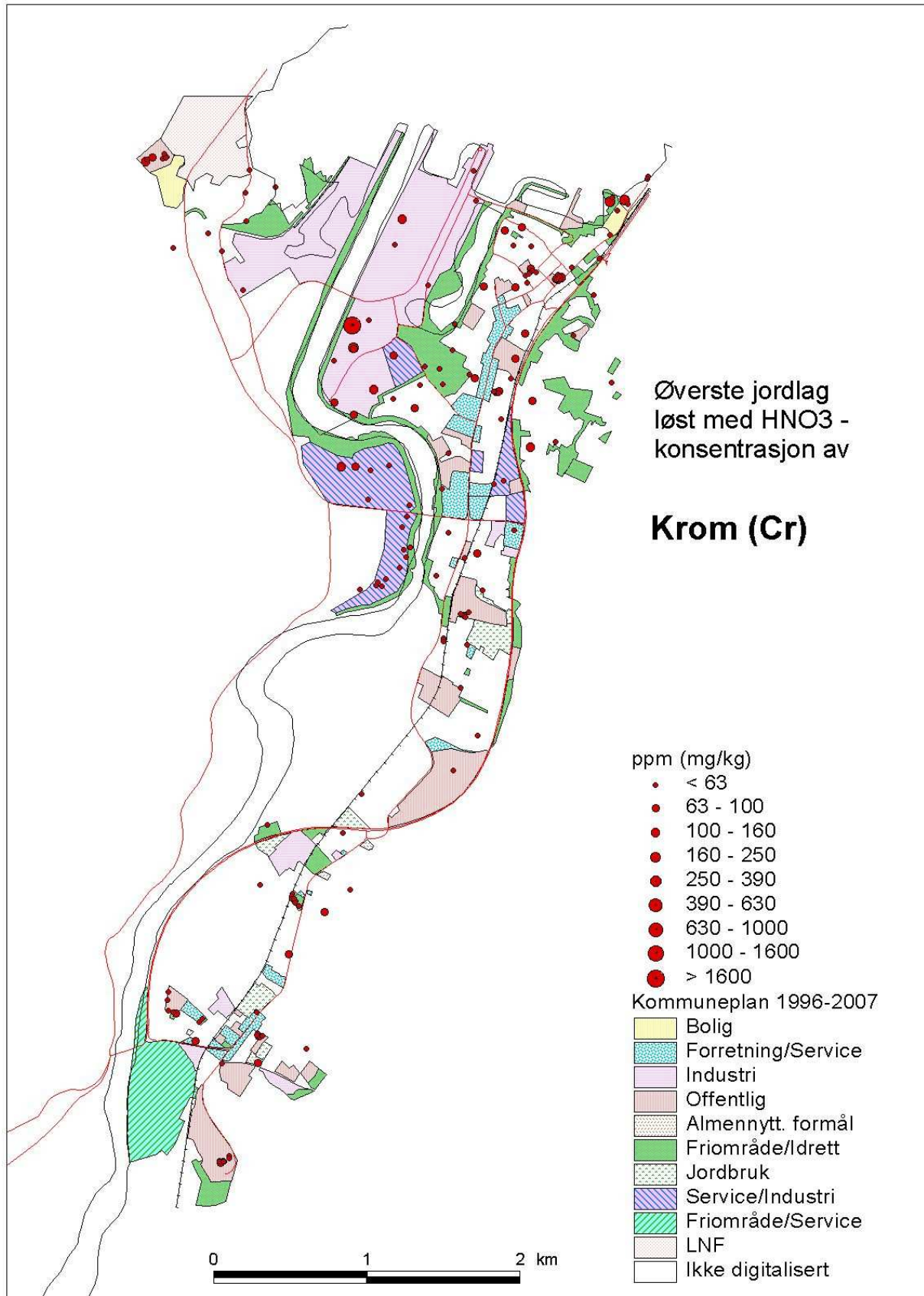
Vedlegg 1

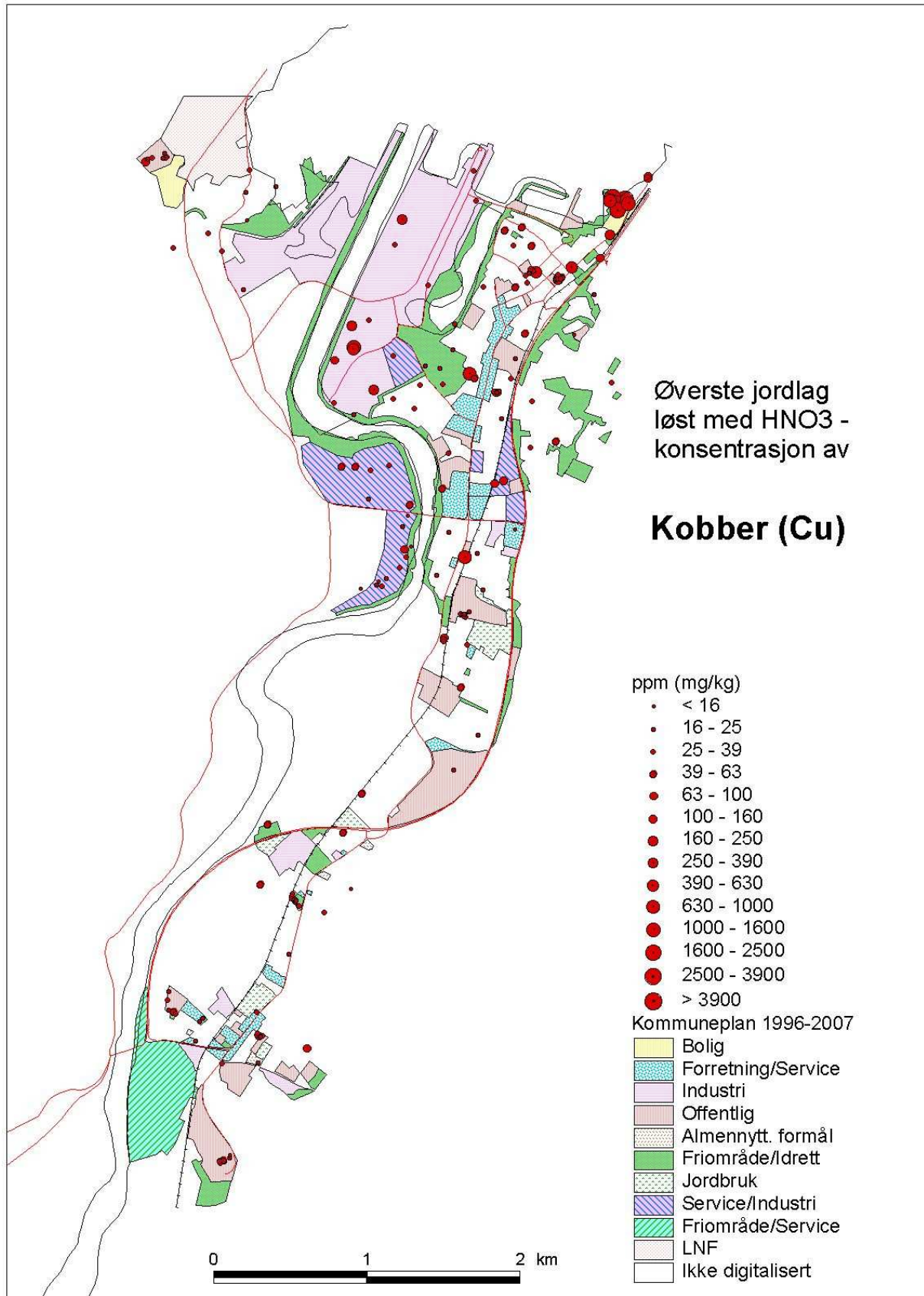
