Nedfall av tungmetaller rundt norske industrier studert ved analyse av mose:
Undersøkelse i 2005

Rapport:	979/2007
TA-nummer:	TA-2240/2007
ISBN-nummer	978-82-7655-302-4
Oppdragsgiver:	Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon:	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Forfattere:	Eiliv Steinnes (NTNU), Torunn Berg, Hilde Uggerud og Marit Vadset (NILU)

Nedfall av tungmetaller rundt norske industrier studert ved analyse av mose:
Undersøkelse i 2005

sft: NTNU Det skapende universitet NILU

Forord

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn er det gjennomført en undersøkelse av atmosfærisk nedfall av tungmetaller i nærområdet til industribedrifter på 7 forskjellige steder i Norge. Undersøkelsen er basert på analyse av moseprøver innsamlet lokalt rundt hver enkelt bedrift sommeren 2005, og omfatter 44 elementer. I 5 av tilfellene dreier det seg om gjentakelse av en tidligere undersøkelse rundt disse bedriftene i 2000. Resultatene viser at nedfall av tungmetaller i nærheten av disse bedriftene avhenger sterkt av hvilke prosesser bedriften arbeider med så vel som de lokale topografiske og meteorologiske forhold. De mest markerte utslippene knytter seg til bedrifter i Mo i Rana og Odda.

Professor Eiliv Steinnes, Institutt for kjemi, NTNU har vært ansvarlig for innsamling og preparering av prøver. De kjemiske analysene er utført av Hilde Thelle Uggerud og Marit Vadset ved NILU. Rapporten er i alt vesentlig utarbeidet av Eiliv Steinnes og Torunn Berg.

Trondheim, juni 2007

Eiliv Steinnes
Prosjektleder

Innhold

Forord **1**

1. Sammendrag **5**

2. Innledning **7**

3. Praktisk gjennomføring **8**

4. Resultater **9**

5. Diskusjon **11**
5.1 Diskusjon etter lokalitet 11
5.1.1 Kristiansand 11
5.1.2 Sauda 11
5.1.3 Odda 11
5.1.4 Årdal 11
5.1.5 Sunndal 12
5.1.6 Mo i Rana 12
5.1.7 Jevnaker 12
5.2 Diskusjon etter element 12
5.2.1 Beryllium 12
5.2.2 Aluminium 12
5.2.3 Vanadium 13
5.2.4 Krom 13
5.2.5 Mangan 13
5.2.6 Jern 13
5.2.7 Kobolt 13
5.2.8 Nikkel 13
5.2.9 Kopper 13
5.2.10 Sink 13
5.2.11 Gallium 13
5.2.12 Arsen 13
5.2.13 Zirkonium 13
5.2.14 Molybden 13
5.2.15 Kadmium 14
5.2.16 Antimon 14
5.2.17 Tellur 14
5.2.18 Wolfram 14
5.2.19 Kvikksølv 14
5.2.20 Thallium 14
5.2.21 Bly 14
5.2.22 Vismut 14
5.2.23 Yttrium, niob, lantan, cerium, ytterbium, hafnium, thorium, uran 14
5.3 Sammenfattende kommentarer 14

6. Etterord **16**

7. Litteratur **17**

Vedlegg A Analyseresultater **19**

1. Sammendrag

Atmosfærisk nedfall av tungmetaller er kartlagt i 2005 på 7 industristeder i Norge: Kristiansand, Sauda, Odda, Årdal, Sunndal, Mo i Rana og Jevnaker. Undersøkelsen bygger på analyse av terrestrisk mose, og data for konsentrasjoner av 44 elementer i mosen presenteres. Rapporten er en oppfølging av en tilsvarende undersøkelse i 2000, der tilsvarende data ble rapportert for 5 av stedene.

De mest markerte metallutslippene til luft knytter seg til industrier i Mo i Rana og Odda. Situasjonen i Odda karakteriseres ved store utslipp av sink og kadmium, og i noen grad kvikksølv. Situasjonen har endret seg lite fra 2000. I Mo i Rana har sammensetningen av utslippet endret seg fra 2000, med mangan som den mest markerte komponenten. Det er dessuten betydelige utslipp av en rekke andre metaller fra industrien i Mo, deriblant kan nevnes krom, jern, nikkel, sink, zirkonium, kadmium, wolfram, kvikksølv og bly. Situasjonen på begge disse stedene bør vurderes med tanke på reduksjon av utslippene.

Årdal har også relativt store utslipp av enkelte metaller, og situasjonen er omtrent den samme som i 2000. I Sunndal og Sauda er problemene mindre, og særlig i Sunndal er det en viss bedring å spore siden 2000. I Kristiansand er nikkel det metallet som peker seg ut, men metallutslippene er generelt sett ikke spesielt høye. På Jevnaker synes det ikke å være særlige problemer forbundet med metallutslipp fra stedets glassverk.

2. Innledning

Registrering av nedfall av tungmetaller ved analyse av moseprøver er en vel etablert teknikk som lenge har vært en del av det nasjonale overvåkingssystemet for langtransporterte forurensninger (1-4). Moser mangler et tilsvarende rotsystem som høyere planter har, og er derfor avhengig av tilførsel av næringsstoffer på annen måte. En stor del av tilførselen skjer fra luft og nedbør. Mosene har stor kapasitet for oppsamling av partikler så vel som ioner fra atmosfærisk nedfall, og representerer derfor en effektiv måte til å kartlegge det geografiske nedfallsmønsteret av tungmetaller og andre kjemiske stoffer fra atmosfæren.

De landsomfattende registreringene av tungmetaller som utføres hvert femte år, har hatt som hovedformål å kartlegge regionale nedfallsmønstre med særlig vekt på bidrag fra atmosfærisk langtransport fra kilder utenfor Norge. I mange tilfeller har det imidlertid også latt seg gjøre å identifisere bidrag fra lokale punktkilder til det regionale mønsteret. Metoden er dessuten i enkelte tilfeller tatt i bruk ved lokale undersøkelser, f.eks. i Mo i Rana (5), og har vist seg velegnet også for dette formål. I forbindelse med gjennomføringen av det landsomfattende overvåkingsprosjektet i 2000 ønsket derfor Statens forurensningstilsyn å få utført en tilleggs-undersøkelse rundt 15 navngitte bedrifter der man var kjent med eller antok at det var et visst utslipp av tungmetaller, og dette ble gjennomført ved at det ble innsamlet 10 prøver rundt hver enkelt bedrift. Resultatene fra undersøkelsen i 2000 er presentert i en rapport fra Statens forurensningssystem (6) og gir en detaljert oversikt over hvordan nedfaller av 32 elementer varierer geografisk på hvert sted, med vekt på de bidrag som kan tilskrives den industrielle hovedkilden.

Ut fra den erfaring som ble vunnet ved undersøkelsen i 2000 ønsket Statens forurensningstilsyn å få gjennomført en ny undersøkelse på noen av de stedene som inngikk i 2000-undersøkelsen. Det dreier seg om Sauda, Odda, Årdal, Sunndal og Mo i Rana. I tillegg ble det bestemt at undersøkelsen skulle omfatte Kristiansand og Jevnaker. Den foreliggende rapporten gir resultatene fra dette arbeidet.

3. Praktisk gjennomføring

Prøver av etasjemose (*Hylocomium splendens*) ble innsamlet i perioden mai-august 2005 samtidig med den landsomfattende prøveinnsamlingen og så langt som mulig etter de samme praktiske retningslinjer. Antall prøvepunkter på hvert sted varierte mellom 5 og 15, etter nærmere avtale med de aktuelle bedrifter. Prøvepunktene ble stort sett plassert i avstand 1-10 km fra de aktuelle bedrifter, og ble valgt slik at de skulle gi et best mulig bilde av den lokale nedfallsfordelingen. Ved plasseringen av prøvepunktene ble det tatt hensyn til de lokale topografiske forhold og antatt dominerende vindretninger. I enkelte tilfeller ble prøvenettet utvidet til noe større avstand enn 10 km ut fra en vurdering av kilden og de lokale forhold. Prøvetakingsnettet på hver enkelt lokalitet er vist på kart i figurene 1-7. På de stedene som var undersøkt i 2000 ble det så langt som mulig tatt prøver på de samme lokalitetene som forrige gang.

Prøvene ble tørket ved romtemperatur og uvedkommende materiale ble fjernet for hånd. De siste 3 års tilvekst av mosen ble tatt ut for analyse. Prøver på 0,5 gram ble oppsluttet med konsentrert salpetersyre i mikrobølgeovn under trykk. Etter filtrering og passende fortynning ble prøvene analysert ved ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) ved Norsk institutt for luftforskning. Denne analyseteknikken kan gi data for over 50 elementer samtidig. I denne rapporten er 44 elementer valgt ut for rapportering og diskusjon. Dette er 12 flere enn de elementene som ble rapportert i 2000, og langt flere enn de som normalt overvåkes.

4. Resultater

Analyseresultatene for de 44 utvalgte elementene er gitt i Vedlegg A, og er sortert etter lokalitet. Tilsvarende verdier fra 2000-undersøkelsen er tatt med der dette er aktuelt. For hver lokalitet er det også vist data for de samme elementene i tre prøver fra samme region i det landsomfattende prøvenettet for overvåking av metaller i mose, som er valgt slik at de best mulig skal representere de regionale bakgrunnsverdiene for det aktuelle området. I en del tilfeller der nedfallet av et element er vurdert til å være betydelig eller illustrerer et spesielt spredningsmønster, er resultatene framstilt på kart.

For å illustrere graden av nedfall er konsentrasjonsverdiene i mose fra hver lokalitet dividert med de tilsvarende regionale bakgrunnsverdiene, og de beregnede verdiene for overskridelse av bakgrunnen er gruppert i Tabell 1 på følgende måte: 5-20 ganger, 20-100 ganger, 100-500 ganger og mer enn 500 ganger. Når man vurderer disse verdiene, må man ta høyde for følgende forhold:

- Regionale bakgrunnsverdier påvirkes av forurensning bl.a. fra atmosfærisk langtransport. Dette betyr bl.a. at bakgrunnsverdiene for enkelte metaller i mosen på de sørligste lokalitetene er høyere enn på de øvrige, og dette kan i enkelte tilfeller føre til ”strengere” rangering på de sistnevnte lokalitetene.

- Enkelte elementer som f.eks. Mn og Zn finnes naturlig i betydelige konsentrasjoner i mosen. Dette fører til at de beregnede overskridelsene for disse elementene i mosen er klart mindre enn det de aktuelle utslipp skulle tilsvare.

Tabellen illustrerer meget klart at det lokale nedfallet av metaller varierer sterkt fra sted til sted, avhengig av bedriftens karakter så vel som av de lokale naturforhold. Der en bedrift ligger i et trangt dalføre eller en fjordbotn vil en større del av utslippet medføre lokalt nedfall enn der de naturlige forhold gir grunnlag for større geografisk spredning, gitt samme utslipps-mengde til luft.

Tabell 1: Observerte overskridelser av bakgrunnsnivåer i mose.

	X	5-20 ganger					
	XX	20-100 ganger					
	XXX	100-500 ganger					
	XXXX	>500 ganger					
Element	Kr.S	Sauda	Odda	Årdal	Sunndal	Mo i R.	Jevnaker
Li	X		X			X	
Be	X			XX	X	XX	
B			X			X	X
Al				XX	X	XX	
Sc				X		XX	
Ti			X	X		X	
V			X	XX		XX	
Cr		X	X	X		XXXX	
Mn		XX				XX	
Fe			XX	X		XX	
Co	X	XX	X	X		XX	
Ni	XX	XX	X	XX	XX	XXX	
Cu	X		X	X		XX	
Zn		X	XX			XX	
Ga			X	XXX	X	X	
As		X	X	X	X	XX	
Y			X	X		XX	
Zr		X		X		XX	
Nb				X		XX	
Mo		X	X	X		XX	
Rh	X	X				X	
Ag	X		XX			X	
Cd		X	XX	X		XX	
In			XX			X	
Sb			X	X	X	X	X
Te	XXX	X		X	X	XX	
Ba		X				X	
La			X	X		XX	
Ce			X	X		XX	
Yb			X	X		XX	
W	X	X		XX		XXX	
Pt	XX					X	
Hg			X			X	
Tl			X			XX	
Pb		X	XX		X	XX	X
Bi	X	X	XX	XXX	X	XX	
Th			X	X		XX	
U			X	X		XX	

5. Diskusjon

Den følgende diskusjonen av de foreliggende resultatene er inndelt på to måter: etter lokalitet og etter element. Avslutningsvis presenteres noen generelle sammenfattende kommentarer.

5.1 Diskusjon etter lokalitet

5.1.1 Kristiansand

Hovedkilden til metallutslipp til luft i Kristiansand er en bedrift som produserer nikkel, kopper og enkelte andre metaller. Denne bedriften er åpenbart hovedkilden til et relativt betydelig nedfall av Ni i byen (Figur 1a) og høyst sannsynlig også til de observerte resultater for Cu, Co, Ag, og Bi. En kan også merke seg et klart høyere nedfall av Te i Kristiansand enn på de øvrige stedene omfattet av denne rapporten, også med et fordelingsmønster som peker mot samme bedrift.

5.1.2 Sauda

Her registreres markert nedfall av en rekke elementer, og det er grunn til å anta at den lokale topografien er en medvirkende årsak til den observerte fordelingen. Smelteverket er åpenbart hovedkilde til mange av disse elementene, og et typisk fordelingsmønster av nedfallet illustreres i Figur 2a for hovedelementet Mn og i Figur 2b for Co. Sammenliknet med forrige undersøkelse i 2000 har det skjedd en nedgang i nedfallet av elementer som As, Ba og Pb, mens Co og Ni har økt noe.

5.1.3 Odda

Odda ligger mellom høye fjell innerst i Sørfjorden. I Odda ligger det to bedrifter som deltar i denne undersøkelsen, en ferrolegeringsbedrift og et sinksmelteverk. Luftforurensninger fra disse bedriftene føres i alt vesentlig i nordlig retning langs fjorden og i sørlig retning oppover dalen. Nedfallsbildet preges i særlig grad av Zn (Figur 3a), Cd (Figur 3b) og Hg (Figur 3c). Selv om det i utgangspunktet kan være vanskelig å skille mellom utslipp fra de to bedriftene, hersker det liten tvil om at sinksmelteverket er den dominerende kilden for disse elementene. Verdiene for Zn og Cd er de klart høyeste som er registrert noe sted i den foreliggende undersøkelsen, og nivåene har ikke gått ned siden 2000-undersøkelsen. Nivået av Hg viser faktisk en økende tendens. I tillegg kommer at tettstedet Odda ligger innenfor det området som mottar størst nedfall fra denne bedriften. I rapporten fra 2000 ble det konkludert at disse forholdene fortjener en nærmere vurdering, og den foreliggende rapporten forsterker denne konklusjonen.

Det kan også nevnes at nedfallet av metaller som Mg, Ti, Mn og Ni har økt siden 2000-undersøkelsen i området rundt prøvepunkt 11, noe som sannsynligvis har sammenheng med utslipp fra en metallbedrift i Tyssedal.

5.1.4 Årdal

Som i 2000 opptrer Øvre Årdal som ett av de mest forurensede stedene i denne undersøkelsen, noe som har delvis sammenheng med at stedet ligger omgitt av høye fjell. Blant de mange metallene som sannsynligvis skyldes utslipp fra Al-verket er resultatene framstilt i figurform for Be (Figur 4a), Al (Figur 4b), V (Figur 4c), Ni (Figur 4d), Ga (Figur 4e og Bi (Figur 4f), der verdiene i moseprøvene har vist små endringer siden 2000. Spredningsmønsteret er ikke helt det samme for alle elementene, noe som kan tyde på at de stammer fra forskjellige delprosesser i bedriften eller at de er bundet til partikler av forskjellig størrelse.

5.1.5 Sunndal

Dette er også et eksempel på et verk som ligger mellom høye fjell innerst i en fjord. Forurensningene fra verket transporteres hovedsakelig utover langs nordsiden av fjorden og innover dalen, som illustrert i nedfallsmønsteret for Al (Figur 5a). Nedfallsituasjonen rundt verket karakteriseres ved en klar nedgang siden 2000 for mange av metallene. Et unntak er Ni, der det har vært en økning.

5.1.6 Mo i Rana

To smelteverk som ligger nær hverandre på Mo deltar i denne undersøkelsen: et ferrolegeringsverk og en bedrift som bl.a. bearbeider metallskrap. I nærområdet til disse bedriftene registreres forhøyede innhold i mosen av omtrent samtlige elementer som rapporteres i denne undersøkelsen. Noe av dette kan skyldes støv fra prosesser relatert til behandling av råvarer og avfall, men en meget betydelig del er sannsynligvis et resultat av utslipp fra prosessene. I 2000 ble det registrert meget høye verdier for Cr, som i alt vesentlig kunne tilskrives at den førstnevnte bedriften produserte ferrokrom. Senere har denne bedriften lagt om til produksjon av ferromangan, og dette har medvirket til at nedfallet av Cr (Figur 6a) er betydelig redusert mens nedfallet av Mn (Figur 6b) har økt tilsvarende, med omtrent like bidrag på lokalitetene 5 og 6. Andre metaller der det registreres større nedfall på Mo enn på de øvrige steder som omfattes av denne rapporten er Be, Ca, Sc, V (Figur 6c), Fe (Figur 6d), Co, Ni (Figur 6e), Cu (Figur 6f), As, Y, Zr (Figur 6g), Nb, Mo, Ba, La, Ce, Yb, W (Figur 6h), Hg (Figur 6i), Tl, Pb (Figur 6j), Th og U. Betydelige verdier for Zn (Figur 6k)og Cd (Figur 6l)bør også nevnes. Flertallet av disse elementene viser de høyeste verdiene på lokalitet 5 eller 6, men noen av elementene (Zn, Nb, Cd, Sb, W, Hg, Pb, Bi) har like høye eller høyere verdier på lokalitet 7, som gjør det sannsynlig at den andre nevnte bedriften er en hovedkilde. Disse observasjonene er i stor grad overensstemmende med resultatene fra 2000, men nivåene har vist en økende tendens for mange av metallene. I tillegg til Mn viser Ni, Cu, Zn, Zr, Nb, Mo, Cd, Sb, Ba, W, Hg, Tl og Pb markert høyere verdier i 2005. Det kan være grunn til å se nærmere på muligheter for reduksjon av industrielle utslipp til luft i Mo i Rana.

5.1.7 Jevnaker

Denne lokaliteten ble tatt med i den foreliggende undersøkelsen på grunn av et glassverk, som bruker metaller i enkelte av sine produkter. Resultatene tyder på at bedriften ikke gir opphav til nedfall av betydning i nærområdet.

5.2 Diskusjon etter element

I det følgende er en kort oversikt over nedfall av noen utvalgte metaller.

5.2.1 Beryllium

Nedfall av Be registreres fra Al-industrien i Årdal og Sunndal og smelteverkene i Kristiansand og Mo. Selv om bakgrunnsnivåene i mose overskrides vesentlig, er verdiene fremdeles lave.

5.2.2 Aluminium

Forekomst av Al i mose er ofte et mål på at prøven inneholder partikler tilført ved vinderosjon av jord eller andre materialer av geologisk opprinnelse. De høye verdiene i denne undersøkelsen fra Årdal, Mo i Rana og Sunndal har imidlertid utvilsomt sammenheng med industriell virksomhet.

5.2.3 Vanadium
I likhet med Al kan forekomst av V i mose skyldes partikler fra det lokale naturlige miljø. De observerte verdiene i denne undersøkelsen fra Årdal og Mo i Rana levner imidlertid liten tvil om at det dreier seg om industrielle utslipp.

5.2.4 Krom
I tillegg til et fremdeles betydelig utslipp fra industrien på Mo registreres det et bidrag av Cr også fra en del andre bedrifter, men stort sett i beskjedne mengder.

5.2.5 Mangan
Et betydelig utslipp av Mn registreres i Mo i Rana og Sauda. På de øvrige stedene synes Mn å være et lite problem.