Kartbilag

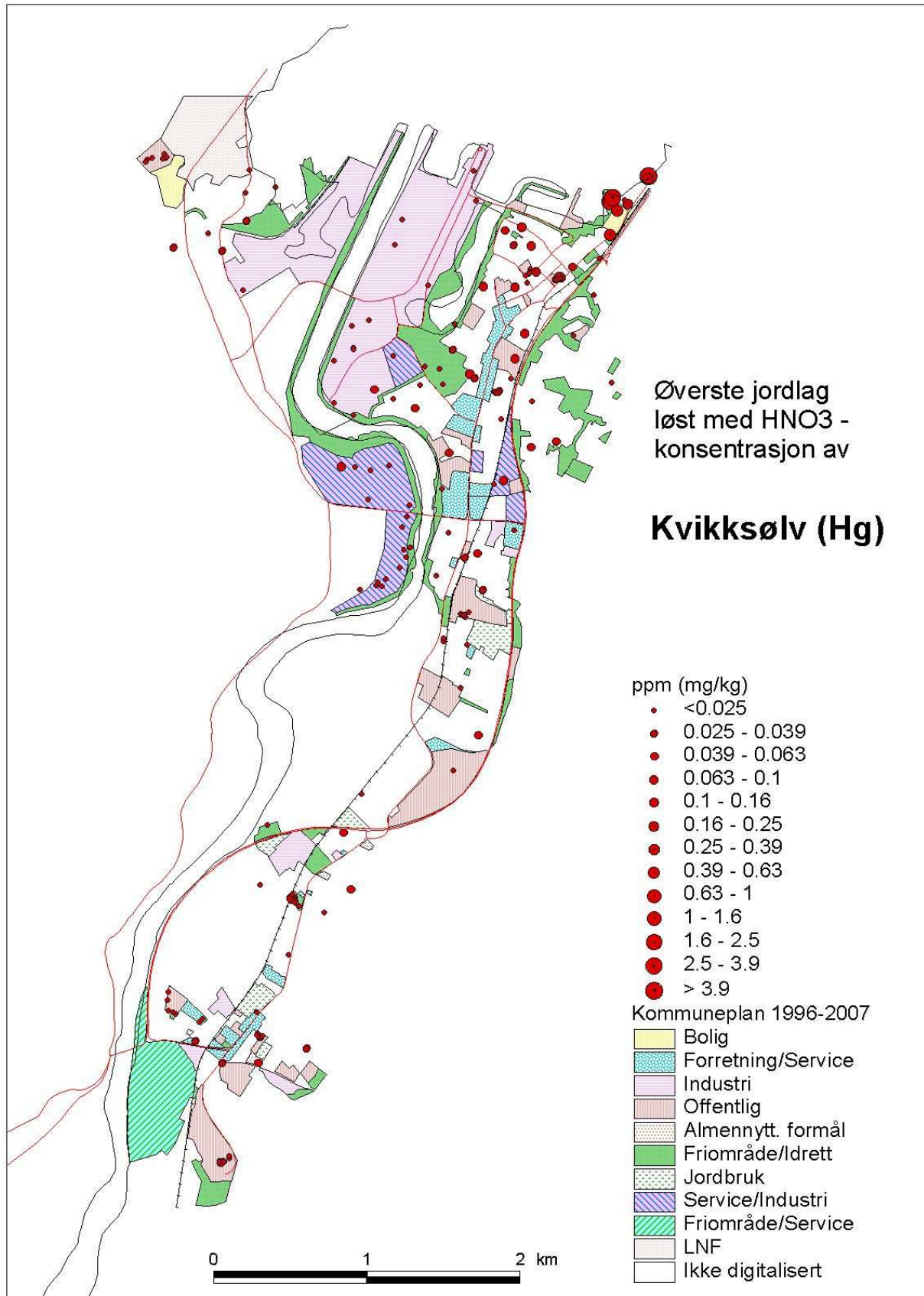


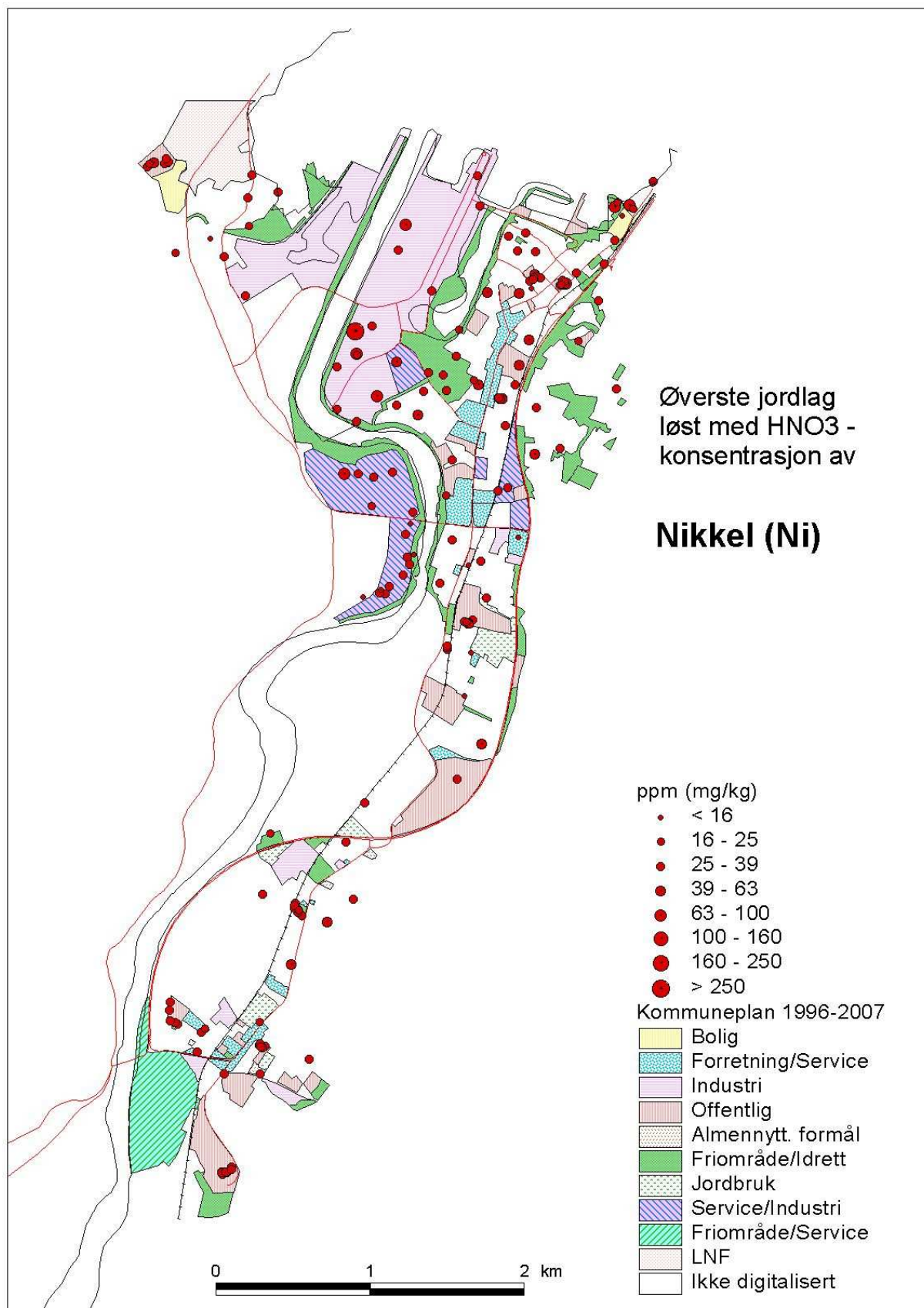