5.2.6 Jern
I likhet med Al er Fe et hovedelement i jordskorpa og derfor ofte et mål for innholdet av jordpartikler m.m. i mosen. Den foreliggende undersøkelsen tyder imidlertid på industrielle utslipp til luft flere steder, særlig i Mo i Rana og Odda. I Odda antyder fordelingen av Fe som i 2000 at en bedrift i Tyssedal er den største bidragsyteren.

5.2.7 Kobolt
Nedfall av kobolt registreres på en rekke steder, særlig i Kristiansand, Sauda og Mo i Rana, men nivåene er ikke i noe tilfelle av vesentlig betydning.

5.2.8 Nikkel
Et merkbart nedfall av Ni registreres på en rekke steder. Størst er nedfallet i Kristiansand, fulgt av Årdal, Sunndal og Sauda.

5.2.9 Kopper
Nedfall av Cu registreres på enkelte steder, men i relativt beskjeden skala. Størst er nedfallet i Mo i Rana, fulgt av Kristiansand.

5.2.10 Sink
Sink-smelteverket i Odda og industrien på Mo gir et betydelig nedfall av dette metallet i nærområdet.

5.2.11 Gallium
Resultatene fra denne undersøkelsen bekrefter at Ga er en typisk utslippskomponent fra Al-verk.

5.2.12 Arsen
Dette elementet forbindes ofte med luftforurensning, og er bl.a. en typisk representant for atmosfærisk langtransport. Lokale utslipp forekommer på en rekke steder, men i beskjeden grad.

5.2.13 Zirkonium
Dette metallet var ikke med i 2000 undersøkelsen. Utslipp forekommer i særlig grad i Mo i Rana. For øvrig registreres lave verdier.

5.2.14 Molybden
Utslipp av Mo vises særlig i Mo i Rana, der en klar økning i nedfallet registreres siden 2000.

5.2.15 Kadmium
Betydelig nedfall av dette elementet forekommer i Odda og Mo i Rana.. Mindre bidrag registreres i Sauda og Årdal.

5.2.16 Antimon
Dette er også et element som er typisk for luftforurensning, men vanligvis er nivåene relativt beskjedne. Lokale utslipp registreres i Årdal, Mo i Rana, Odda, Kristiansand og Sunndal.

5.2.17 Tellur
Dette meget giftige elementet var ikke med i 2000-undersøkelsen. Industrielle utslipp av Te antydes klart i Kristiansand og i noen grad i Mo i Rana, men i relativt beskjedent omfang.

5.2.18 Wolfram
Industrielle utslipp av W antydes klart i Mo i Rana.

5.2.19 Kvikksølv
Nedfallet av Hg er størst i Mo i Rana, og viser en økning siden 2000. Også i Odda er utslippet stadig av betydning, mens de øvrige stedene synes å være lite berørt av lokale Hg-utslipp.

5.2.20 Thallium
Nedfall av thallium forekommer rundt mange av bedriftene, men ikke i stort omfang. Størst er bidraget i Mo i Rana.

5.2.21 Bly
Nedfall av bly i tettsteder kan ofte tilskrives blytilsetning i bensin. I denne undersøkelsen er det imidlertid klart at nedfallet av Pb i Mo i Rana og Odda er langt større enn det som kan forklares ut fra bruk av blyholdig bensin. På de øvrige stedene kan lokal trafikk langt på vei forklare resultatene.

5.2.22 Vismut
Utslipp av Bi registreres særlig i Årdal, fulgt av Mo i Rana og Odda, men nivåene er lave.

5.2.23 Yttrium, niob, lantan, cerium, ytterbium, hafnium, thorium, uran
Disse elementene, i likhet med Al og Fe, opptrer ofte i mose på grunn av silikat-holdige partikler i mosen. Alle disse elementene opptrer imidlertid i større grad i resultatene fra Mo enn fra de øvrige stedene.

5.3 Sammenfattende kommentarer

Når resultatene fra denne undersøkelsen skal vurderes, må man ta hensyn til følgende forhold:

- Mosemetoden skiller ikke mellom bidrag fra våtdeposisjon og tørrdeposisjon, og kan heller ikke si noe om hvorvidt et element hovedsakelig er bundet til små eller større partikler. For å kunne vurdere f.eks. en eventuell helserisiko ved et utslipp er det derfor nødvendig å gå inn med detaljerte undersøkelser der man bl.a. ser på hvordan elementet er fordelt mellom ulike størrelsesfraksjoner av partikler i utslippet.

- Konsentrasjoner i mosen gir en relativ fordeling av nedfallet på et sted. Det er vist ut fra regionale data i Norge at konsentrasjoner i mose kan omregnes til nedfall pr. areal og tidsenhet (7). Disse omregningsfaktorene gjelder sannsynligvis best i tilfeller der nedfallet

i hovedsak skjer som våtdeposisjon. Under lokale forhold der nedfallet i hovedsak kommer som partikler er det mer tvilsomt om de samme omregningsfaktorene fra mose til nedfall kan brukes.

- Eventuelle miljøkonsekvenser av et nedfall avhenger i stor grad av hvilken kjemisk og fysisk form elementene foreligger i. Opptak i organismer er avhengig av at metallet er biotilgjengelig, noe som i de fleste tilfeller betyr at det forekommer i lettløselige former. Oppløseligheten av metallholdige partikler fra et utslipp avhenger sterkt av partikkelstørrelsesfordeling så vel som i hvilken kjemisk og mineralogisk form elementet finnes.

Undersøkelser som den foreliggende kan derfor ikke uten videre si i hvilken grad et påvist nedfall av ett eller flere elementer representerer en risiko for helse og miljø. I den grad at nedfallet av et element er vist å være beskjedent, kan man imidlertid med stor grad av sannsynlighet utelukke problemer av betydning.

6. Etterord

Forfatterne ønsker å rette en stor takk til Ingunn Skaufel Simensen og Linn Bryhn Jacobsen, Statens forurensningstilsyn, for hjelp til framstilling av figurer.

7. Litteratur

1. Steinnes, E., Frantzen, F., Johansen, O., Rambæk, J.P. og Hanssen, J.E. (1988) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1985. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 334/88.

2. Steinnes, E., Røyset, O., Vadset, M. og Johansen, O. (1993) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 523/93.

3. Steinnes, E., Berg, T., Vadset, M. og Røyset, O. (1997) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. landsomfattende undersøkelse i 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 691/97.

4. Steinnes, E., Berg, T., Sjøbakk, T.E., Uggerud, H. og Vadset, M. (2001) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2000. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 838/01.

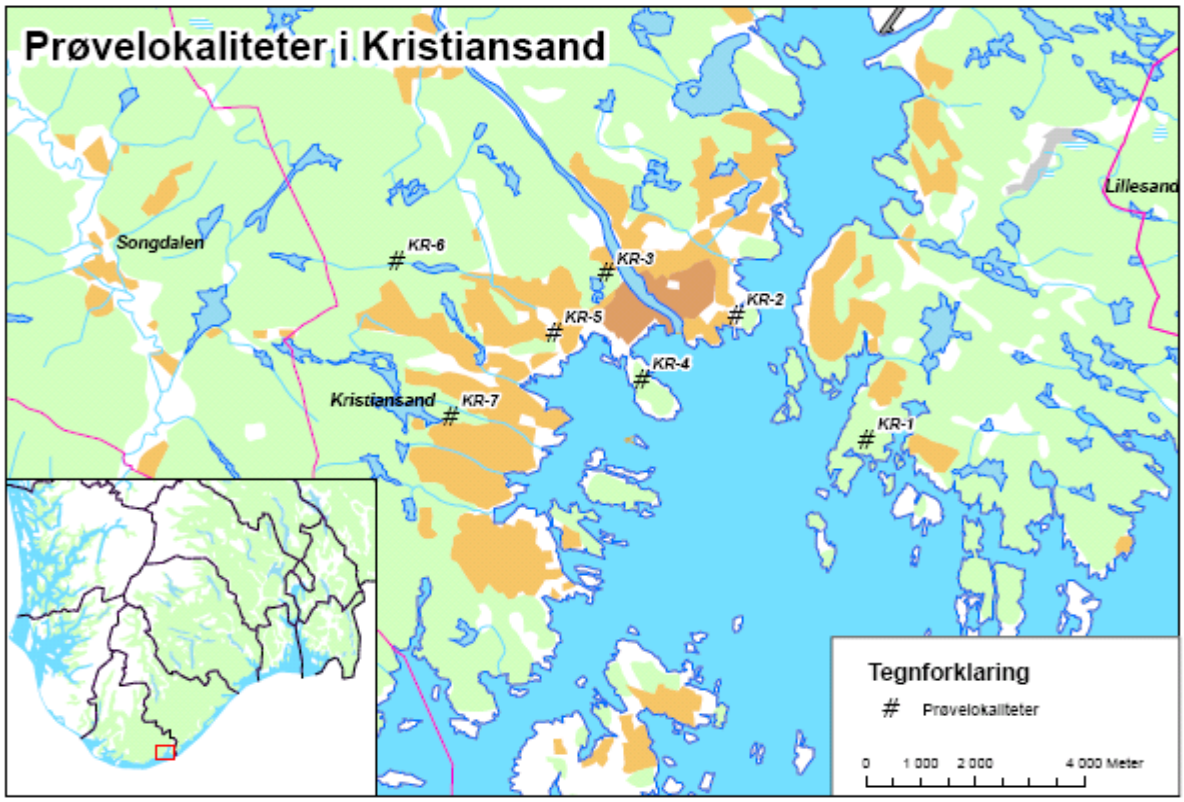
5. Steinnes, E., Berg, T., Sjøbakk, T.E. og Vadset, M. (2001) Nedfall av tungmetaller rundt utvalgte norske industrier, studert ved analyse av mose. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 831/01.

6. Steinnes, E. (1995) Miljøovervåking i Rana. Forandring i nedfall av tungmetaller i perioden 1989-1993, studert ved analyse av mose. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 614/95.

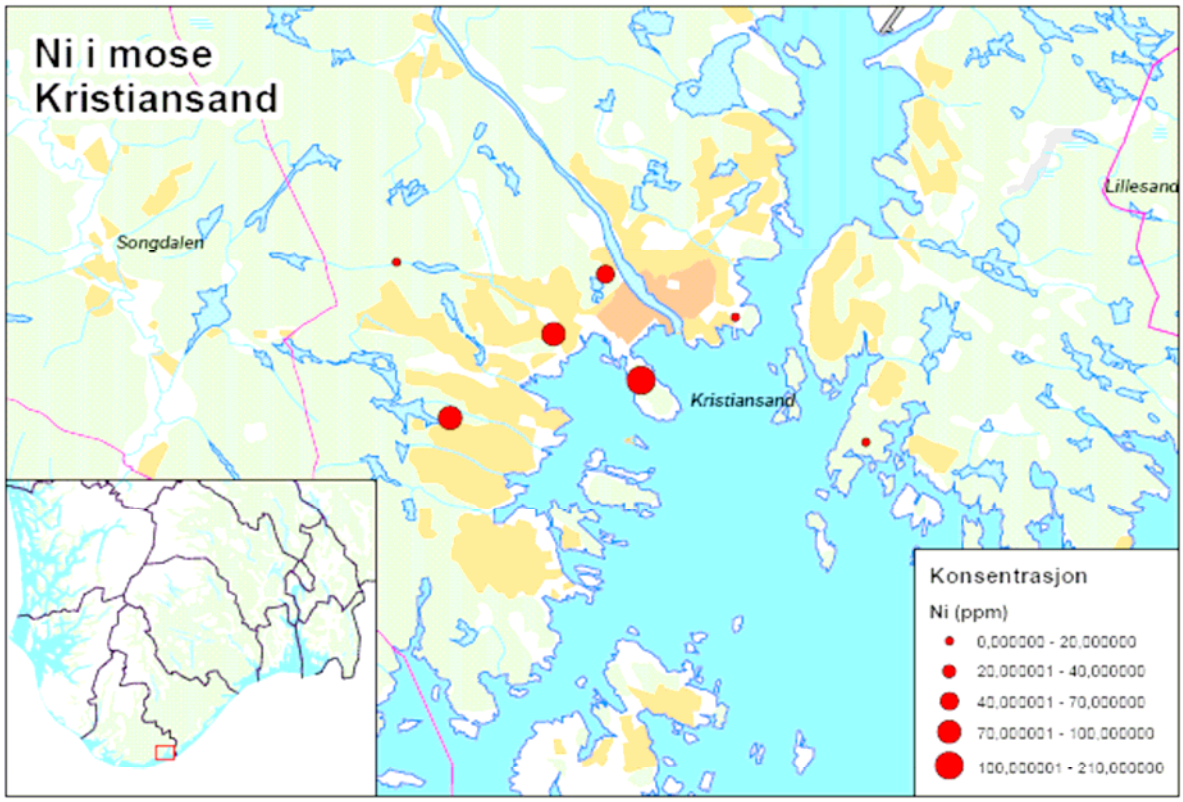
7. Berg, T. and Steinnes, E. (1997) Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: From relative to absolute values. Environ. Pollut. 98, 61-71.

Vedlegg A

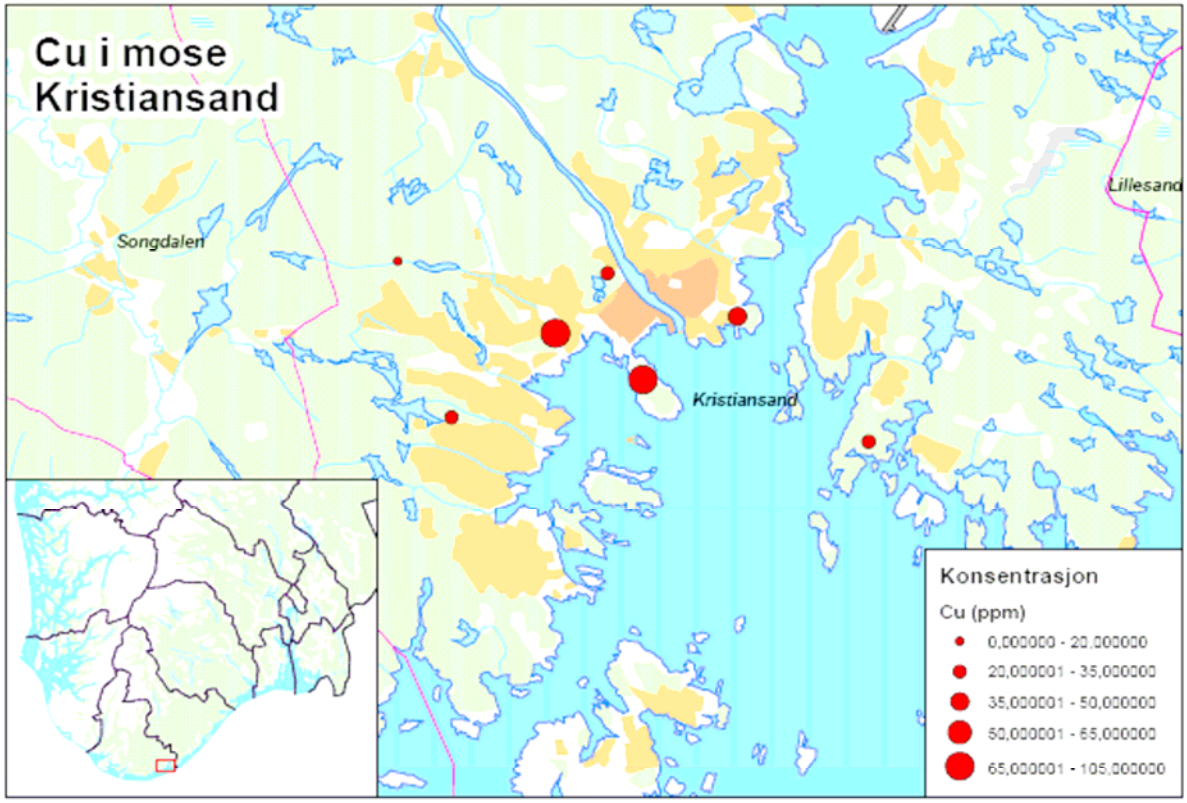
Analyseresultater



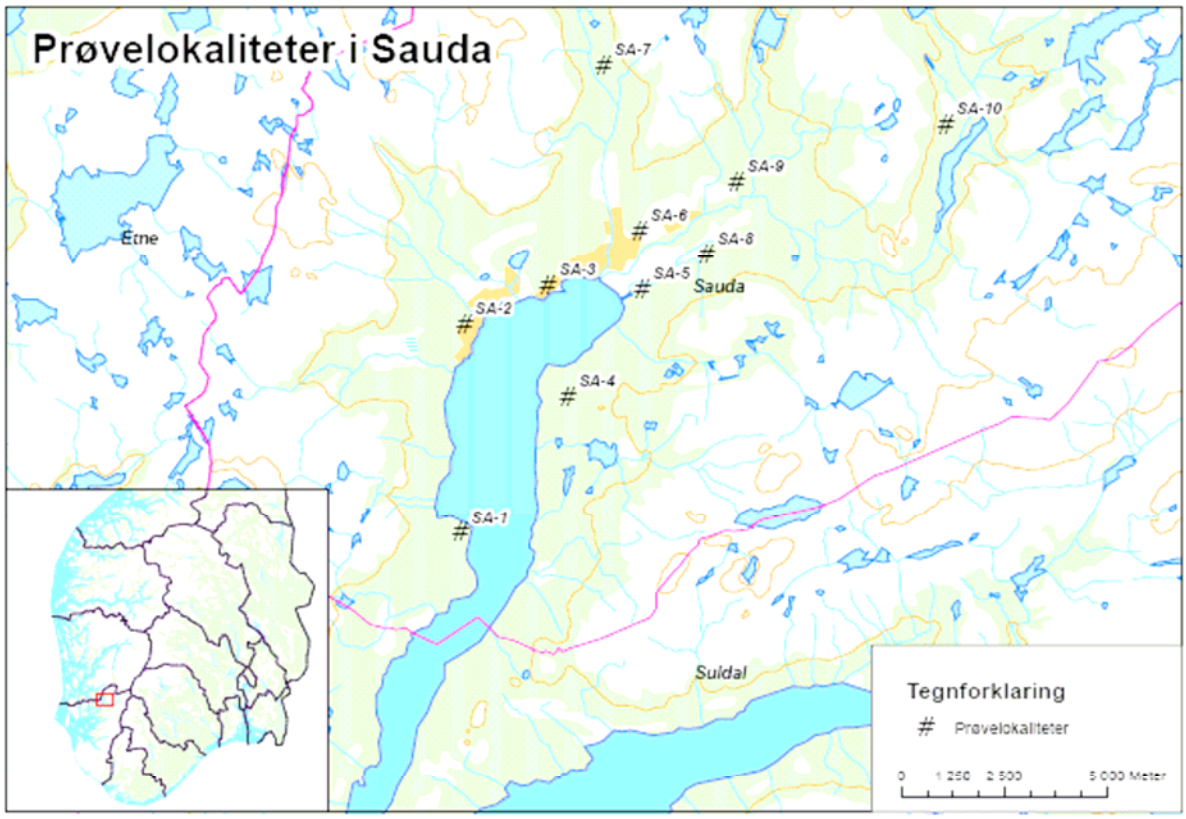
Figur 1. Prøvelokaliteter – Kristiansand.