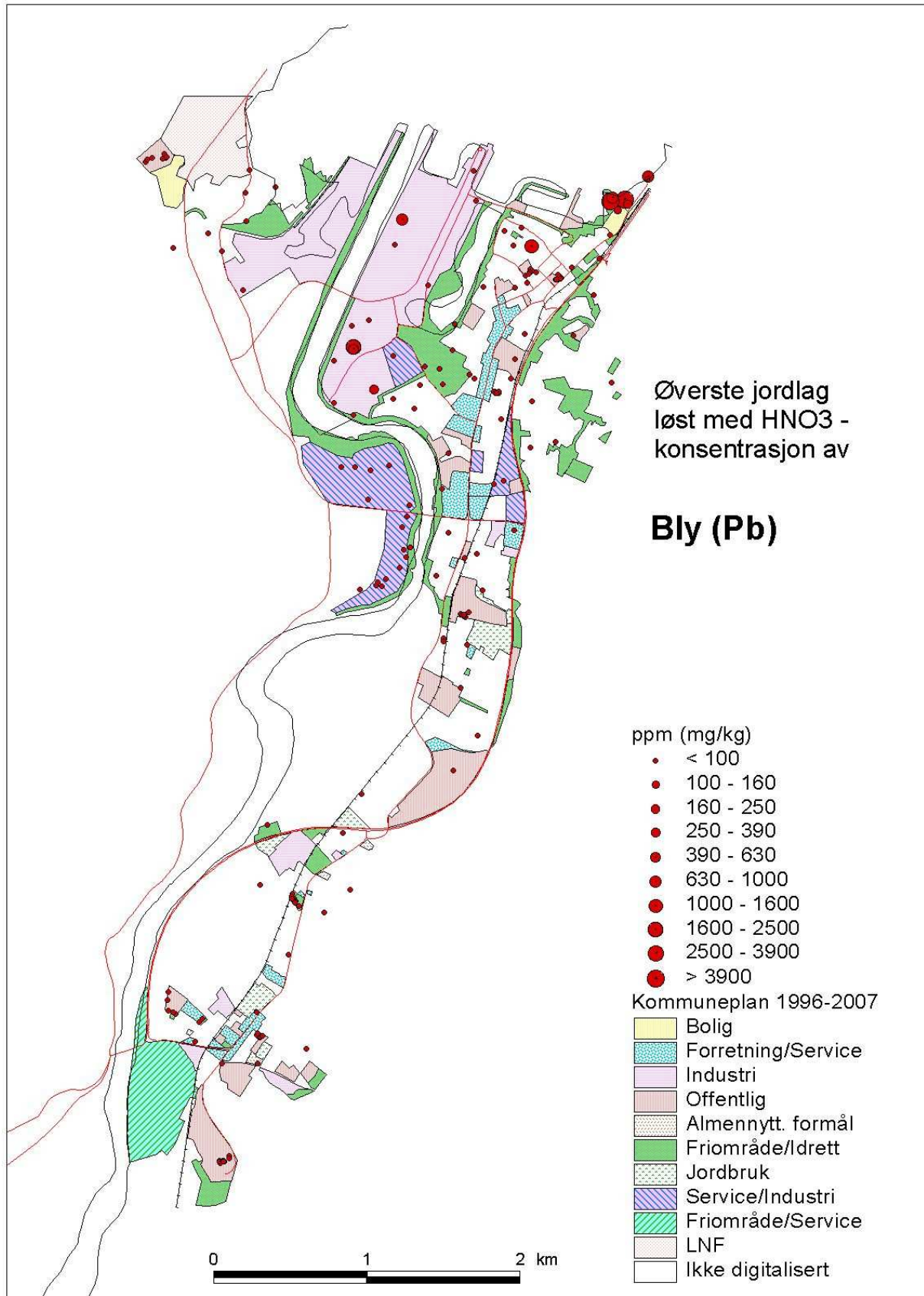


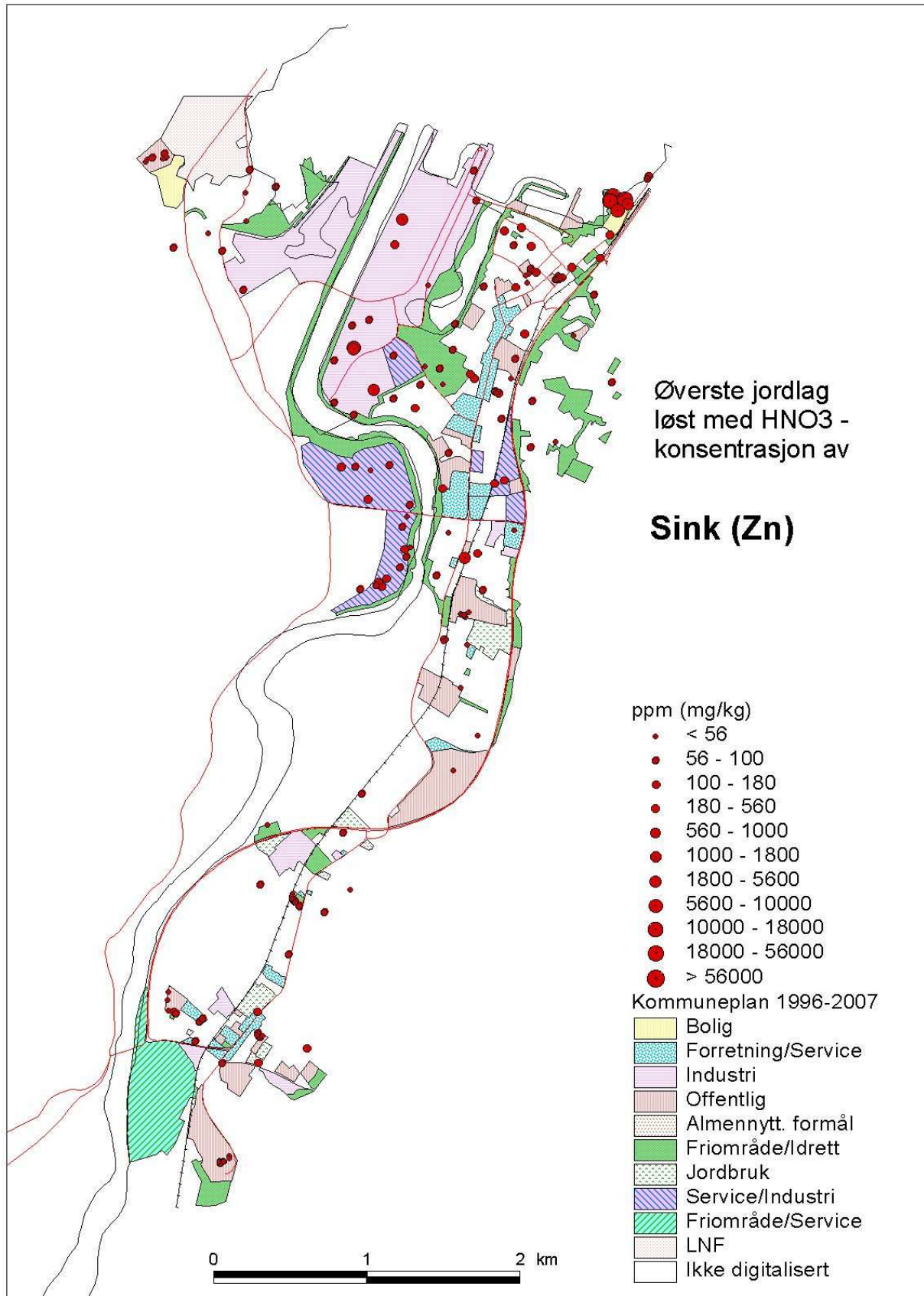












Vedlegg 2

Analyseresultater

Analyseverdier i Orkdal (prosjekt 286300)