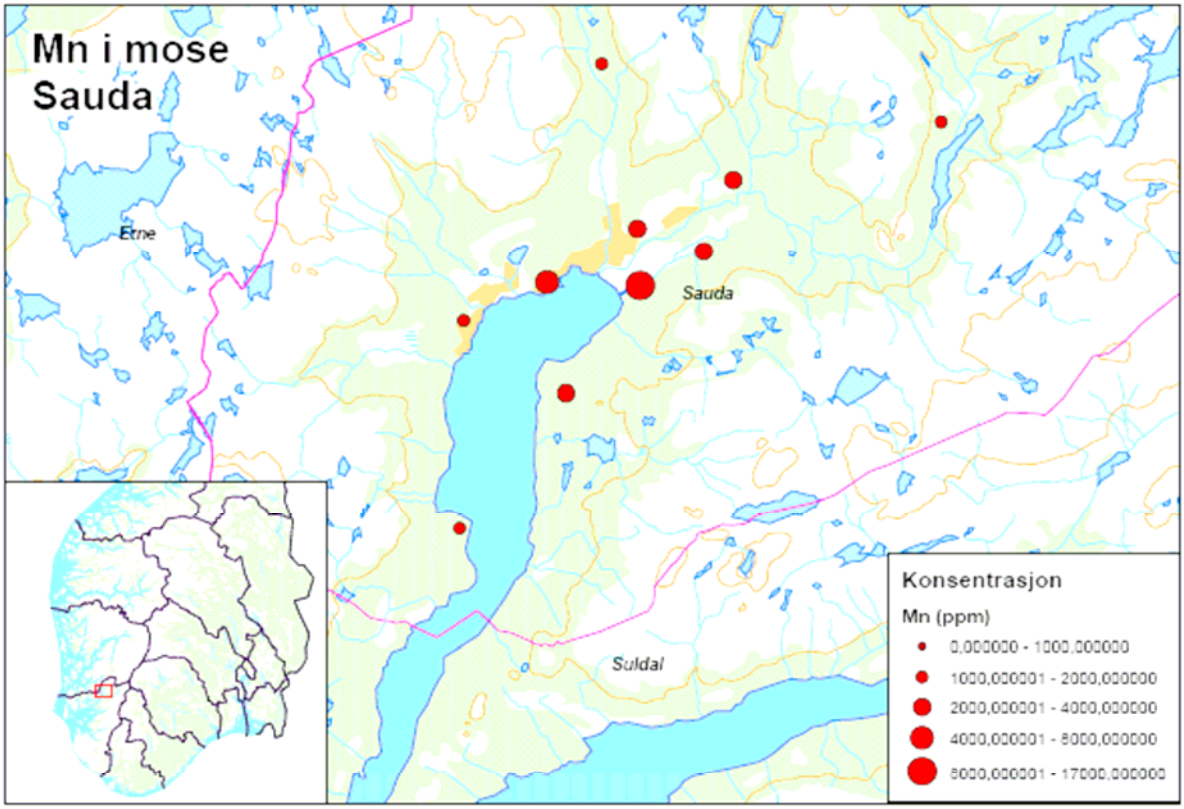
Figur 1a. Ni i mose – Kristiansand.



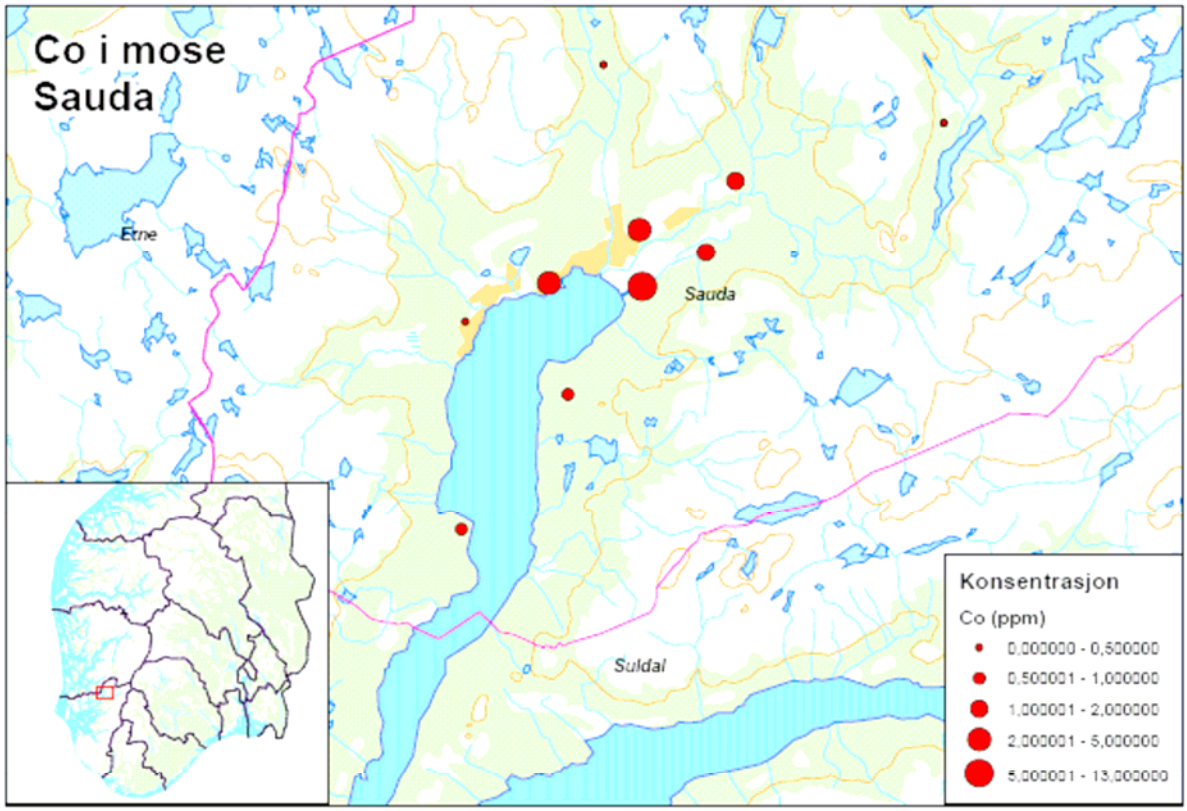
Figur 1b. Cu i mose, Kristiansand.



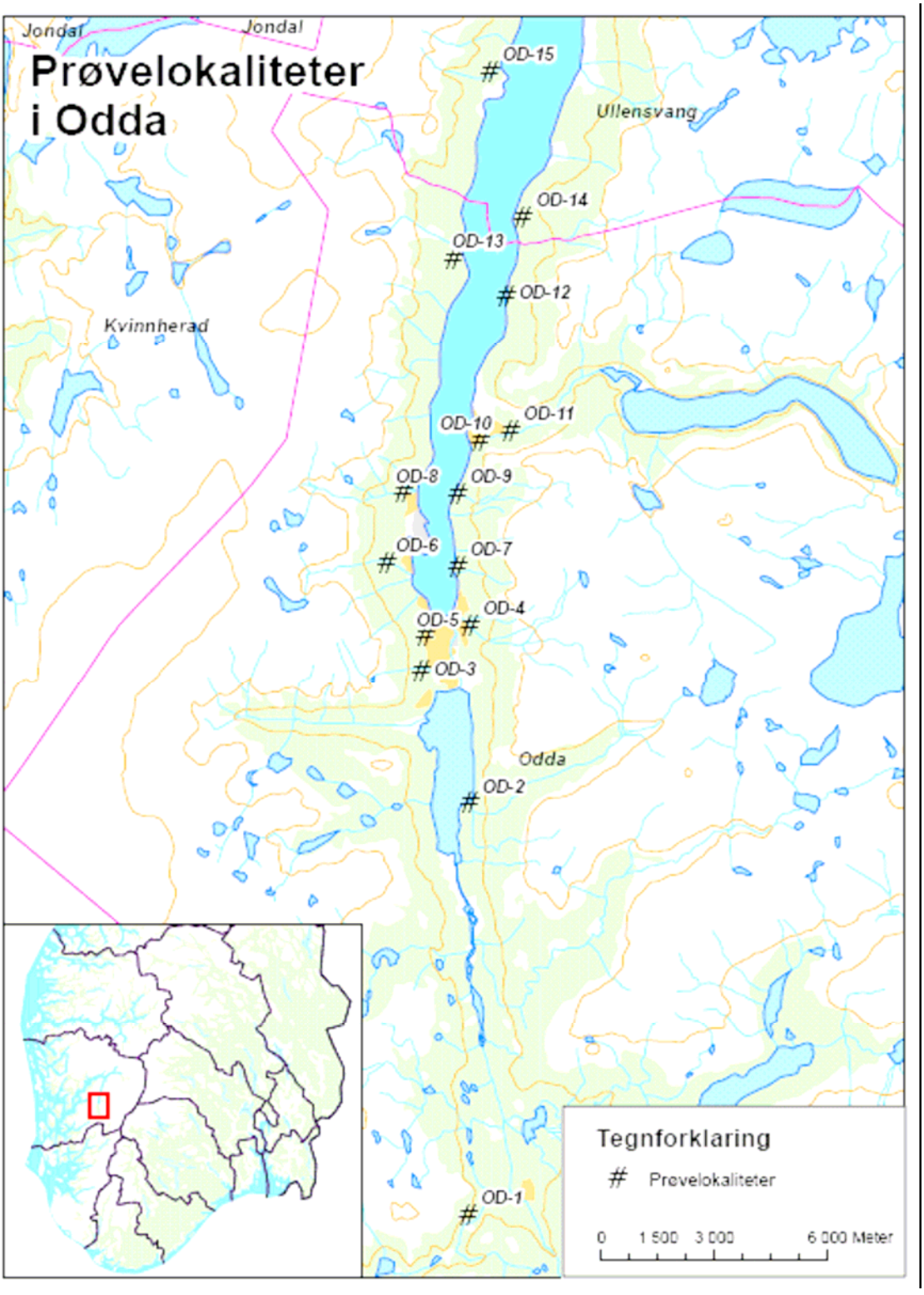
Figur 2. Prøvelokaliteter – Sauda.



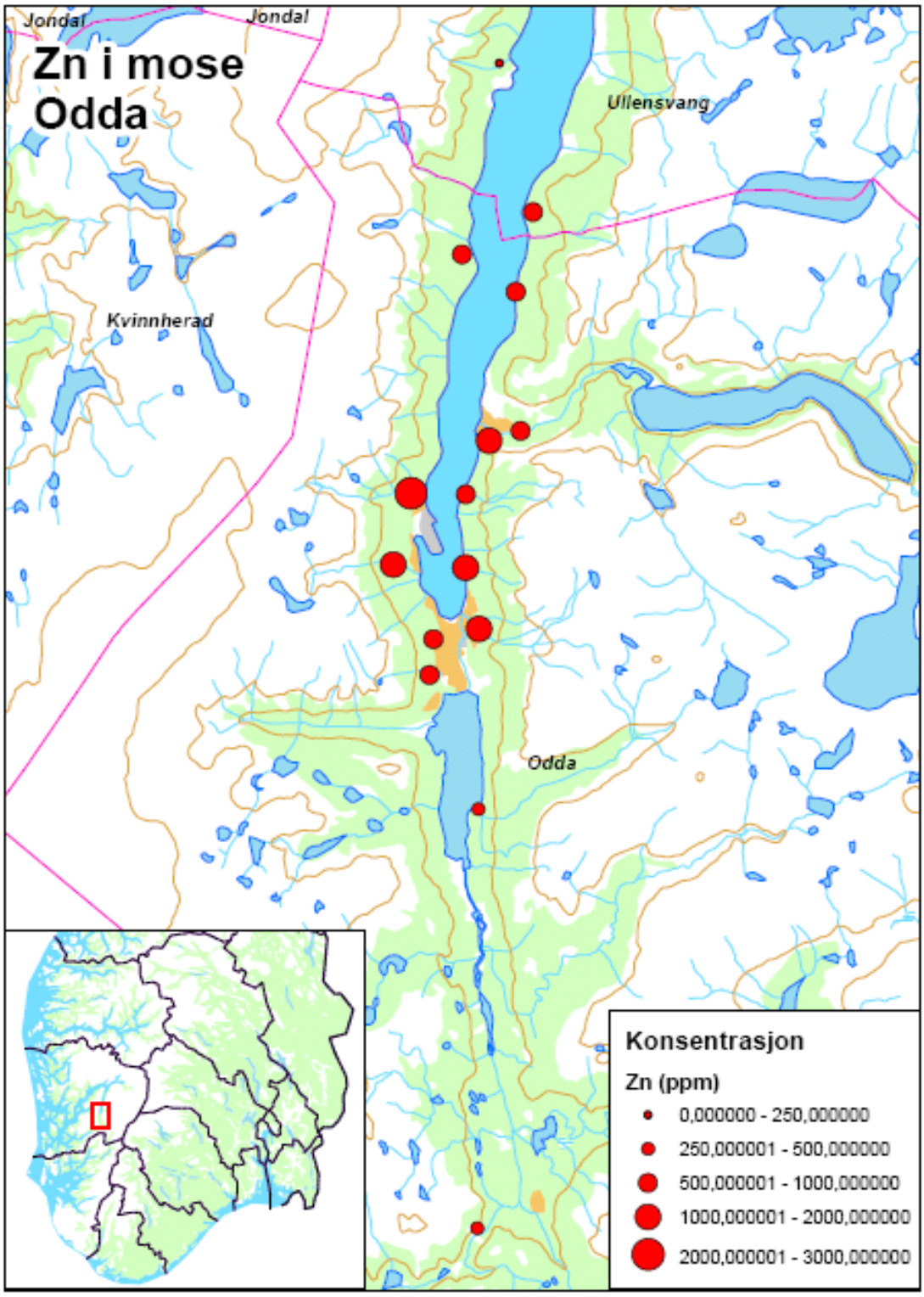
Figur 2a. Mn i mose – Sauda.



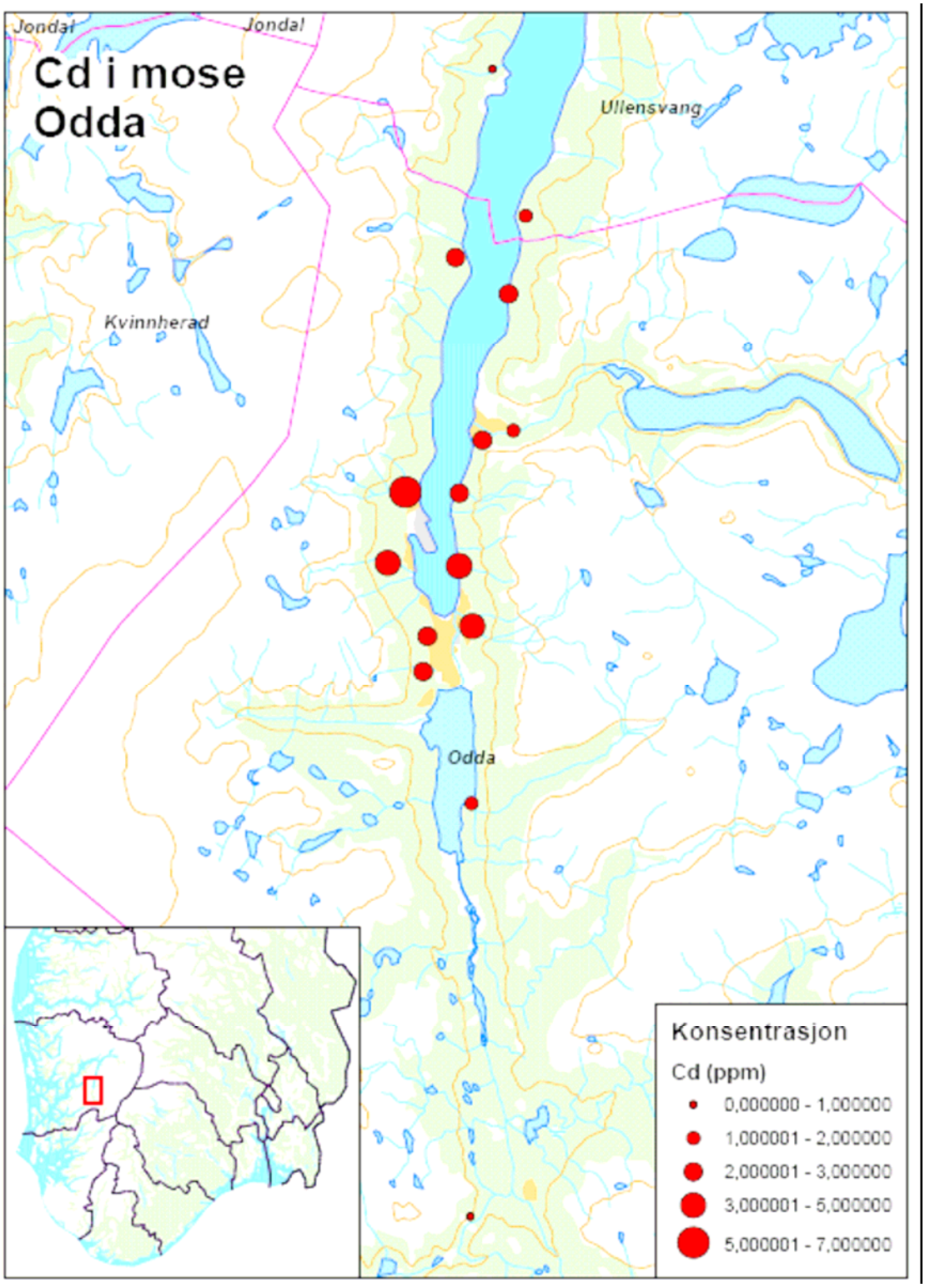
Figur 2b. Co i mose – Sauda.



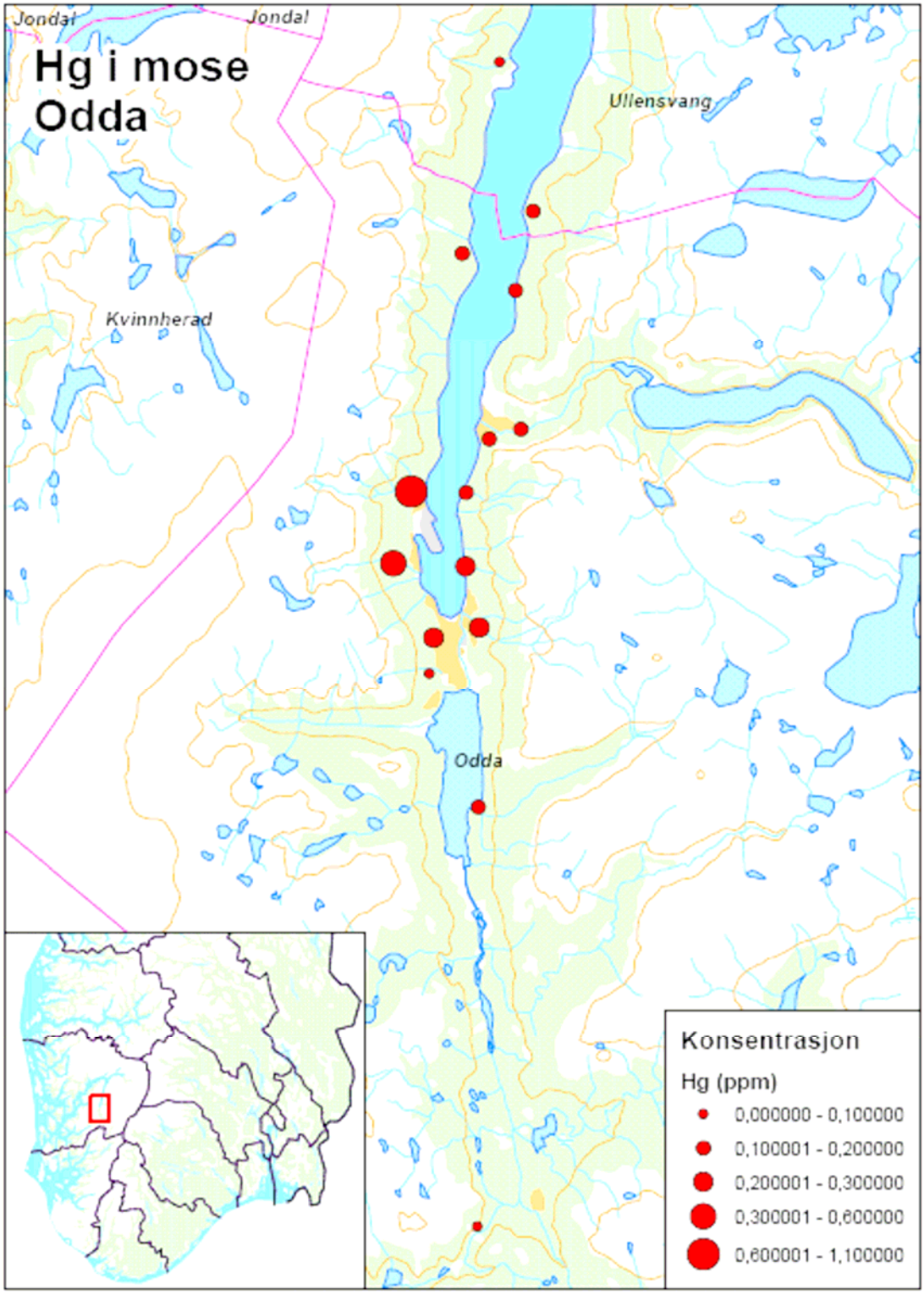
Figur 3. Prøvelokaliteter – Odda.