Lokalitet	UTMØV	UTMNS	As	Cd	Hg	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr
1001	541308	7016438	22.700	0.16	0.010	31.00	51.00	6.39	31.60	10.40	42.00
1002	541298	7016466	15.300	0.13	0.010	32.40	50.90	2.50	28.30	9.65	49.80
1003	541292	7016450	17.800	0.15	0.010	25.80	50.80	2.50	27.40	9.43	47.00
1004	541290	7016437	4.300	0.10	0.280	25.30	37.10	2.50	27.70	10.30	45.10
1005	541302	7016428	4.500	0.21	0.010	23.50	72.40	2.50	32.00	10.40	54.30
1006	541321	7016418	3.200	0.15	0.010	17.70	45.90	6.22	21.80	6.70	44.80
1007	541315	7016411	8.300	0.14	0.010	20.70	42.50	2.50	27.80	9.33	40.50
1008	541311	7016415	5.900	0.17	0.010	25.70	62.10	2.50	31.50	11.00	53.80
1009	541340	7016387	3.200	0.18	0.020	29.40	65.90	11.30	28.20	8.44	56.50
1010	541133	7016917	2.900	0.14	0.010	62.80	54.80	2.50	23.30	13.90	44.10
1011	540711	7015653	2.600	0.14	0.010	19.80	63.80	7.64	24.50	9.14	50.90
1012	540691	7015633	2.600	0.18	0.020	20.60	83.60	5.02	28.40	10.30	53.60
1013	540489	7015829	3.000	0.10	0.010	22.90	41.10	6.64	27.10	9.08	55.70
1014	540480	7015776	13.500	0.11	0.010	29.40	45.20	2.50	29.50	8.72	41.80
1015	540486	7015705	2.500	0.10	0.010	16.40	45.30	23.80	27.40	9.31	46.70
1016	540520	7015693	3.900	0.27	0.010	39.40	108.00	36.00	27.70	12.50	55.40
1017	540533	7015687	3.700	0.21	0.010	30.50	82.70	63.20	29.30	10.00	66.50
1018	541565	7019670	2.900	0.20	0.020	33.20	83.80	7.43	34.40	11.50	68.00
1019	541692	7019590	2.600	0.22	0.020	22.50	75.30	8.46	30.30	10.30	63.30
1020	541826	7019755	13.500	1.10	0.060	283.00	2060.00	327.00	87.70	93.00	127.00
1021	541570	7019946	1.400	0.21	0.010	79.30	58.00	18.60	25.30	8.56	48.40
1022	541695	7020030	131.200	4.30	0.010	1480.00	7006.00	1835.00	63.80	118.00	162.00
1023	541695	7020022	44.600	3.50	0.010	466.00	2310.00	509.00	19.40	37.10	69.50
1024	541682	7020174	9.500	0.10	0.010	194.00	74.10	20.50	381.00	25.80	2070.00
1025	541795	7020214	2.300	0.31	0.010	33.30	80.10	39.50	31.00	9.86	60.40
1026	541953	7019978	3.200	0.18	0.010	27.10	89.00	19.50	43.10	12.90	85.40
1027	541964	7020704	2.000	0.17	0.010	30.30	187.00	29.10	27.90	11.40	49.30
1028	542014	7020867	24.100	1.90	0.010	351.00	4220.00	644.00	96.00	86.90	136.00
1029	542479	7021188	2.000	0.12	0.010	27.90	78.50	5.70	27.30	9.45	53.50
1030	542184	7020439	1.600	0.05	0.010	25.10	45.00	2.50	27.70	9.31	50.70
1031	542494	7020990	2.200	0.11	0.010	35.10	75.00	2.50	29.50	9.30	56.90
1032	540823	7014723	12.200	0.11	0.010	25.90	45.00	2.50	31.10	10.60	42.60
1033	540820	7014725	18.600	0.14	0.010	28.60	50.30	6.71	33.50	11.20	43.70
1034	540819	7014721	12.800	0.14	0.010	26.30	48.50	2.50	33.10	10.90	44.20
1035	540844	7014728	44.500	0.15	0.010	42.00	44.20	2.50	32.90	11.90	45.90
1036	540845	7014728	11.400	0.14	0.010	26.10	41.20	2.50	30.10	10.60	39.90
1037	540852	7014721	16.700	0.12	0.010	27.30	42.30	5.14	31.70	10.50	39.30
1038	540849	7014720	14.800	0.11	0.010	26.20	40.70	2.50	31.40	10.30	39.20
1039	540882	7014744	3.000	0.08	0.010	20.50	25.80	2.50	25.10	6.89	33.90
1040	540882	7014759	2.200	0.06	0.010	15.90	29.30	2.50	31.60	6.50	38.20
1041	540825	7014712	3.400	0.15	0.050	29.90	69.60	11.50	32.10	9.76	66.50
1042	541072	7015555	19.500	0.10	0.010	27.70	68.40	2.50	30.00	9.93	53.60
1043	541062	7015547	68.800	0.06	0.010	35.80	34.30	2.50	34.30	7.48	45.00
1044	541076	7015536	72.800	0.16	0.010	67.70	119.00	2.50	27.80	12.20	69.30
1045	541083	7015535	6.800	0.11	0.020	20.20	49.00	2.50	33.60	9.07	57.90
1046	541087	7015529	2.700	0.16	0.030	17.40	79.70	5.14	28.30	9.36	57.80
1047	541099	7015540	19.700	0.14	0.010	25.50	45.30	2.50	30.20	11.10	40.20
1048	542282	7018117	63.400	0.16	0.010	34.20	45.80	2.50	31.70	11.40	46.30
1049	542282	7018125	36.600	0.17	0.010	60.10	132.00	8.17	30.80	10.90	48.90
1050	542282	7018136	123.500	0.19	0.010	63.60	48.20	2.50	30.50	11.30	49.30

Analyseverdier i Orkdal (prosjekt 286300)

Lokalitet	UTMØV	UTMNS	As	Cd	Hg	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr
1051	542393	7018296	13.300	0.12	0.010	26.50	39.00	2.50	29.00	8.83	40.20
1052	542404	7018287	2.700	0.07	0.010	20.90	33.90	2.50	24.00	7.89	47.20
1053	542413	7018289	2.200	0.04	0.010	20.30	32.90	2.50	25.50	8.05	48.30
1054	542419	7018289	2.500	0.06	0.010	21.20	32.90	2.50	27.30	8.31	50.20
1055	542414	7018279	5.500	0.04	0.010	25.50	38.50	2.50	27.10	7.80	49.20
1056	542423	7018276	2.500	0.10	0.010	25.60	42.90	2.50	24.80	8.24	46.60
1057	542447	7018307	2.700	0.07	0.020	23.10	44.80	5.85	27.80	9.84	53.40
1058	543019	7020475	1.400	0.03	0.010	17.20	28.70	2.50	23.90	6.77	42.80
1059	543028	7020474	201.800	0.12	0.010	233.00	178.00	2.50	27.60	16.20	121.00
1060	543037	7020479	38.900	0.15	0.030	38.40	55.70	2.50	32.60	10.60	62.00
1061	543042	7020484	3.500	0.09	0.020	25.90	48.30	2.50	26.80	9.20	59.00
1062	543048	7020487	7.100	0.53	0.070	55.70	148.00	11.30	66.70	18.10	139.00
1063	543040	7020495	10.600	0.10	0.060	29.40	47.50	7.83	26.30	9.19	45.60
1064	543026	7020508	9.600	0.10	0.010	29.40	51.40	2.50	29.50	10.50	46.20
1065	543015	7020475	4.500	0.32	0.030	29.40	80.50	5.70	34.50	11.00	66.80
1066	542816	7020501	23.500	0.05	0.010	26.80	35.00	5.95	28.60	9.28	49.10
1067	542836	7020513	8.700	0.07	0.010	20.50	37.70	2.50	27.00	7.83	45.50
1068	542843	7020519	29.100	0.05	0.010	36.50	40.10	2.50	30.70	9.93	56.00
1069	542845	7020526	23.700	0.07	0.010	35.30	39.10	2.50	28.90	10.40	58.50
1070	542857	7020534	43.300	0.09	0.010	39.20	49.90	2.50	34.20	10.70	57.60
1071	542850	7020544	4.000	0.08	0.010	28.70	59.60	2.50	48.20	14.20	75.10
1072	542619	7019736	100.600	0.21	0.010	80.40	55.10	2.50	31.00	10.50	55.00
1073	542628	7019736	5.400	0.08	0.010	24.30	39.40	2.50	29.70	10.10	46.70
1074	542642	7019735	8.200	0.18	0.010	28.90	191.00	2.50	30.80	12.20	42.50
1075	542641	7019748	4.200	0.09	0.030	24.80	54.60	2.50	34.50	11.30	63.90
1076	542613	7019744	9.700	0.13	0.010	26.40	44.10	2.50	29.80	10.70	41.20
1077	542615	7019744	9.200	0.12	0.010	29.30	66.70	2.50	29.50	9.38	46.30
1078	540452	7021265	8.700	0.07	0.010	24.10	41.50	2.50	29.50	9.60	48.70
1079	540471	7021268	18.500	0.08	0.010	25.30	54.50	2.50	30.60	10.00	38.50
1080	540478	7021276	15.400	0.07	0.010	29.70	39.90	2.50	29.40	10.40	48.80
1081	540463	7021298	7.700	0.12	0.010	23.40	68.80	2.50	28.60	9.71	41.50
1082	540381	7021272	4.500	0.11	0.010	26.90	67.90	2.50	40.60	13.40	72.90
1083	540352	7021258	3.300	0.10	0.020	20.90	33.50	2.50	21.10	6.71	39.30
1084	540339	7021246	96.800	0.06	0.010	136.00	40.30	2.50	27.90	12.20	103.00
1085	543617	7021147	134.200	0.92	4.270	128.00	178.00	798.00	27.80	8.76	16.10
1086	543612	7021135	42.100	0.53	0.290	98.50	73.40	66.20	8.74	3.31	7.22
1087	543463	7020993	152.400	10.30	0.020	54060.00	39190.00	5000.00	96.60	85.80	186.00
1088	543482	7020967	78.200	1.40	0.190	1310.00	4860.00	229.00	17.20	156.00	27.50
1089	543385	7021012	332.500	5.90	3.660	2550.00	94840.00	762.00	21.70	304.00	45.20
1090	543370	7020983	8884.000	40.70	4.500	764.00	10800.00	4860.00	97.50	16.30	197.00
1091	543415	7020927	61.100	2.00	0.420	1830.00	6160.00	118.00	15.90	231.00	12.50
1092	543370	7020769	22.200	1.60	0.590	240.00	314.00	49.10	30.80	12.10	49.70
1093	543300	7020614	5.700	0.37	0.020	86.80	150.00	9.85	28.50	10.20	51.20
1094	543121	7020554	8.500	1.40	0.050	436.00	425.00	95.60	26.90	11.80	48.60
1095	542884	7020524	10.900	0.92	0.080	394.00	303.00	36.50	31.50	11.60	58.70
1096	542852	7020692	5.500	0.74	0.080	47.50	202.00	1360.00	32.40	11.80	62.00
1097	542790	7020815	5.900	0.24	0.110	47.80	220.00	46.90	33.10	13.10	65.90
1098	542678	7020795	6.500	0.27	0.040	40.30	212.00	18.10	38.20	15.90	72.30
1099	542735	7020700	20.600	0.13	0.030	26.00	96.80	5.84	27.10	10.70	56.20
1100	542827	7020453	3.000	0.13	0.010	36.90	55.70	8.71	14.10	8.85	25.50

Analyseverdier i Orkdal (prosjekt 286300)