Figur 3a. Zn i mose – Odda.



Figur 3b. Cd i mose – Odda.



Figur 3c. Hg i mose – Odda.

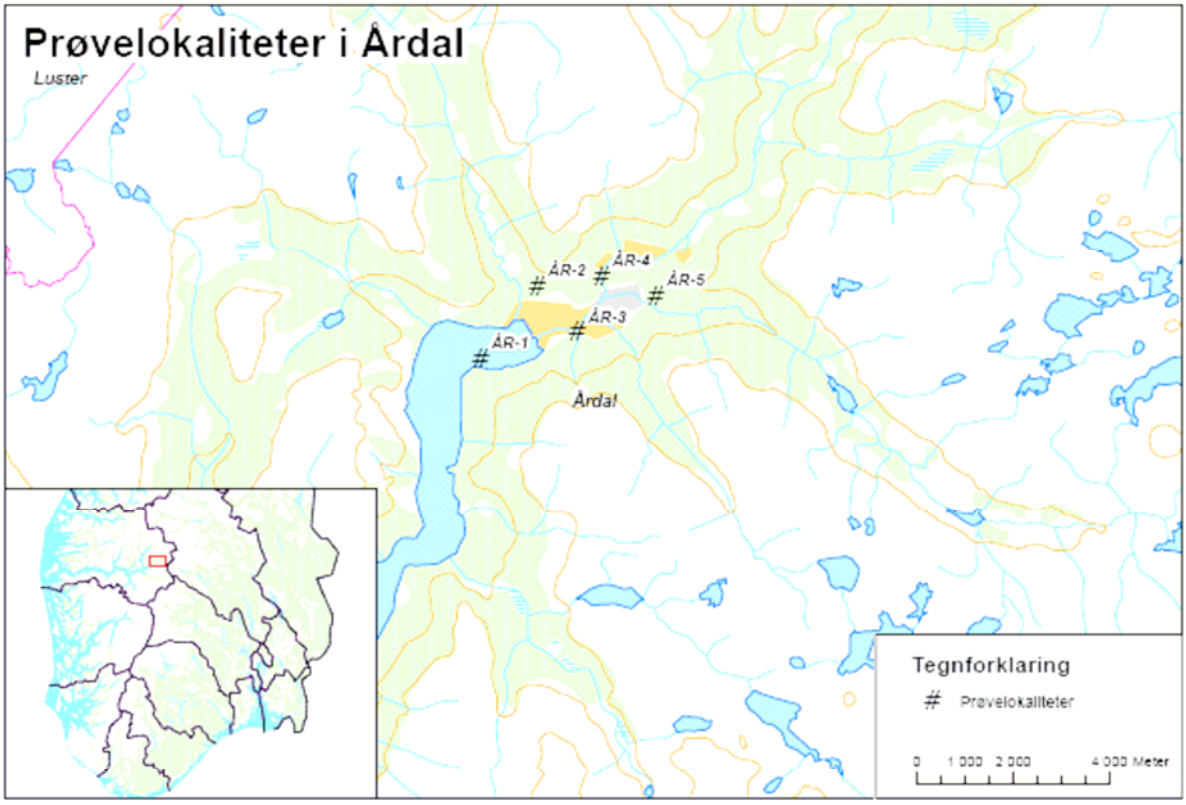
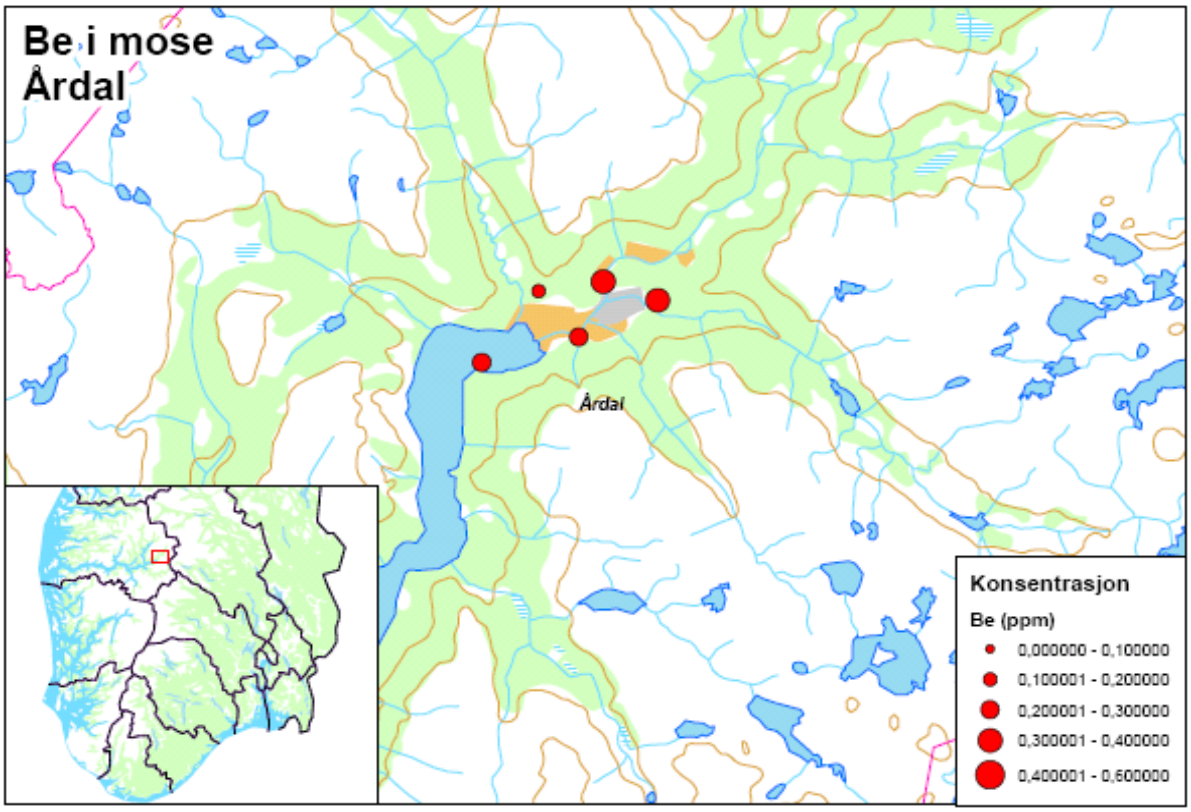
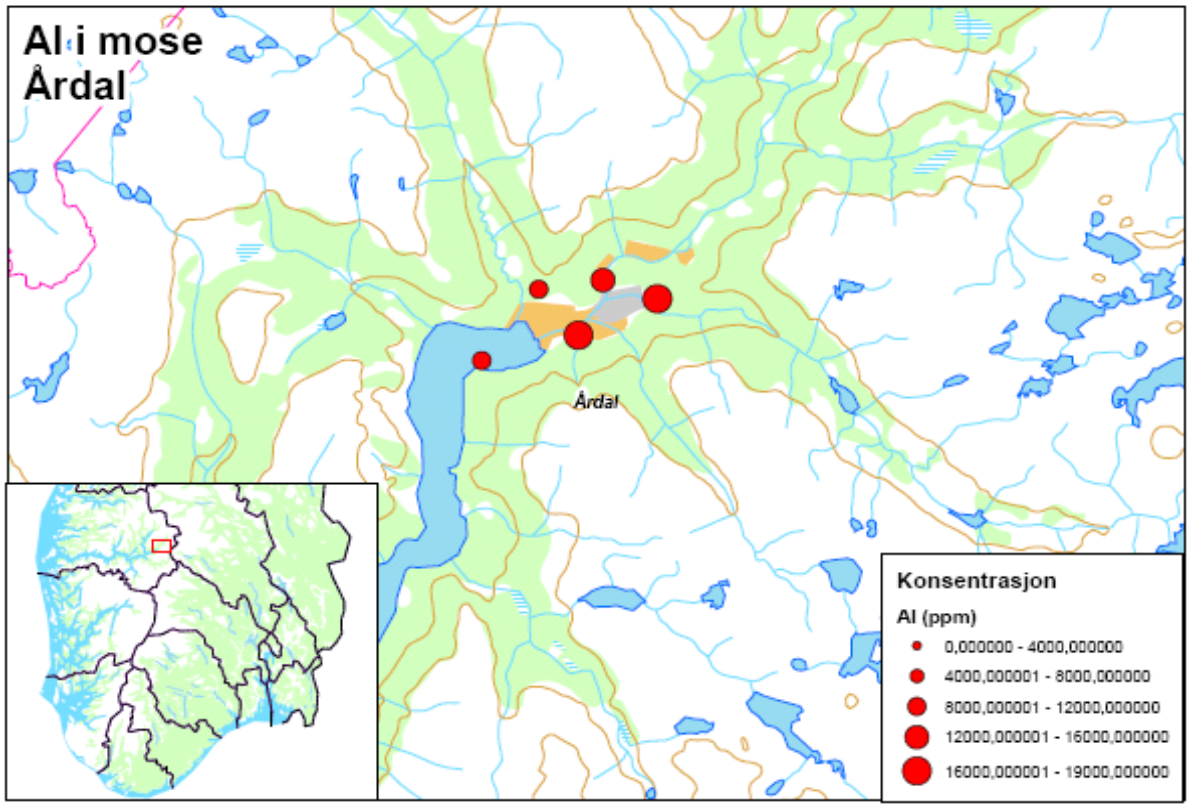


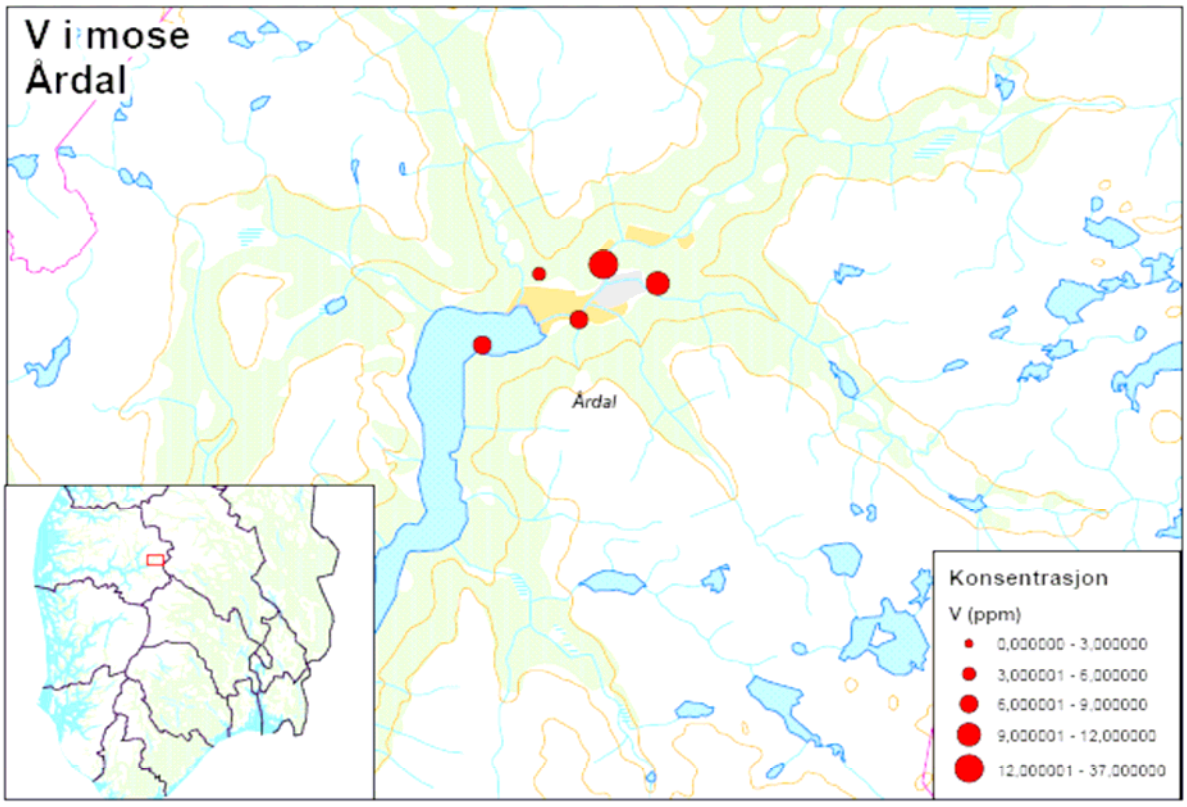
Fig.4. Prøvelokaliteter – Årdal.



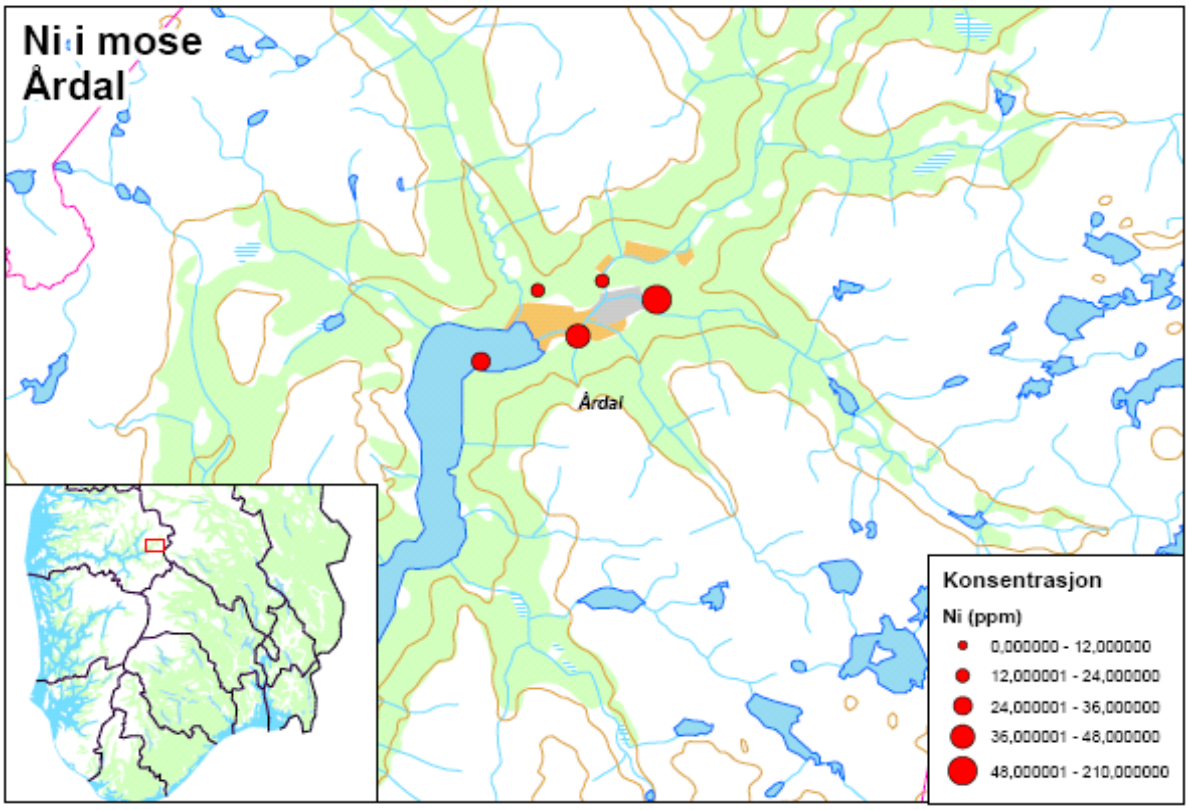
Figur 4a. Be i mose – Årdal.



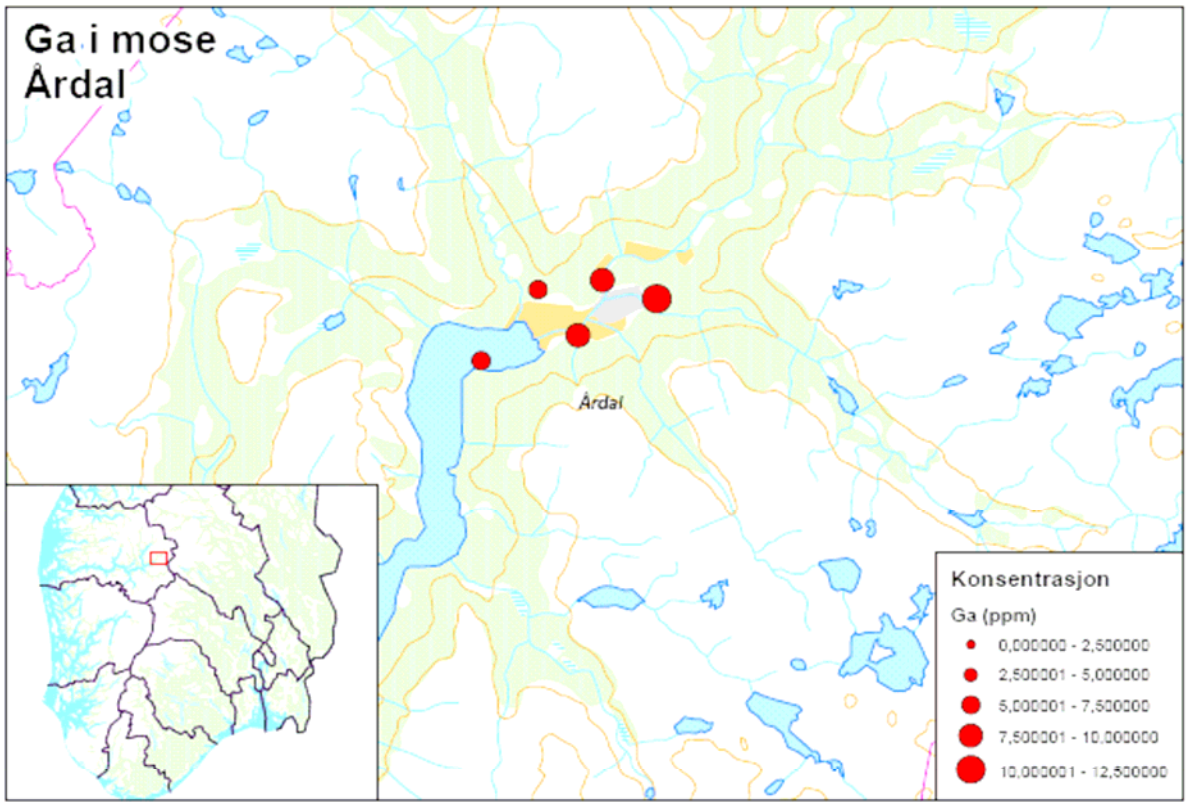
Figur 4b. Al i mose – Årdal.



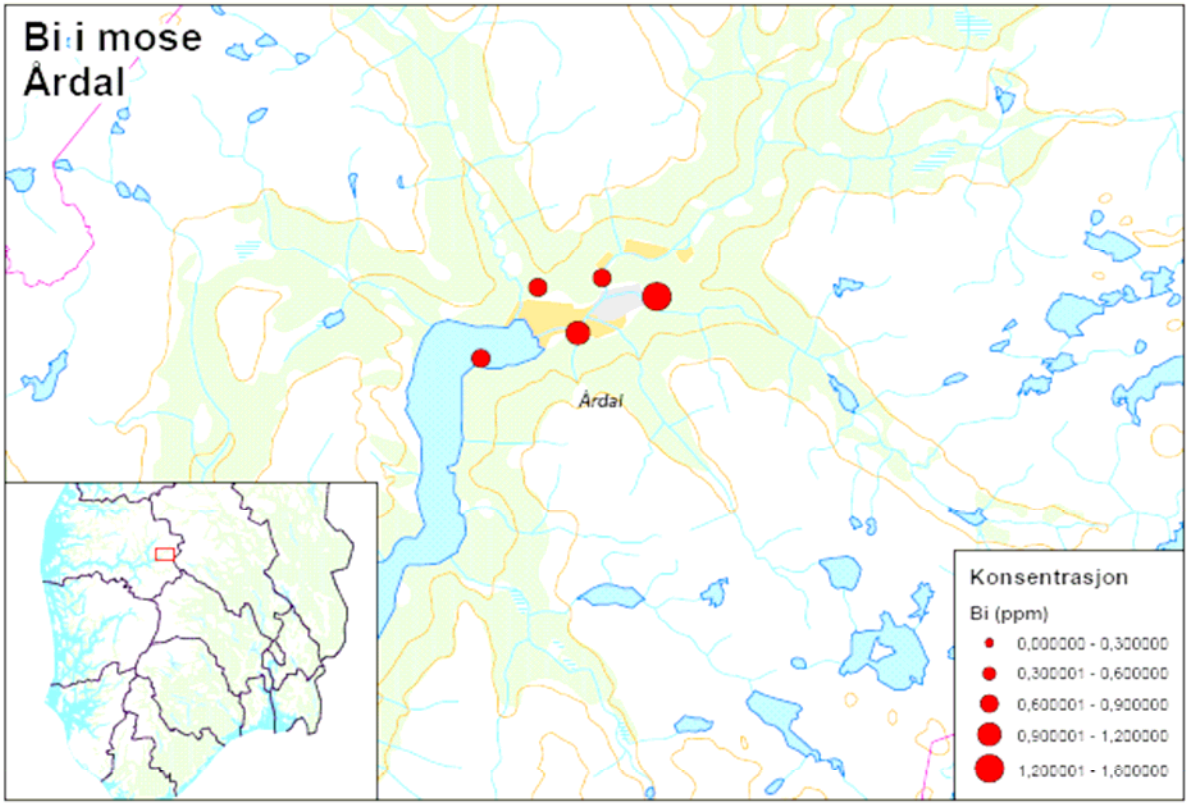
Figur 4c. V i mose – Årdal.



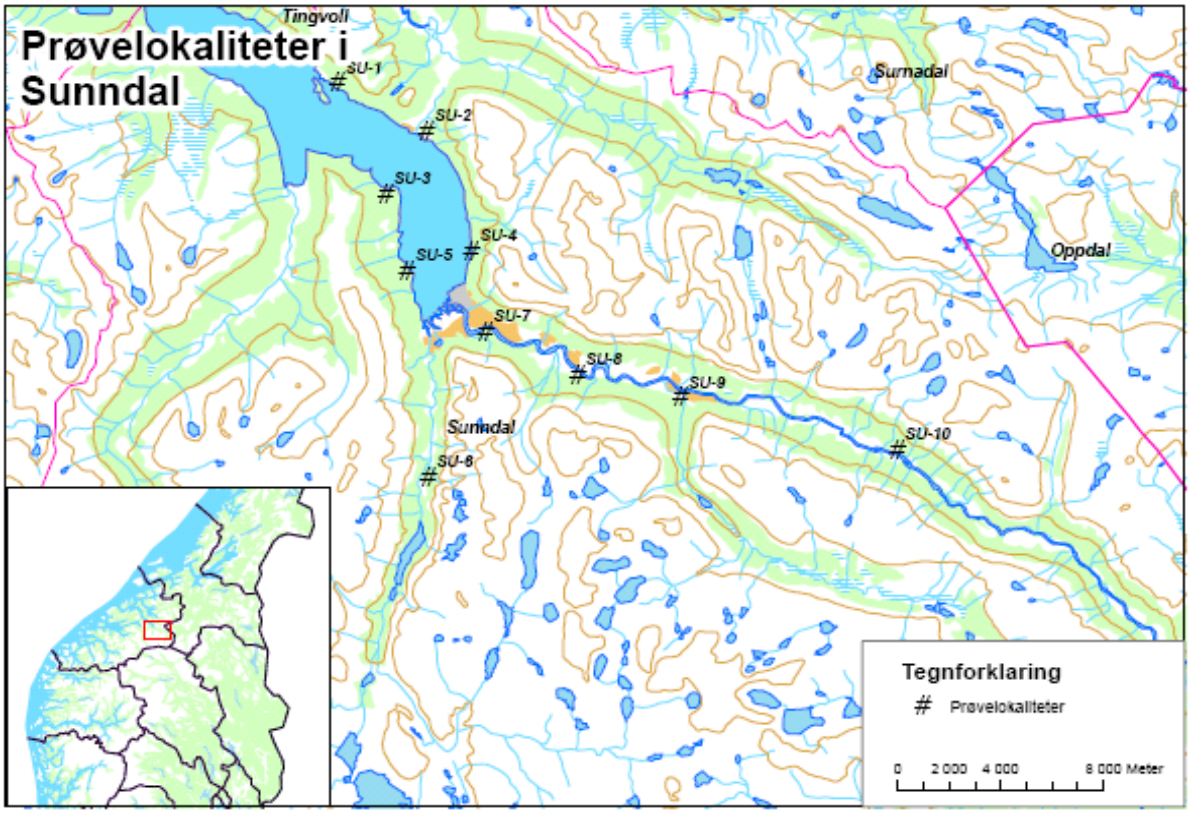
Figur 4d. Ni i mose – Årdal.



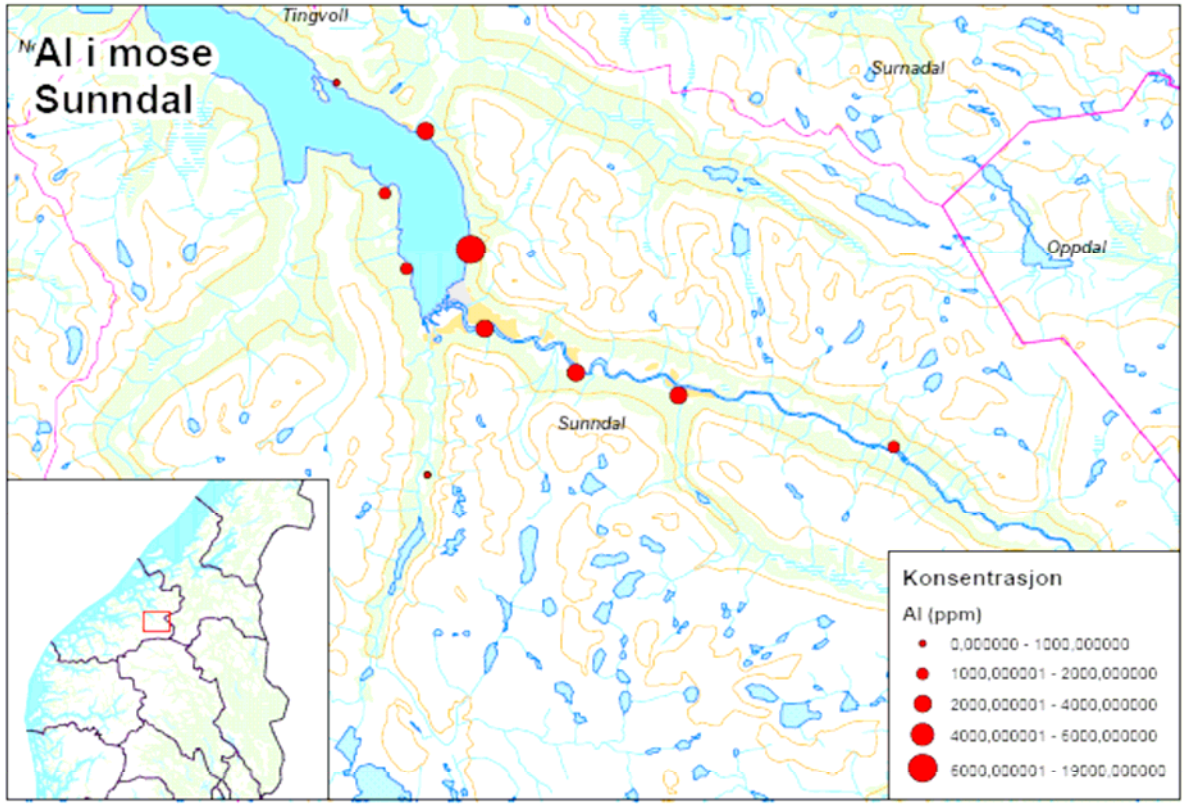
Figur 4e. Ga i mose – Årdal.



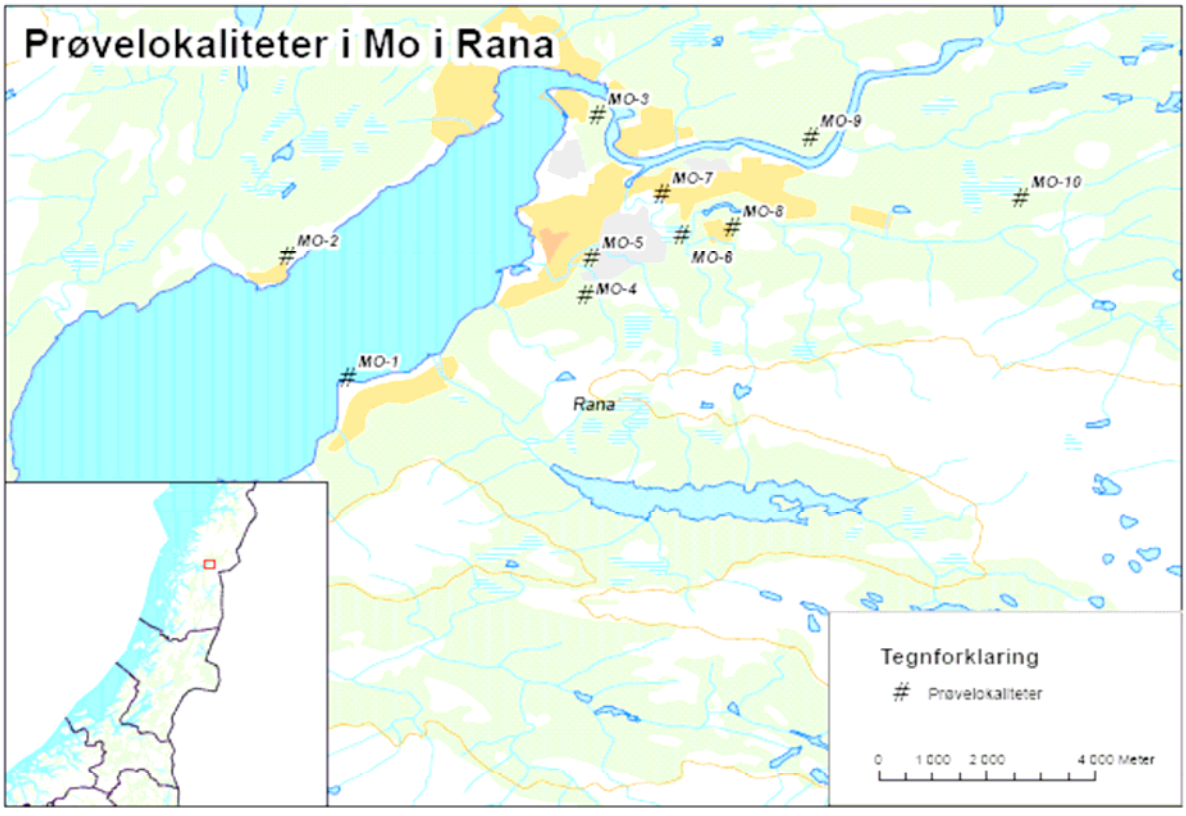
Figur 4f. Bi i mose – Årdal.



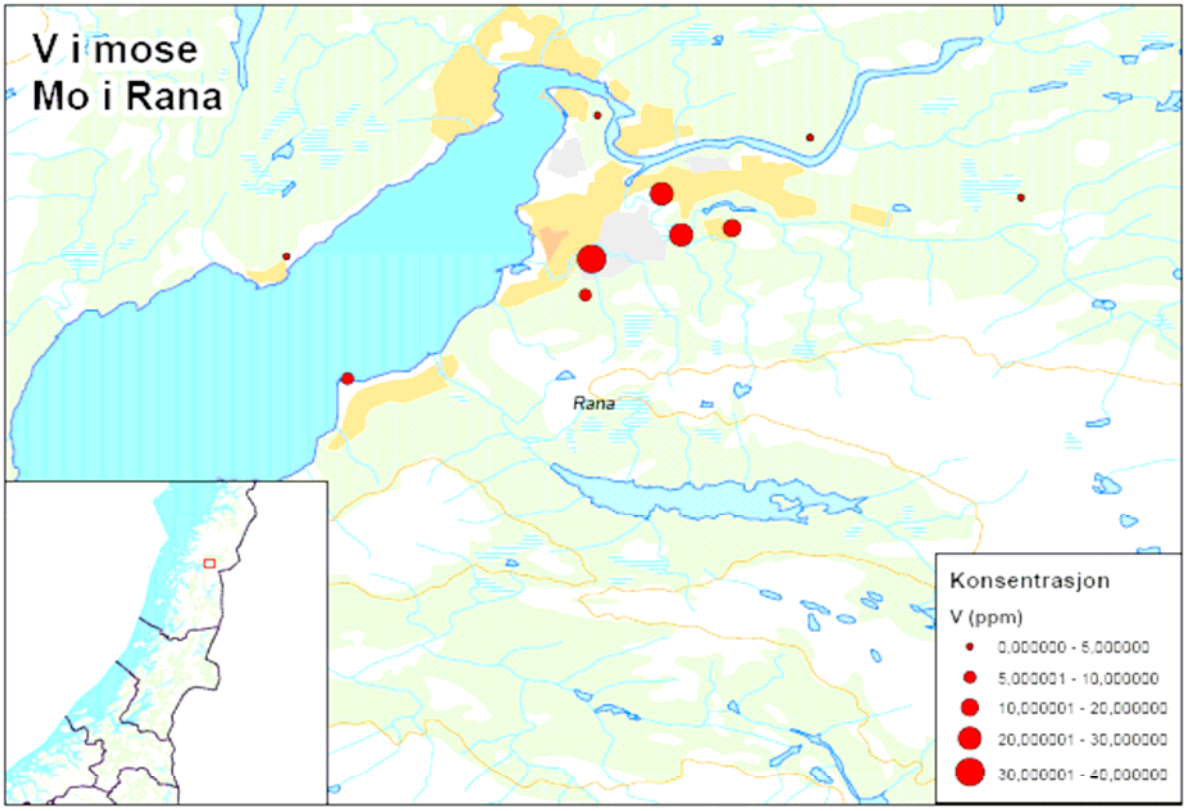
Figur 5. Prøvelokaliteter – Sunndal.



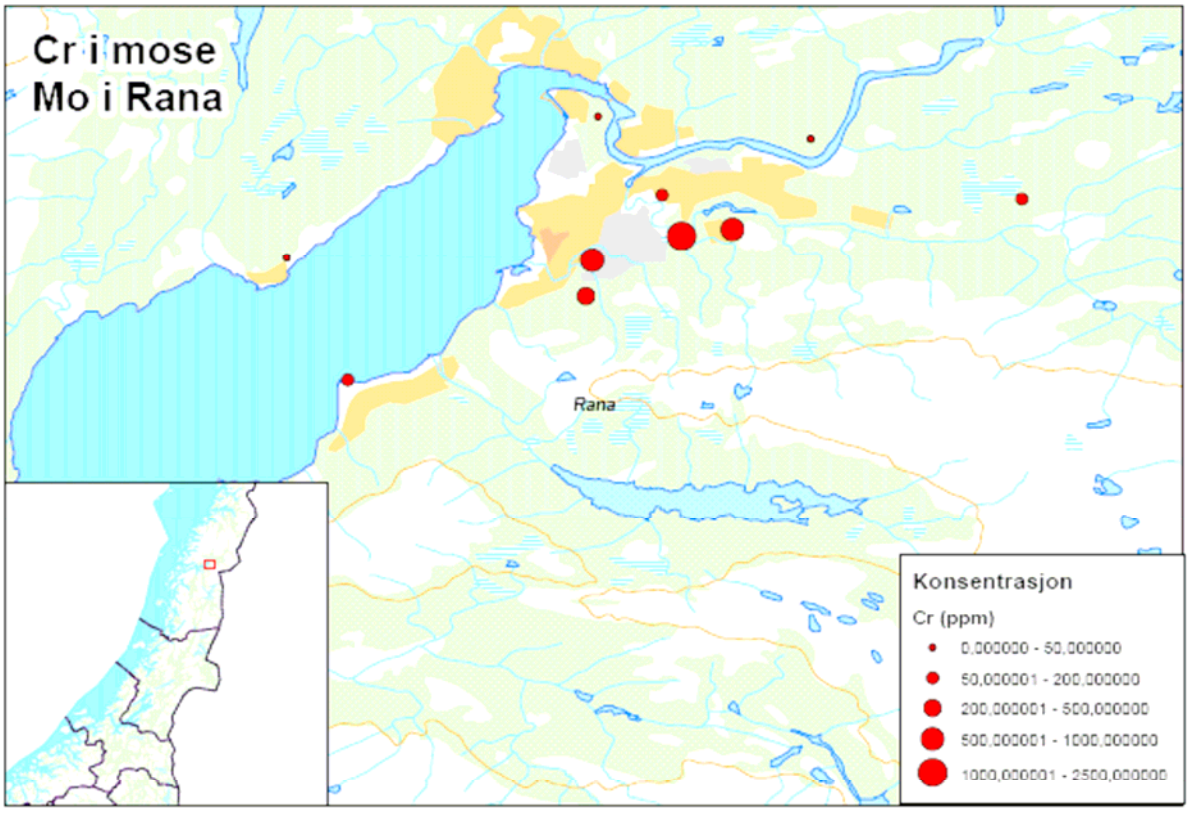
Figur 5a. Al i mose – Sunndal.



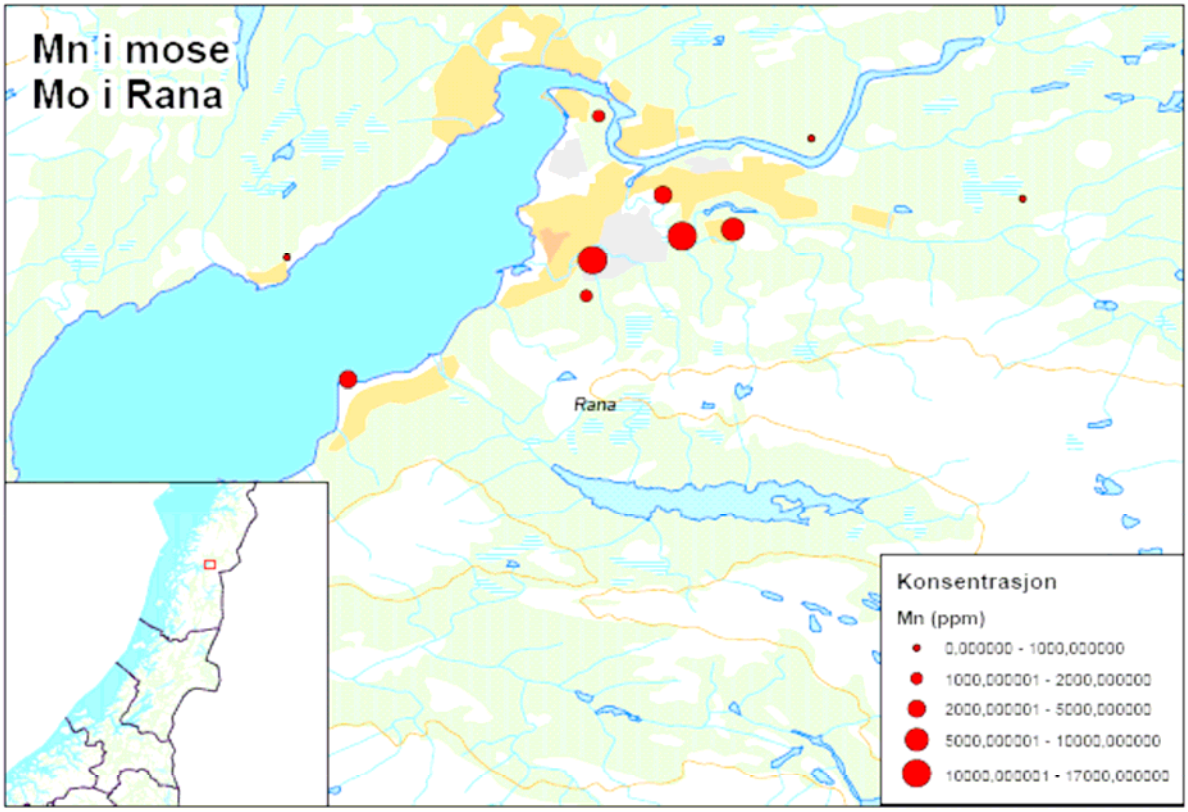
Figur 6. Prøvelokaliteter – Mo i Rana.