Lokalitet	UTMØV	UTMNS	As	Cd	Hg	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr
1101	542420	7018662	6.900	0.72	0.030	676.00	3370.00	27.30	12.70	83.30	26.90
1110	542744	7018841	2.30	0.078	0.005	12.30	26.90	7.82	7.12	3.22	12.10
1111	542274	7019112	3.60	0.270	0.012	55.30	111.00	9.08	22.00	11.60	34.10
1112	542613	7019144	4.70	0.200	0.014	73.10	153.00	22.10	30.60	11.50	53.20
1113	542676	7019163	6.10	0.300	0.090	141.00	117.00	12.30	30.80	11.50	60.40
1114	542315	7019341	3.30	0.130	0.038	25.10	76.30	25.10	28.10	9.17	60.60
1115	542092	7019632	4.10	0.170	0.045	37.40	105.00	8.83	42.30	14.40	81.50
1116	541954	7019699	2.80	0.120	0.015	30.50	58.90	2.50	28.30	8.54	53.10
1117	542126	7019790	3.70	0.170	0.015	27.00	79.10	2.50	26.20	9.37	50.20
1118	542485	7019831	9.10	0.410	0.028	60.80	217.00	53.00	43.00	15.60	84.90
1119	542338	7020014	11.00	0.130	0.033	24.60	75.80	2.50	29.30	8.33	61.80
1120	542277	7019795	9.40	0.130	0.005	29.10	47.40	2.50	36.20	11.80	39.50
1121	542258	7019894	3.90	0.130	0.023	17.20	61.90	2.50	25.50	7.14	52.90
1122	542450	7019856	7.40	0.320	0.132	811.00	124.00	32.40	18.50	7.40	27.50
1123	542160	7019909	3.30	0.100	0.005	18.90	52.60	2.50	27.10	8.74	51.40
1124	542356	7020186	1.30	0.110	0.005	26.70	62.50	2.50	16.10	12.60	27.90
1125	542541	7020429	4.70	0.140	0.071	27.80	88.60	2.50	40.70	12.00	87.50
1126	542747	7020422	4.30	0.220	0.075	39.10	116.00	6.46	47.80	14.90	92.80
1127	542814	7020121	5.00	0.350	0.072	46.30	219.00	23.80	52.20	15.70	93.80
1128	542749	7019957	3.90	0.130	0.069	24.30	80.10	2.50	48.10	13.20	94.50
1129	542722	7019829	5.10	0.083	0.005	29.60	42.40	2.50	34.20	12.60	52.10
1130	542658	7019568	3.80	0.140	0.024	24.50	71.00	8.85	27.70	10.10	55.50
1131	541879	7018473	5.20	0.200	0.011	36.30	236.00	11.00	28.10	11.60	47.20
1132	541844	7018481	2.60	0.110	0.005	18.70	84.70	2.50	25.30	7.92	43.90
1133	541851	7018502	1.20	0.130	0.011	12.50	118.00	2.50	6.51	3.82	8.00
1134	541905	7018521	3.20	0.170	0.010	24.40	116.00	2.50	26.40	8.90	47.70
1135	541739	7018452	1.50	0.069	0.005	11.80	69.70	2.50	6.71	3.68	8.52
1136	541998	7018598	2.90	0.200	0.014	36.10	89.80	2.50	28.40	9.48	47.80
1137	542040	7018663	2.90	0.140	0.011	35.70	70.70	2.50	30.00	10.10	52.60
1138	542064	7018727	2.80	0.160	0.005	4.16	3.46	2.50	1.00	0.50	3.37
1139	542025	7018715	3.50	0.150	0.020	65.50	142.00	2.50	35.70	12.60	62.40
1140	542014	7018859	3.10	0.062	0.005	23.30	57.50	2.50	36.10	10.50	59.50
1141	542043	7018931	0.50	0.130	0.005	9.60	34.50	20.00	4.00	3.11	7.09
1142	541788	7019042	1.90	0.550	0.005	19.90	244.00	2.50	16.90	8.64	30.80
1143	542059	7019003	4.30	0.130	0.005	48.00	84.20	20.80	32.80	13.40	48.20
1144	541808	7019232	3.70	0.084	0.005	26.40	50.20	2.50	34.50	11.50	56.30
1145	541705	7019253	4.20	0.150	0.018	52.50	88.90	2.50	37.10	11.10	74.10
1146	541613	7019255	4.10	0.180	0.066	40.70	253.00	2.50	68.80	22.00	102.00
1147	541927	7019263	3.60	0.140	0.020	31.20	75.20	2.50	32.40	11.80	59.20
1148	540973	7020406	3.10	0.074	0.005	18.60	85.30	2.50	28.70	10.10	60.50
1149	540839	7020659	2.90	0.190	0.030	26.30	77.00	17.60	29.00	13.80	52.00
1150	540747	7020777	1.30	0.085	0.005	37.90	42.40	2.50	11.90	11.10	25.50
1151	540998	7020858	2.60	0.065	0.025	11.70	42.80	8.11	19.20	6.94	38.40
1152	540988	7021045	2.80	0.079	0.010	21.50	53.00	2.50	30.20	10.40	52.50
1153	541186	7021082	3.80	0.110	0.017	19.20	77.10	10.20	27.50	8.72	53.60
1154	541016	7021189	3.90	0.093	0.022	25.80	75.40	2.50	30.00	12.40	59.40
1155	540521	7020681	2.50	0.100	0.028	30.70	84.60	2.50	18.70	9.54	33.20
1156	543259	7020373	2.50	0.110	0.012	22.60	64.20	2.50	32.60	11.60	58.60
1157	543131	7020113	0.50	0.037	0.005	5.01	14.50	2.50	18.80	8.36	1.50
1158	543379	7019803	1.80	0.110	0.011	38.60	71.10	2.50	27.00	11.60	49.70

Analyseresultater av polysykliske aromatiske hydrokarboner

Komponent	Enhet	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	pr.nr	
		1081	1085	1086	1087	1092	1093	1095	1110	1113	1115	1119	1143	1148	1151	1181	1182	1183
Naphtalene	mg/kg Dm	<0,05	1.80	0.30	1.00	0.10	<0,1	<0,2	0.06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
Acenaphthylene	mg/kg Dm	<0,05	<4	<2	<0,06	0.30	<0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
Acenaphthene	mg/kg Dm	<0,05	0.80	<0,05	<0,05	0.05	<0,5	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,25	<0,25
Fluorene	mg/kg Dm	<0,01	1.00	<0,01	0.20	0.05	<0,05	0.25	<0,01	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Fenanthrene	mg/kg Dm	<0,01	12.00	0.50	0.90	0.05	<0,05	1.50	0.07	0.80	0.04	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Anthracene	mg/kg Dm	<0,01	2.90	0.06	0.25	0.02	<0,02	0.70	0.02	0.09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Fluoranthene	mg/kg Dm	<0,01	13.00	1.00	0.70	0.05	<0,05	2.10	0.04	2.20	0.15	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	<0,05	<0,05
Pyrene	mg/kg Dm	<0,01	9.70	1.20	0.80	0.10	<0,1	1.40	0.03	1.70	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	<0,05	<0,05
Benzo (a)anthracene	mg/kg Dm	<0,01	5.50	0.60	0.15	0.10	<0,1	1.20	0.03	0.90	0.05	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Chrysene	mg/kg Dm	<0,01	7.10	1.30	0.20	0.05	<0,05	1.20	0.03	0.90	0.06	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Benzo (b) fluoranthene	mg/kg Dm	<0,01	4.80	2.30	0.15	0.02	<0,02	1.10	0.03	1.00	0.06	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Benzo (k) fluoranthene	mg/kg Dm	<0,01	2.30	1.00	0.08	0.02	<0,02	0.60	0.01	0.45	0.03	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Benzo (a)pyrene	mg/kg Dm	<0,01	4.80	0.35	0.20	0.05	<0,05	1.20	0.04	1.10	0.06	0.04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Dibenz (a,h,)anthracene	mg/kg Dm	<0,01	1.20	0.25	0.02	0.02	<0,02	0.15	<0,01	0.15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Benzo (g,h,i)perylene	mg/kg Dm	<0,01	3.20	1.60	0.15	0.05	<0,05	0.80	0.03	1.00	0.04	0.02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Indeno (1,2,3-c,d)pyrene	mg/kg Dm	<0,01	3.60	1.60	0.15	0.05	<0,05	0.90	0.03	0.80	0.04	0.02	<0,01	<0,01	<0,01	0.01	<0,05	<0,05
Total 16 (EPA)	mg/kg Dm	n.a	73.00	12.00	5.00	n.a	n.a	13.00	0.40	11.00	0.60	0.35	0.02	0.02	0.02	0.02	n.a	n.a.