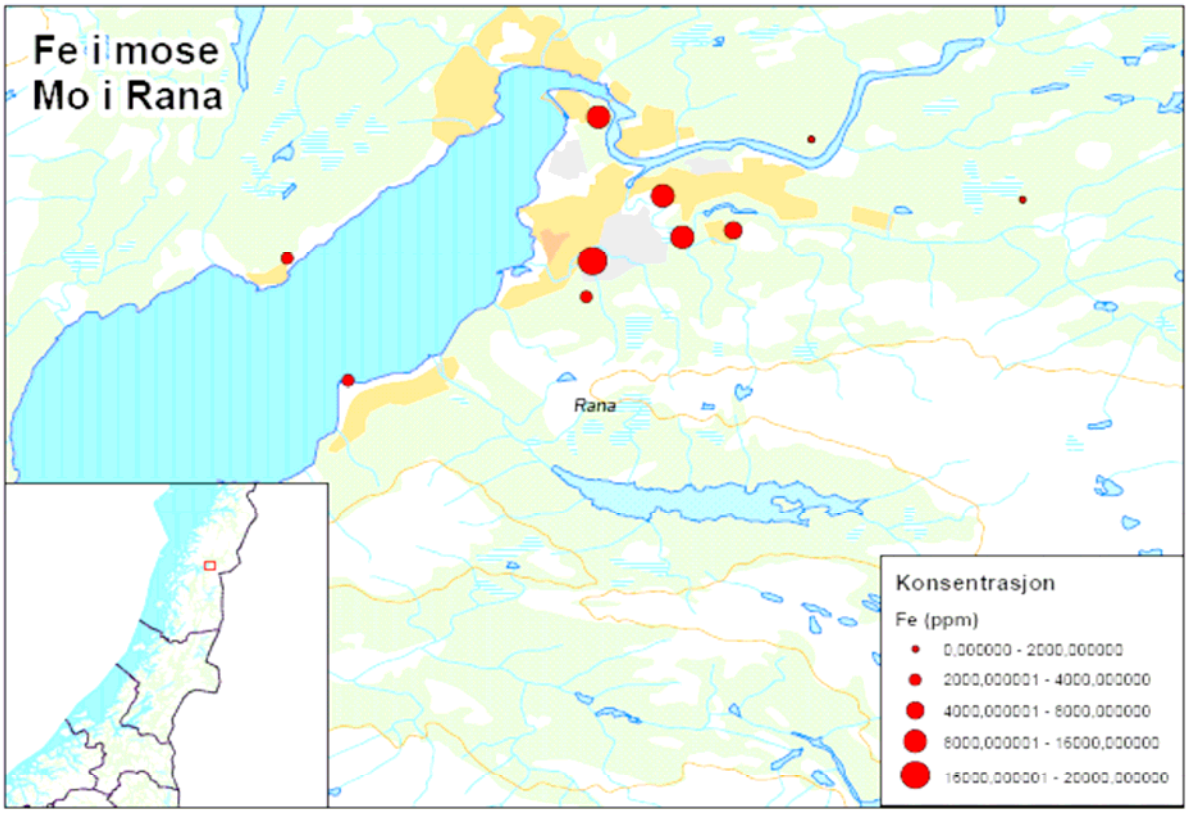
Figur 6a. V i mose – Mo i Rana.



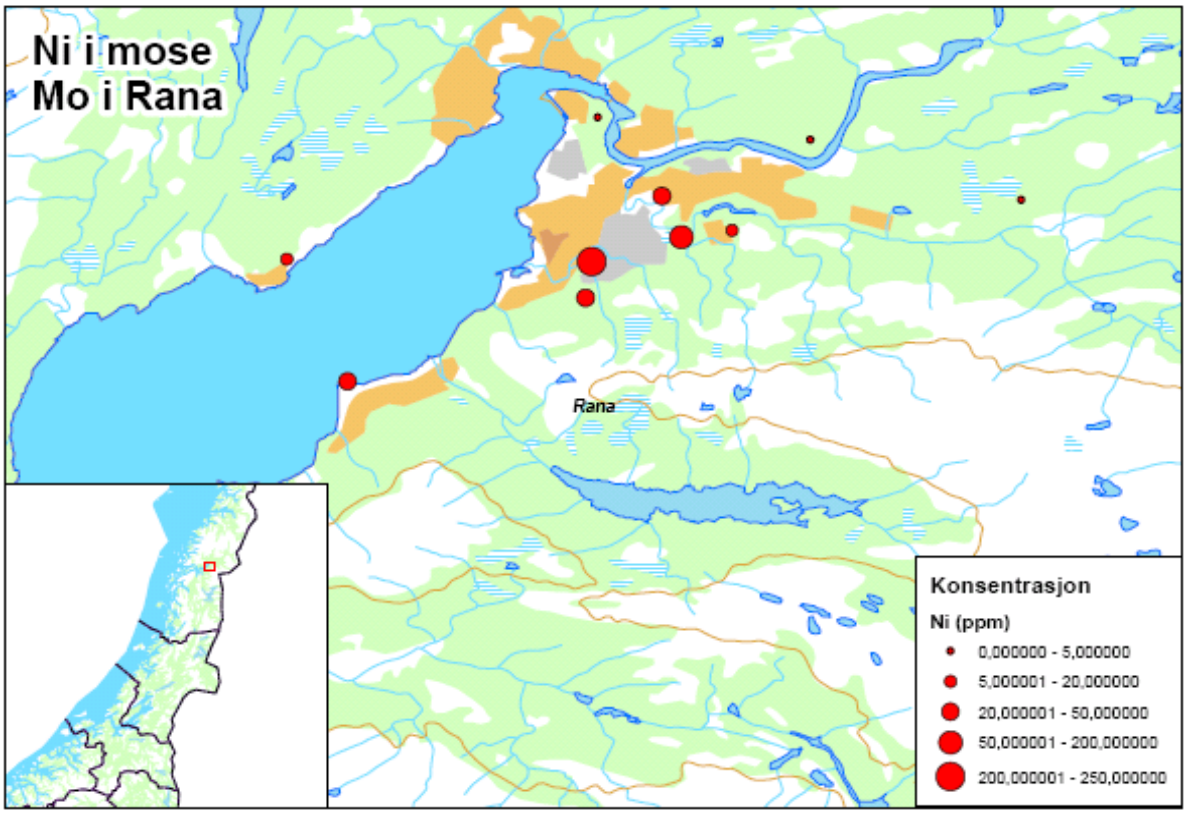
Figur 6b. Cr i mose – Mo i Rana.



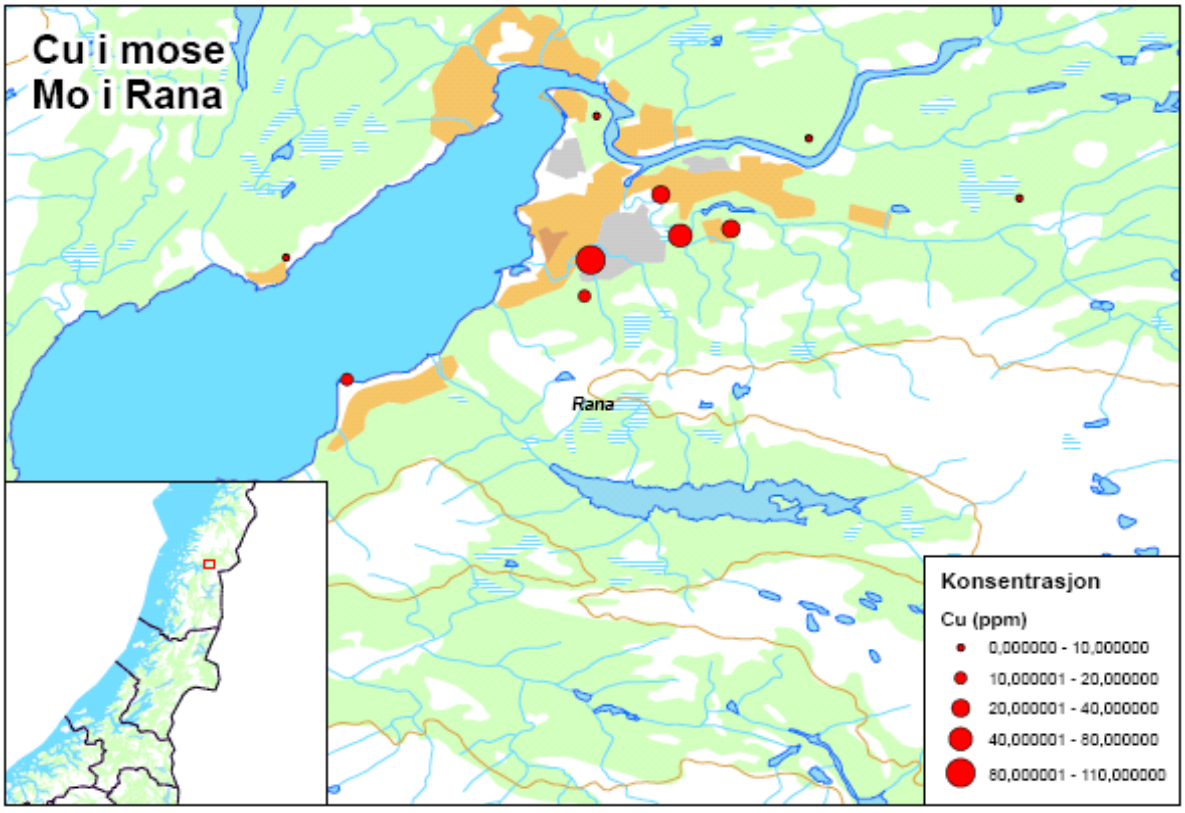
Figur 6c. Mn i mose – Mo i Rana.



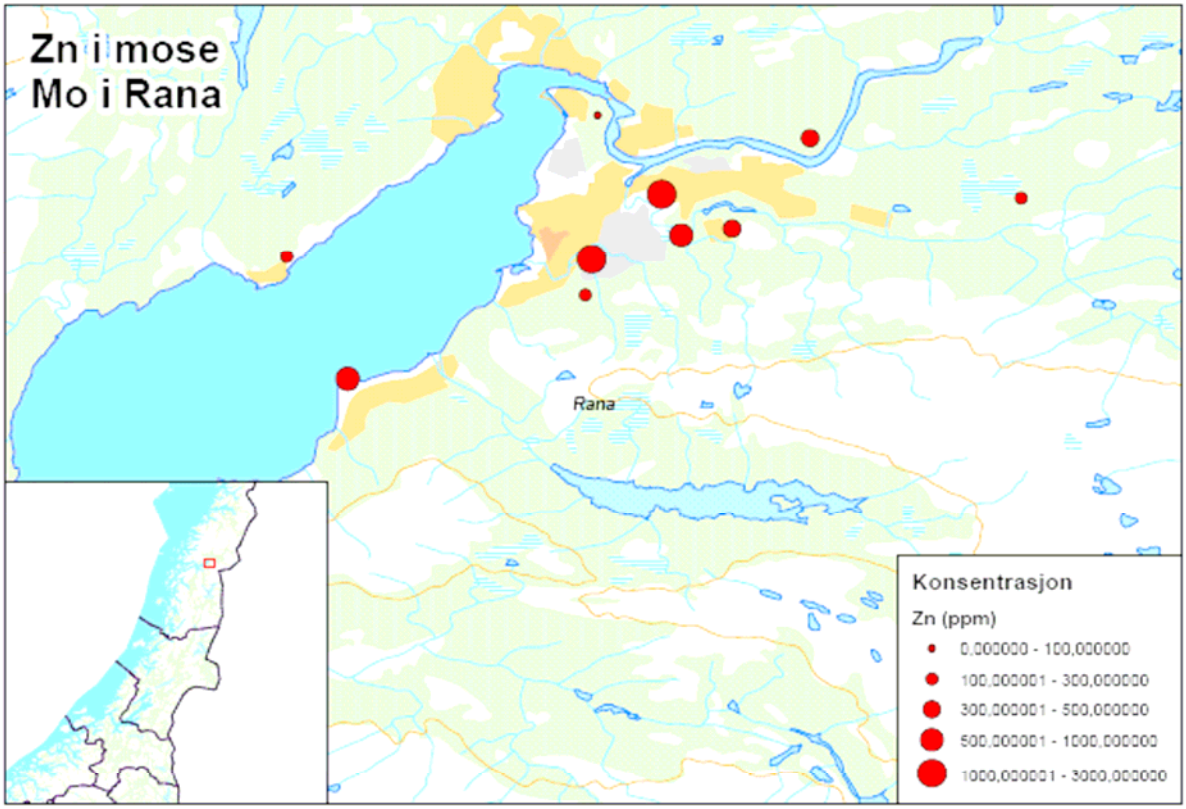
Figur 6d. Fe i mose – Mo i Rana.



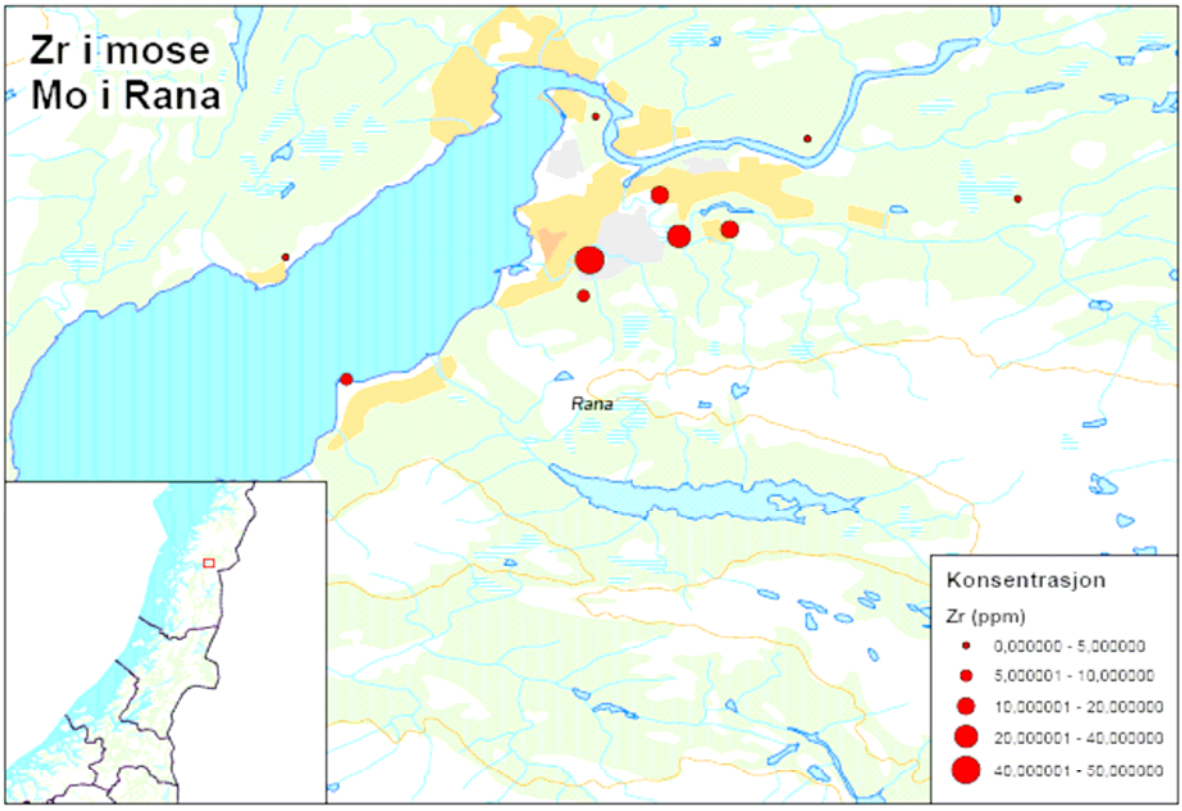
Figur 6e. Ni i mose – Mo i Rana.



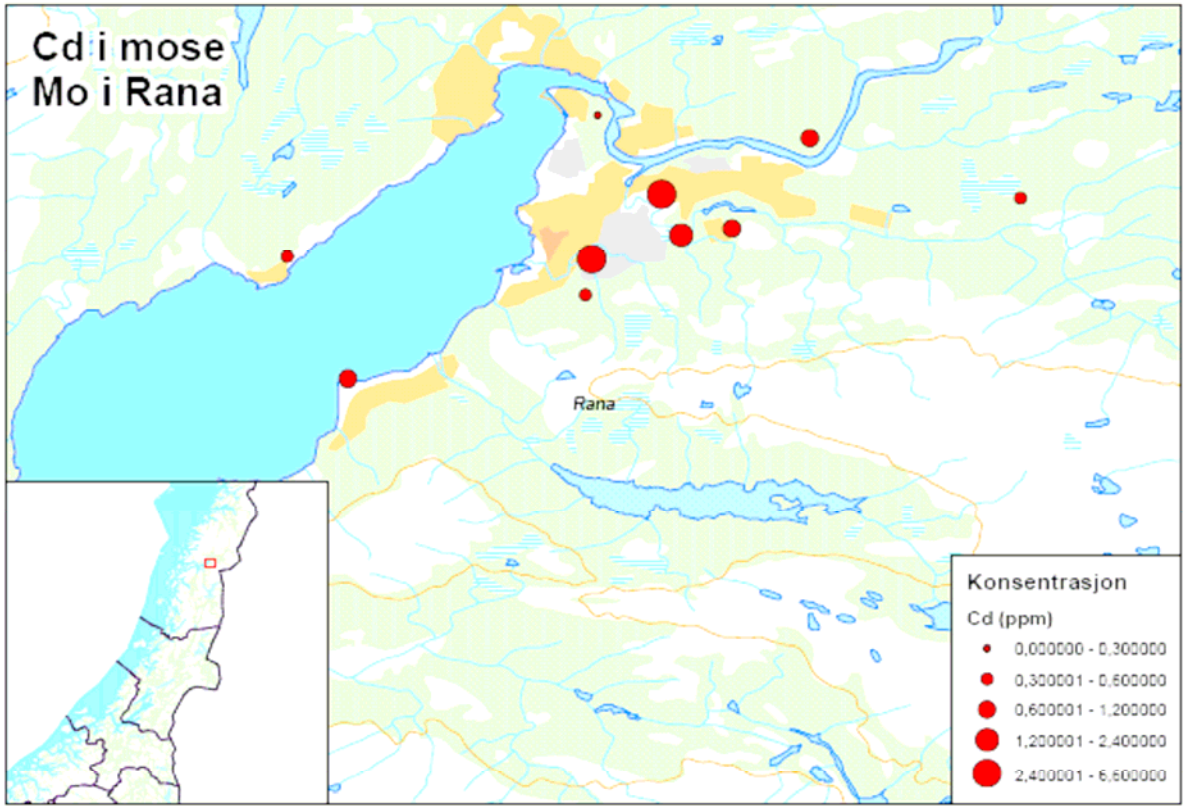
Figur 6f. Cu i mose – Mo i Rana.