Vedlegg 3

Mer om arsen

TOKSIKOLOGISK GRUNNLAG

Arsen

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

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

Barn kommer i kontakt med arsen i jord og trykkimpregnert trevirke når de har hudkontakt med jorda eller med trykkimpregnert trevirke i lekeapparater og lignende, eller når de spiser jord eller slikker på skitne fingre. De kan også få i seg arsen ved å puste inn forurenset jord som er virvlet opp i lufta.

Hvis du svelger arsen i mat og drikke eller jord, vil arsenet lett tas opp i kroppen. Hvis du puster inn støv som inneholder arsen, vil de minste partiklene sette seg i lungene og mesteparten av arsenet i disse tas opp av kroppen. Hudkontakt med arsen regnes ikke som noen viktig eksponeringsvei. Mesteparten av arsenet som har kommet inn i kroppen blir skilt ut i urinen i løpet av noen få dager, men noe forblir i kroppen i flere måneder.

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

Tabell A. Kilder for arsen eksponering av mennesker.

Kilde	Kommentar
Mat	Gjennomsnittlig daglig inntak hos barn er 15 µg. Arsen forekommer i størst konsentrasjon i fisk og skalldyr. I slike produkter foreligger arsen i organisk form.
Drikkevann	Typisk verdi for arsen i norsk drikkevann 0,2 – 1 µg/l
Jord	Barn kan få i seg arsen ved å spise jord med høyt arseninnhold
Luft	Gjennomsnittlig innhold i luft i Norge: 0,63 ng/m ³

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

Stedsspesifikk risikovurdering

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

- Denne undersøkelsen avgrenses til eksponering av barn ved undersøkte lekearealer og for den tid de er i barnehage, barneparken eller lekeplassen.
- For direkte eksponering av jord vurderes: inntak via munnen, hudkontakt med jord og trykkimpregnert trevirke og innånding av støv.
- For eksponering fra matvarer, vann og luft er det valgt å benytte data fra litteraturen.
- Det antas at jordinntaket hos barn på Orkdal er på liknende nivå som er rapportert i andre undersøkelser.
- Eksponering fra spising av snø er ikke estimert.
- Det antas at alt arsen, bly og PAH-forbindelsene forekommer i en biotilgjengelig form.

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

Amerikanske og nederlandske undersøkelser har vist at mengden jord barn spiser varierer fra barn til barn (Tabell B). Det må understrekes at tallene i tabell B er usikre. Allikevel representerer disse undersøkelsene det beste anslaget vi har, og er lagt til grunn når helseeffektene av arsen, i jord fra lekearealer på Orkdal blir vurdert.

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

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

Helseeffekten av et stoff avhenger av mange faktorer:

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

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

HELSEKRIKOVURDERING

Akseptkriterier

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

Barns eksponering av arsen i barnehager, barneparker og lekeplasser

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

- Inntak av jord eller støv gjennom munnen
- Hudkontakt med jord og støv

- Innånding av støv (ute og inne)
- Spising av snø avsatt på jord eller trykkimpregnert materiale

Arsen

Fra en SFT-veileder for gjennomføring av risikovurdering av forurenset grunn (SFT, 1999) viser beregninger at bidraget fra inhalert støv og opptak gjennom huden er av relativt liten betydning. Det oppgis det følgende delkonsentrasjoner for mest følsom arealbruk:

- Inntak gjennom munnen av jord eller støv: 3,75 mg As/kg jord tørrstoff
- Hudkontakt med jord eller støv: 59,4 mg As/kg jord tørrstoff
- Innånding av støv: 61 mg As/kg jord tørrstoff

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

$$C_{\text{Total eksponering}} = \frac{1}{\frac{1}{C_{\text{Oral inntak}}} + \frac{1}{C_{\text{Hudkontakt}}} + \frac{1}{C_{\text{Innånding}}}}$$

oppnås følgende resultat: $C_{\text{Total eksponering}} = 3,33 \text{ mg arsen/kg jord tørrstoff}$.

Ved beregnet maksimum daglig inntak av arsen fra ulike kilder er det tatt utgangspunkt i de 10 % av barna som spiser 200 mg eller mer jord per dag. Vi har gjort en forsiktig beregning av totalinntaket av arsen gitt et høyt inntak av jord daglig og tatt utgangspunkt i høye arsen verdier i jorden. Inntaket er overvurdert og vil som regel ligge lavere. Verdens helseorganisasjon (WHO) fastsatte i 1988 et tolerabelt ukentlig inntak av arsen på 15 µg arsen/kg kroppsvekt dvs ca. 2 µg/kg kroppsvekt/dag. Denne mengden skal kunne inntas gjennom hele livet uten at det oppstår helseskade. For et barn på 13 kg tilsvarer det 26 µg arsen pr. dag. Ved et relativt høyt inntak av jord vil et gjennomsnittsinhold på ca. 20 mg arsen /kg jord gi et bidrag av arsen som er relativt lavt og hvor ikke det tolerable ukentlige inntaket er overskredet.

Inntak av jord med høyere arseninnhold, f.eks jord i kontakt med trykkimpregnert trevirke vil gi en uakseptabel tilleggsbelastning. Barna i barnehagene på Orkdal har neppe vært utsatt for arsen i uakseptable mengder arsen fordi gjennomsnittsverdien for arsen er relativt lav. Dessuten må inntaket av arsen foregå over mange år dersom det skal kunne forårsake økt risiko for hudkreft. Et arsen innhold på opptil 20 mg As/kg jord anses å være forsvarlig. De høyeste nivåene som er funnet anses for å gi en unødvendig tilleggsbelastning, særlig også fordi disse prøvene inneholder en betydelig andel lettløselig arsen.

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

Kilde	Barnehagebarn (13 kg)
Mat (µg/dag)	15 µg
Drikkevann (µg/dag)	0,2 µg
Jord og støv, 200 mg/dag	4 µg ¹
Luft (µg/dag)	0,005 µg
Total (µg/dag)	19,2 ¹

¹Beregnet ut fra konsentrasjon i sandkassene med arseninnhold (20 mg/kg).