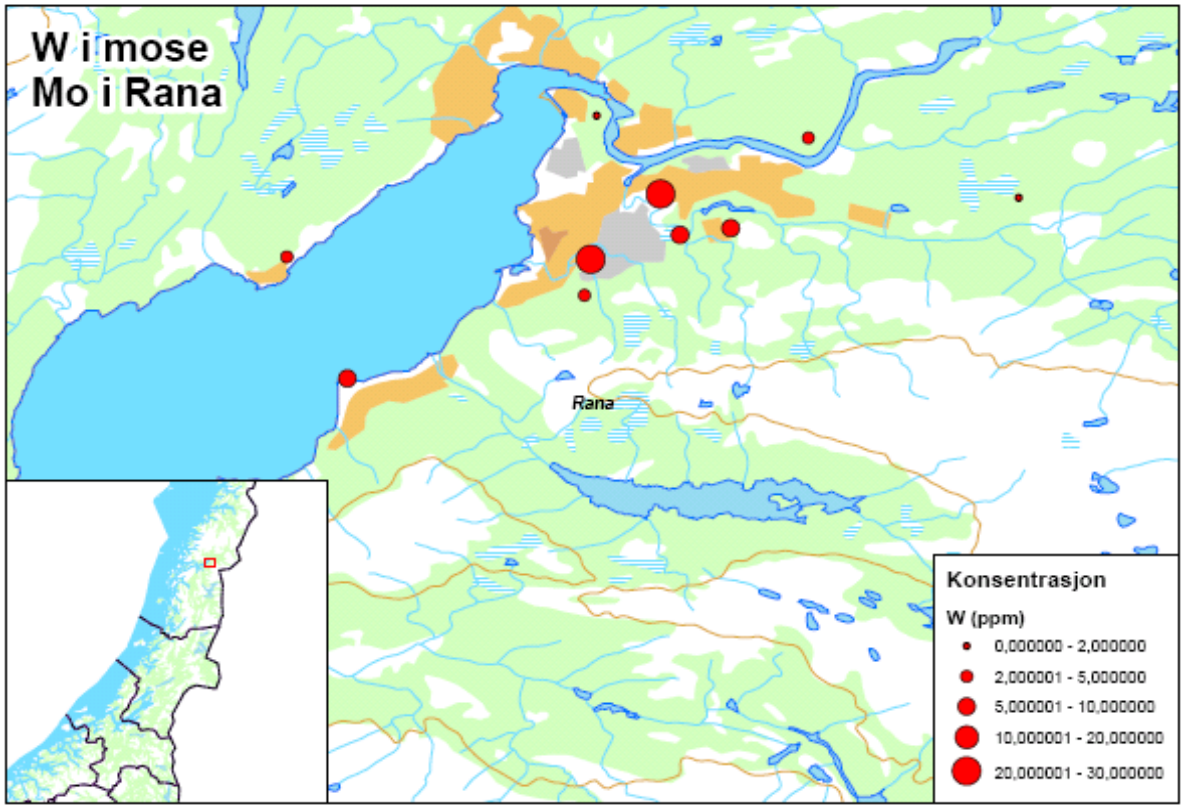
Figur 6g. Zn i mose – Mo i Rana.



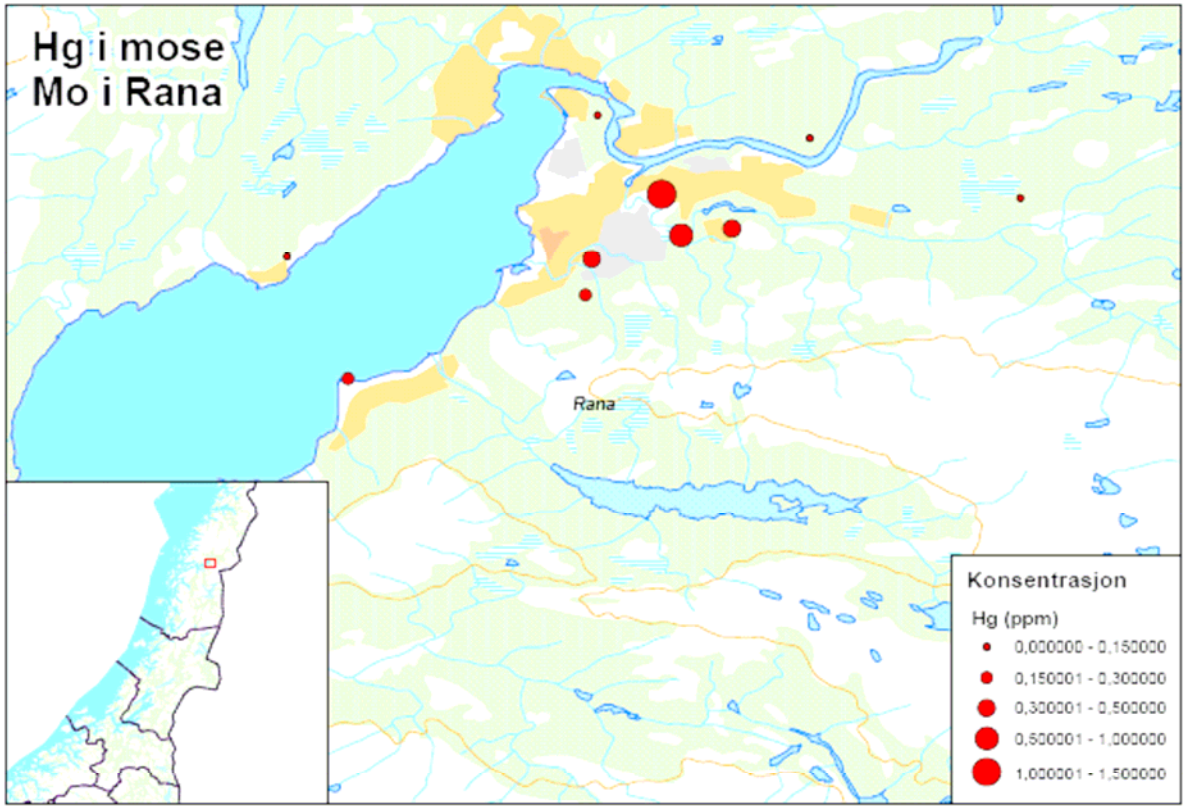
Figur 6h. Zr i mose – Mo i Rana.



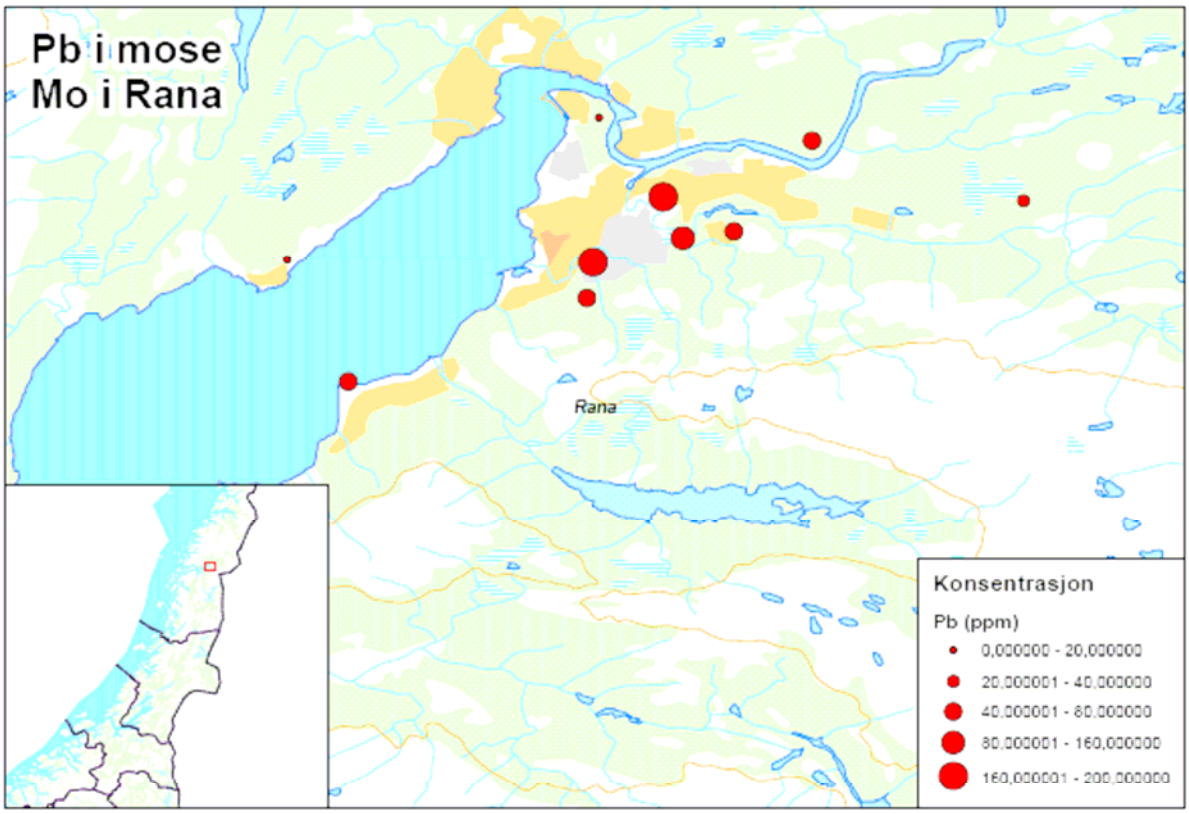
Figur 6i. Cd i mose – Mo i Rana.



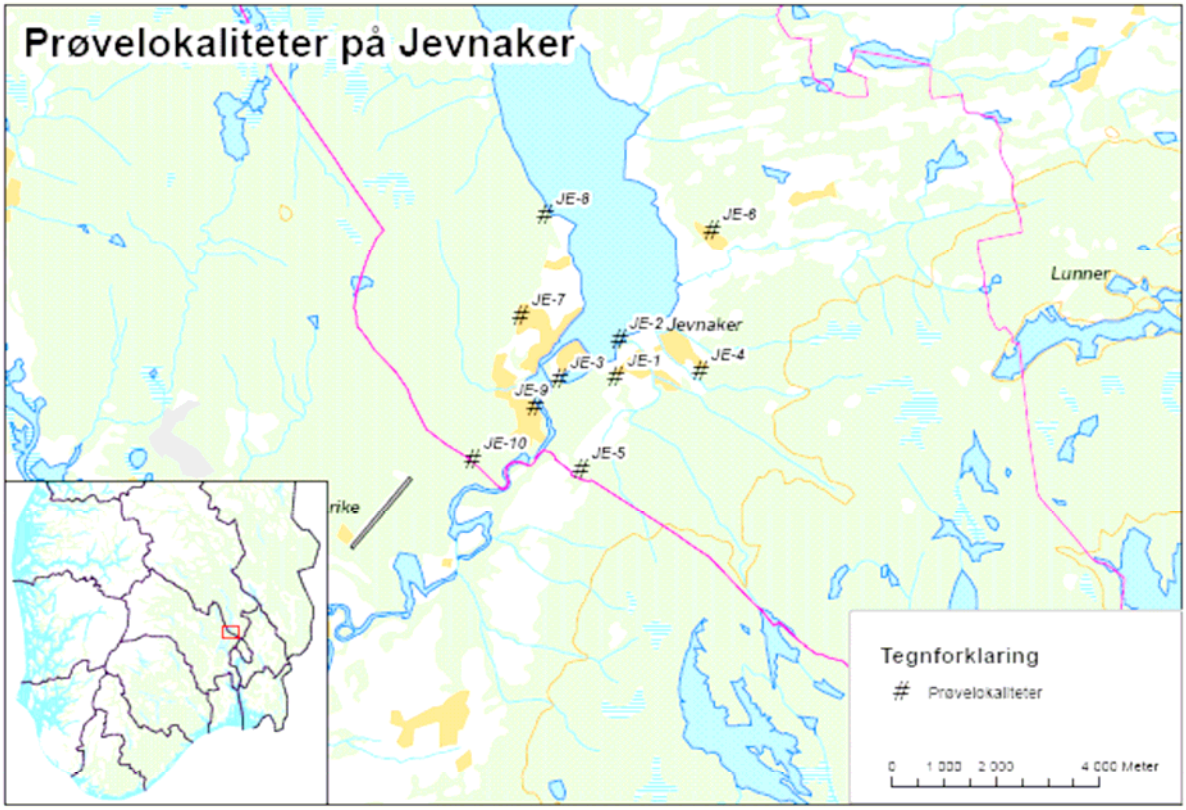
Figur 6j. W i mose – Mo i Rana.



Figur 6k. Hg i mose – Mo i Rana.



Figur 6l. Pb i mose – Mo i Rana.



Figur 7. Prøvelokaliteter – Jevnaker.

Tabell A.1: Konsentrasjoner av 44 elementer i mose (ppm). Verdier fra 2000 er gitt i kursiv.

Kristiansand

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
KR-1	2005	0,139	0,009	13,6	2993	337	3860	0,097	32,0	3,63	2,59	780	512	0,91	10,0	20,1
KR-2	2005	0,230	0,046	8,8	2852	489	3580	0,156	54,9	4,02	3,12	263	863	1,08	12,5	36,9
KR-3	2005	0,289	0,022	5,5	1792	503	3016	0,171	56,8	3,69	1,51	237	840	1,37	43,2	25,3
KR-4	2005	0,837	0,048	3,2	2158	1086	3266	0,256	89,3	8,19	4,18	256	1468	5,16	146,2	72,3
KR-5	2005	0,272	0,012	2,4	1865	469	2701	0,127	46,3	4,34	1,66	231	990	3,67	98,0	79,6
KR-6	2005	0,166	0,021	3,8	1797	248	2611	0,068	25,5	3,48	1,00	228	508	0,74	19,5	15,8
KR-7	2005	0,199	0,035	2,1	1555	352	2698	0,100	34,1	4,08	1,30	477	490	2,25	70,2	34,6
Bakgrunn																
138-05	2005	0,270	0,051	4,4	1728	1006	2293	0,353	95,7	5,95	2,03	517	1294	0,55	1,7	9,6
162-05	2005	0,101	<0.010	2,7	1747	190	1646	0,031	19,5	1,99	0,56	98	233	0,12	1,2	4,2
170-05	2005	0,137	0,007	1,1	1244	248	2090	0,050	18,1	2,80	0,66	473	291	0,12	1,5	7,2

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
KR-1	2005	57	0,16	0,45	21,6	25,9	0,25	0,91	0,083	0,78	0,004	0,093	0,507	<0,01	0,321	0,034
KR-2	2005	63	0,23	0,58	29,9	19,8	0,61	1,48	0,206	0,77	0,004	0,169	0,319	<0.01	0,364	0,108
KR-3	2005	47	0,26	0,52	17,3	10,4	0,51	2,37	0,164	0,63	0,006	0,301	0,244	<0.01	0,342	0,336
KR-4	2005	68	0,45	1,39	25,6	16,1	1,00	3,75	0,310	0,62	0,008	0,865	0,331	<0,01	0,368	1,082
KR-5	2005	50	0,23	0,98	20,8	11,9	0,46	3,06	0,135	0,59	0,006	0,952	0,250	<0,01	0,472	1,463
KR-6	2005	61	0,14	0,33	19,5	15,7	0,27	1,59	0,072	0,42	0,005	0,124	0,625	<0,01	0,345	0,363
KR-7	2005	48	0,19	0,69	15,4	9,7	0,30	1,51	0,088	0,57	0,006	0,413	0,343	<0,01	0,378	0,658
Bakgrunn																
138-05	2005	36	0,36	0,36	13,5	10,0	0,86	3,77	0,244	0,68	0,001	0,072	0,333	<0,01	0,254	0,011
162-05	2005	35	0,08	0,11	12,5	21,2	0,12	0,67	0,040	0,30	0,001	0,030	0,257	<0,01	0,220	0,018
170-05	2005	30	0,10	0,23	13,6	7,0	0,12	0,79	0,048	0,31	0,001	0,050	0,283	<0,01	0,237	0,008

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
KR-1	2005	0,54	40,4	0,43	0,75	0,021	0,204	0,56	0,000	0,1735	0,068	11,9	0,07	0,139	0,072
KR-2	2005	0,55	44,8	0,72	1,45	0,061	0,259	0,94	0,002	0,0589	0,047	10,1	0,09	0,232	0,194
KR-3	2005	0,57	20,2	0,70	1,42	0,049	0,012	1,07	0,006	0,0601	0,176	7,9	0,09	0,225	0,157
KR-4	2005	0,81	28,0	1,36	2,87	0,099	0,014	1,44	0,020	0,0568	0,148	11,9	0,37	0,437	0,311
KR-5	2005	0,46	25,4	0,63	1,21	0,042	0,011	1,17	0,019	0,0539	0,071	13,5	0,20	0,181	0,104
KR-6	2005	0,13	55,1	0,46	0,70	0,018	0,008	0,31	0,001	0,0640	0,051	9,8	0,06	0,104	0,049
KR-7	2005	0,66	19,4	0,43	0,80	0,021	0,013	0,62	0,015	0,0583	0,139	11,7	0,13	0,112	0,060
Bakgrunn															
138-05	2005	0,72	9,8	0,98	1,93	0,079	-0,006	0,51	0,003	0,0710	0,212	7,7	0,06	0,376	0,096
162-05	2005	0,14	11,8	0,21	0,40	0,008	-0,015	0,10	0,001	0,0436	0,033	4,3	0,03	0,054	0,019
170-05	2005	0,36	22,1	0,27	0,47	0,010	-0,015	0,16	0,001	0,0681	0,559	6,4	0,04	0,081	0,026

Sauda

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
SA-1	2005	0,14	0,028	2,4	978	289	1862	0,065	21,1	2,59	1,08	1790	353	0,70	4,5	6,9
	2000		*<0.01*		*1332*	*539*	*2825*		*37.9*	*3.11*	*1.32*	*2031*	*921*	*0.66*	*2.2*	*8.3*
SA-2	2005	0,16	0,048	1,0	1208	284	1962	0,084	25,9	2,16	0,84	1015	348	0,34	1,6	5,1
	2000		*0.05*		*1661*	*1046*	*3189*		*76.2*	*4.76*	*2.28*	*4637*	*1274*	*1.00*	*3.3*	*7.7*
SA-3	2005	0,31	0,049	4,9	1454	543	2400	0,151	44,3	2,97	2,92	4946	852	2,69	10,8	9,8
	2000		*<0.01*		*1366*	*739*	*2626*		*53.5*	*4.65*	*2.31*	*2989*	*1613*	*1.53*	*5.6*	*9.8*
SA-4	2005	0,16	0,018	4,3	1097	336	2540	0,075	27,7	1,97	0,80	2885	339	0,70	3,9	8,2
	2000		*<0.01*		*1701*	*452*	*3446*		*35.9*	*2.29*	*1.09*	*1612*	*703*	*0.39*	*2.7*	*7.4*
SA-5	2005	0,45	0,145	8,7	1583	1462	4066	0,644	84,4	4,14	6,46	14387	1613	10,06	25,7	13,2
	2000		*0.34*		*2111*	*2506*	*6850*		*166.7*	*9.79*	*9.99*	*18452*	*2780*	*5.78*	*14.0*	*12.7*
SA-6	2005	0,18	0,038	2,1	1367	343	2378	0,119	32,4	2,72	2,34	2776	664	2,52	10,6	7,3
	2000		*<0.01*		*1675*	*768*	*3819*		*53.3*	*3.86*	*2.82*	*3975*	*1623*	*1.78*	*6.1*	*9.7*
SA-7	2005	0,17	0,013	2,1	1424	281	2447	0,072	27,3	2,49	0,81	1014	329	0,28	4,2	6,2
	2000		*<0.01*		*1430*	*367*	*4495*		*24.8*	*2.75*	*0.79*	*1904*	*506*	*0.28*	*1.8*	*9.6*
SA-8	2005	0,14	-0,001	2,2	1097	325	2352	0,099	26,1	2,16	1,66	2601	455	1,57	2,9	6,0
	2000		*0.07*		*1635*	*939*	*2595*		*58.3*	*4.61*	*3.55*	*4610*	*1135*	*1.68*	*4.5*	*8.4*
SA-9	2005	0,14	0,032	4,7	1346	386	2013	0,091	28,9	2,01	1,74	2206	500	1,61	8,6	7,3
	2000		*<0.01*		*1494*	*600*	*4434*		*45.5*	*2.56*	*2.72*	*3490*	*1145*	*1.02*	*4.4*	*7.9*
SA-10	2005	0,18	0,021	4,0	1340	449	3864	0,181	62,2	3,17	0,91	1880	400	0,49	4,7	7,1
	2000		*<0.01*		*1584*	*264*	*3067*		*21.1*	*1.16*	*0.45*	*894*	*395*	*0.16*	*1.6*	*5.5*
Bakgrunn																
204-05	2005	0,47	0,052	2,8	1345	1145	2065	0,388	131,7	3,17	0,87	290	1472	0,35	1,2	4,9
206-05	2005	0,07	0,055	1,8	1027	199	2343	0,027	13,8	0,98	0,23	156	124	0,09	1,0	5,4
210-05	2005	0,12	0,031	1,9	1125	233	3071	0,050	20,6	1,12	0,40	639	182	0,12	1,1	3,6

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
SA-1	2005	51	0,12	0,31	8,1	7,6	0,13	0,79	0,054	0,55	0,002	0,041	0,247	<0,01	0,189	0,005
	2000	*50*	*0.19*	*1.97*		*10.7*	*0.28*	*0.49*	*0.058*	*0.77*			*0.448*		*0.176*	
SA-2	2005	31	0,12	0,16	23,5	8,9	0,19	0,89	0,066	0,29	0,001	0,040	0,188	<0,01	0,170	0,013
	2000	*46*	*0.30*	*2.19*		*15.7*	*0.81*	*0.66*	*0.085*	*0.64*			*0.449*		*0.112*	
SA-3	2005	72	0,21	0,87	15,4	15,3	0,35	1,71	0,134	0,70	0,005	0,035	0,438	<0,01	0,181	0,033
	2000	*65*	*0.31*	*3.89*		*13.8*	*0.58*	*0.85*	*0.117*	*1.17*			*0.492*		*0.201*	
SA-4	2005	60	0,12	0,24	13,2	9,3	0,19	0,81	0,072	0,47	0,002	0,038	0,332	<0,01	0,128	0,011
	2000	*65*	*0.17*	*1.05*		*18.6*	*0.26*	*0.42*	*0.077*	*0.38*			*0.212*		*0.121*	
SA-5	2005	193	0,30	1,38	7,7	40,6	1,23	7,11	0,162	1,80	0,007	0,100	0,917	0,02	0,221	0,075
	2000	*188*	*0.74*	*7.14*		*44.4*	*4.41*	*7.53*	*0.092*	*1.80*			*0.989*		*0.210*	
SA-6	2005	87	0,17	0,68	9,9	16,8	0,25	2,22	0,097	0,74	0,004	0,039	0,353	<0,01	0,190	0,029
	2000	*112*	*0.26*	*2.92*		*17.1*	*0.61*	*1.04*	*0.102*	*1.14*			*0.509*		*0.185*	
SA-7	2005	73	0,13	0,23	13,1	12,4	0,15	0,96	0,065	0,40	0,003	0,025	0,311	<0,01	0,137	0,011
	2000	*99*	*0.14*	*0.74*		*13.4*	*0.13*	*0.30*	*0.047*	*0.39*			*0.359*		*0.156*	
SA-8	2005	64	0,13	0,40	5,8	11,4	0,20	1,29	0,065	0,45	0,000	0,034	0,257	<0,01	0,154	0,024
	2000	*67*	*0.25*	*2.63*		*14.8*	*0.62*	*1.03*	*0.085*	*0.72*			*0.470*		*0.149*	
SA-9	2005	63	0,14	0,44	7,4	14,0	0,24	1,33	0,089	0,63	0,002	0,030	0,333	<0,01	0,154	0,005
	2000	*150*	*0.26*	*1.63*		*16.5*	*0.44*	*0.68*	*0.080*	*0.48*			*0.440*		*0.169*	
SA-10	2005	100	0,21	0,25	17,7	13,8	0,20	1,28	0,106	0,54	0,003	0,034	0,374	<0.01	0,109	0,025
	2000	*84*	*0.10*	*0.35*		*10.2*	*0.14*	*0.20*	*0.067*	*0.25*			*0.248*		*0.090*	
Bakgrunn																
204-05	2005	28	0,52	0,34	16,5	13,3	0,92	1,04	0,276	0,26	0,000	0,029	0,202	<0,01	0,096	-0,010
206-05	2005	25	0,06	0,12	12,5	8,5	0,06	0,41	0,022	0,10	-0,001	0,020	0,099	<0,01	0,096	-0,004
210-05	2005	31	0,08	0,11	22,5	7,6	0,13	0,63	0,046	0,17	-0,001	0,021	0,090	<0,01	0,090	-0,010

Sauda, forts.

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
SA-1	2005	0,15	18,4	0,25	0,46	0,017	0,039	0,20	0,001	0,0964	0,306	8,7	0,05	0,050	0,021
	2000		*39.4*	*0.39*	*0.86*			*0.07*		*0.117*	*0.474*	*14.2*	*0.05*	*0.064*	
SA-2	2005	0,57	14,7	0,33	0,64	0,018	-0,009	0,35	-0,002	0,0498	0,050	7,3	0,04	0,056	0,022
	2000		*50.5*	*1.08*	*2.25*			*0.19*		*0.090*	*0.485*	*18.4*	*0.07*	*0.147*	
SA-3	2005	0,27	47,9	0,65	1,33	0,039	0,043	1,03	0,000	0,0964	0,172	10,1	0,07	0,118	0,042
	2000		*72.0*	*0.77*	*1.79*			*0.16*		*0.086*	*0.203*	*17.5*	*0.04*	*0.127*	
SA-4	2005	0,22	22,8	0,35	0,68	0,023	0,036	0,35	0,000	0,1098	0,169	6,5	0,03	0,070	0,020
	2000		*32.4*	*0.39*	*0.78*			*0.05*		*0.070*	*0.105*	*8.9*	*0.04*	*0.056*	
SA-5	2005	0,35	239,6	1,58	4,25	0,111	0,040	1,28	0,001	0,1218	0,118	16,4	0,11	0,340	0,124
	2000		*511.7*	*5.34*	*12.98*			*0.19*		*0.115*	*0.496*	*73.2*	*0.12*	*0.556*	
SA-6	2005	0,17	36,3	0,43	0,86	0,026	0,038	0,43	0,001	0,0590	0,071	8,7	0,06	0,099	0,030
	2000		*79.7*	*0.81*	*1.89*			*0.10*		*0.059*	*0.184*	*20.1*	*0.06*	*0.135*	
SA-7	2005	0,29	23,4	0,29	0,54	0,019	0,036	0,14	0,000	0,0739	0,057	6,4	0,04	0,064	0,022
	2000		*38.7*	*0.27*	*0.52*			*0.04*		*0.054*	*0.146*	*13.8*	*0.05*	*0.040*	
SA-8	2005	0,36	24,0	0,31	0,62	0,021	-0,009	0,28	-0,002	0,0542	0,067	7,9	0,05	0,051	0,026
	2000		*66.9*	*0.87*	*1.92*			*0.10*		*0.096*	*0.183*	*18.7*	*0.08*	*0.133*	
SA-9	2005	0,22	22,4	0,33	0,62	0,025	0,038	0,29	0,001	0,0791	0,068	6,6	0,04	0,064	0,033
	2000		*43.5*	*0.71*	*1.65*			*0.07*		*0.068*	*0.185*	*16.6*	*0.04*	*0.083*	
SA-10	2005	1,05	27,4	0,36	0,67	0,024	0,042	0,17	0,001	0,0833	0,061	6,9	0,03	0,065	0,028
	2000		*13.5*	*0.23*	*0.49*			*0.04*		*0.047*	*0.091*	*5.1*	*0.02*	*0.066*	
Bakgrunn															
204-05	2005	0,55	24,9	1,08	2,38	0,071	-0,008	0,42	-0,002	0,0545	0,475	3,9	0,03	0,194	0,075
206-05	2005	0,38	17,4	0,13	0,22	0,005	-0,009	0,06	-0,002	0,0535	0,199	1,9	0,01	0,025	0,014
210-05	2005	0,43	20,7	0,21	0,40	0,011	-0,009	0,10	-0,001	0,0988	0,094	2,1	0,02	0,041	0,016

Odda

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
OD-1	2005	0,123	0,035	2,1	1220	232	2869	0,084	115,0	1,83	0,77	115	445	0,17	1,1	5,8
OD-2	2005	0,105	0,023	2,4	1392	193	4027	0,068	122,0	1,54	0,80	157	436	0,25	2,8	7,0
	2000		*<0.01*		*1506*	*440*	*7127*		*156.8*	*1.98*	*0.79*	*119*	*1102*	*0.27*	*1.4*	*8.6*
OD-3	2005	0,147	<0.01	2,0	1238	346	3868	0,102	128,8	2,23	1,34	431	746	0,29	1,6	10,8
OD-4	2005	0,188	0,024	9,0	1654	317	5476	0,144	220,1	2,58	2,14	177	1183	0,66	5,7	12,6
	2000		*<0.01*		*1289*	*637*	*10523*		*178.4*	*6.34*	*1.80*	*142*	*1954*	*0.60*	*6.2*	*19.5*
OD-5	2005	0,170	0,032	0,7	1036	319	2212	0,111	146,8	2,41	1,57	229	747	0,35	4,5	11,3
	2000		*<0.01*		*855*	*309*	*3055*		*105.5*	*1.79*	*0.91*	*225*	*815*	*0.22*	*1.3*	*12.3*
OD-6	2005	0,189	0,012	4,5	1923	332	3997	0,120	148,8	1,91	1,31	436	875	0,62	4,9	14,3
	2000		*<0.01*		*1540*	*316*	*4146*		*121.6*	*1.28*	*0.67*	*141*	*807*	*0.22*	*1.0*	*11.6*
OD-7	2005	0,141	0,005	2,3	1055	309	3460	0,121	184,6	2,71	1,84	75	1200	0,60	7,0	12,9
	2000		*<0.01*		*1157*	*561*	*6578*		*228.5*	*3.76*	*1.67*	*133*	*2159*	*0.63*	*3.2*	*15.2*
OD-8	2005	0,741	0,071	19,1	3676	755	4411	0,263	271,4	3,44	3,65	409	1681	1,43	16,5	22,9
	2000		*<0.01*		*2131*	*474*	*5076*		*151.2*	*1.86*	*0.86*	*257*	*1095*	*0.61*	*1.6*	*13.6*
OD-9	2005	0,248	0,025	6,0	1585	455	5738	0,208	314,8	4,13	2,99	84	2144	0,83	7,5	11,8
	2000		*<0.01*		*1275*	*634*	*6343*		*213.6*	*3.95*	*2.14*	*164*	*3842*	*0.97*	*2.8*	*14.4*
OD-10	2005	0,211	0,020	3,9	1539	401	4177	0,180	357,6	5,98	4,92	131	4270	1,47	10,5	9,2
OD-11	2005	0,280	0,027	5,2	2205	424	4807	0,190	400,4	5,92	4,41	671	3427	1,42	14,3	9,6
	2000		*<0.01*		*1230*	*511*	*4266*		*165.7*	*3.34*	*1.83*	*258*	*3059*	*0.70*	*2.1*	*9.0*
OD-12	2005	0,353	0,035	7,7	2460	485	7063	0,242	345,4	4,23	3,33	87	1897	0,96	31,1	15,8
	2000		*<0.01*		*1675*	*930*	*6375*		*262.1*	*4.15*	*3.23*	*367*	*3399*	*2.51*	*7.1*	*14.1*
OD-13	2005	0,160	0,034	5,3	2012	285	3593	0,122	280,1	3,07	1,92	571	1012	0,42	3,9	10,6
	2000		*<0.01*		*1251*	*288*	*3933*		*150.7*	*1.49*	*0.90*	*273*	*886*	*0.21*	*1.8*	*7.0*
OD-14	2005	0,158	0,003	3,3	1681	291	3083	0,130	284,8	3,27	2,05	198	1242	0,48	4,7	6,5
OD-15	2005	0,662	0,033	1,8	3057	1399	3347	0,631	179,5	4,07	10,06	113	1899	1,59	16,5	8,3
Bakgrunn																
215-05	2005	0,143	0,017	2,1	1896	291	3023	0,064	38,3	1,48	0,52	519	278	0,20	1,4	6,3
218-05	2005	0,064	0,027	1,0	875	197	2678	0,032	18,1	0,69	0,28	669	127	0,08	1,0	3,2
220-05	2005	0,073	0,053	1,9	1835	170	1885	0,043	20,4	0,98	0,31	284	162	0,12	1,3	2,8

Odda, forts.

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
OD-1	2005	285	0,11	0,27	16,1	8,3	0,17	0,63	0,070	0,22	0,000	0,065	0,785	0,01	0,127	0,001
OD-2	2005	484	0,10	0,35	14,7	10,6	0,18	0,95	0,079	0,29	0,001	0,100	1,426	0,03	0,138	-0,126
	2000	*559*	*0.27*	*0.60*		*10.8*	*0.41*	*0.48*	*0.191*	*0.17*			*1.998*		*0.135*	
OD-3	2005	694	0,15	1,01	32,0	7,4	0,20	0,93	0,108	0,29	0,001	0,194	2,453	0,07	0,308	0,011
OD-4	2005	1316	0,19	0,83	8,2	10,7	0,40	1,32	0,088	0,42	0,001	0,189	3,661	0,11	0,232	-0,123
	2000	*1494*	*0.76*	*1.43*		*14.3*	*0.78*	*0.95*	*0.257*	*0.38*			*5.448*		*0.428*	
OD-5	2005	915	0,17	0,84	36,2	7,5	0,21	1,22	0,094	0,43	0,003	0,214	2,708	0,09	0,320	-0,127
	2000	*709*	*0.22*	*0.76*		*8.0*	*0.26*	*0.42*	*0.147*	*0.29*			*3.291*		*0.255*	
OD-6	2005	1423	0,19	0,96	30,6	8,7	0,36	1,06	0,101	0,45	0,004	0,303	3,764	0,11	0,331	-0,127
	2000	*941*	*0.16*	*0.97*		*8.9*	*0.26*	*0.36*	*0.179*	*0.18*			*3.232*		*0.290*	
OD-7	2005	1107	0,18	0,96	10,1	8,2	0,36	0,96	0,066	0,27	0,002	0,193	3,024	0,10	0,215	0,005
	2000	*1510*	*0.48*	*1.65*		*11.9*	*0,80*	*0.91*	*0.148*	*0.25*			*5.377*		*0.212*	
OD-8	2005	2984	0,36	1,80	51,4	10,1	0,76	1,92	0,154	0,92	0,004	0,702	6,603	0,25	0,557	-0,120
	2000	*1472*	*0.24*	*0.93*		*12.4*	*0.31*	*0.51*	*0.096*	*0.22*			*4.137*		*0.221*	
OD-9	2005	904	0,27	0,68	3,1	16,0	0,51	2,06	0,148	0,41	0,004	0,186	2,904	0,12	0,177	-0,068
	2000	*1176*	*0.48*	*1.58*		*14.2*	*0.88*	*0.99*	*0.339*	*0.34*			*3.614*		*0.235*	
OD-10	2005	1050	0,35	0,80	17,6	12,9	0,39	2,09	0,027	0,39	0,003	0,162	2,377	0,14	0,042	0,032
OD-11	2005	951	0,33	0,45	18,6	18,2	0,44	1,95	0,018	0,28	0,004	0,128	1,907	0,16	0,015	0,012
	2000	*815*	*0.36*	*0.97*		*11.0*	*0.69*	*0.66*	*0.012*	*0.21*			*1.680*		*0.011*	
OD-12	2005	913	0,28	0,39	12,6	22,4	0,80	1,96	0,086	0,51	0,004	0,136	2,336	0,08	0,076	0,011
	2000	*824*	*0.39*	*1.62*		*19.1*	*1.26*	*1.02*	*0.050*	*0.33*			*2.621*		*0.060*	
OD-13	2005	841	0,15	0,50	14,7	9,3	0,19	0,97	0,060	0,29	0,003	0,141	2,080	0,07	0,074	0,025
	2000	*478*	*0.14*	*0.51*		*9.2*	*0.21*	*0.42*	*0.116*	*0.10*			*1.374*		*0.068*	
OD-14	2005	646	0,16	0,63	17,8	11,1	0,20	1,60	0,131	0,37	0,001	0,131	1,559	0,07	0,117	0,011
OD-15	2005	135	0,51	0,72	18,1	12,8	0,95	1,43	0,221	0,13	0,000	0,034	0,493	0,00	0,040	0,001
Bakgrunn																
215-05	2005	66	0,11	0,30	16,9	16,1	0,18	0,67	0,059	0,29	0,002	0,030	0,237	<0,01	0,117	-0,004
218-05	2005	18	0,06	0,07	27,2	6,1	0,08	0,63	0,022	0,17	-0,001	0,027	0,082	<0.01	0,060	-0,009
220-05	2005	48	0,07	0,10	19,4	14,7	0,09	0,28	0,042	0,11	0,001	0,008	0,084	<0.01	0,073	-0,004

Odda, forts.

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
OD-1	2005	0,47	12,9	0,28	0,49	0,015	-0,008	0,20	-0,002	0,0320	0,190	9,8	0,04	0,052	0,021
OD-2	2005	0,35	12,1	0,24	0,43	0,014	0,008	0,12	0,000	0,1266	0,081	16,5	0,05	0,058	0,022
	2000		*11.2*	*0.47*	*0.98*			*0.04*		*0.186*	*0.105*	*20.6*	*0.04*	*0.114*	
OD-3	2005	1,57	30,3	0,29	0,50	0,018	-0,008	0,16	-0,002	0,0808	0,230	34,3	0,10	0,067	0,029
OD-4	2005	0,09	21,4	0,68	0,79	0,025	0,013	0,08	0,000	0,2062	0,157	41,3	0,15	0,086	0,031
	2000		*21.0*	*1.01*	*1.80*			*0.07*		*0.411*	*0.105*	*77.2*	*0.16*	*0.216*	
OD-5	2005	1,23	18,3	0,26	0,50	0,014	0,010	0,08	0,000	0,2355	0,160	38,6	0,12	0,067	0,029
	2000		*18.8*	*0.29*	*0.67*			*0.04*		*0.336*	*0.102*	*42.0*	*0.08*	*0.076*	
OD-6	2005	0,53	31,8	0,66	1,02	0,028	0,010	0,14	0,000	0,5905	0,172	46,1	0,12	0,131	0,068
	2000		*19.6*	*0.44*	*0.74*			*0.01*		*0.334*	*0.136*	*38.0*	*0.08*	*0.089*	
OD-7	2005	0,08	14,3	0,40	0,70	0,037	0,037	0,11	0,001	0,2210	0,105	37,4	0,13	0,081	0,052
	2000		*14.7*	*0.89*	*1.76*			*0.02*		*0.391*	*0.115*	*61.6*	*0.14*	*0.233*	
OD-8	2005	4,28	50,5	2,37	3,37	0,064	0,017	0,23	0,000	1,0180	0,520	67,1	0,27	0,353	0,313
	2000		*37.6*	*0.82*	*1.28*			*0.02*		*0.430*	*0.199*	*47.4*	*0.10*	*0.089*	
OD-9	2005	0,10	36,2	1,32	1,59	0,041	0,012	0,19	0,000	0,1660	0,108	34,9	0,17	0,165	0,059
	2000		*37.7*	*1.56*	*2.80*			*0.10*		*0.308*	*0.171*	*58.1*	*0.16*	*0.483*	
OD-10	2005	0,41	19,6	0,59	1,11	0,040	0,043	-0,02	0,001	0,1422	0,136	29,0	0,27	0,221	0,054
OD-11	2005	0,43	42,8	0,72	1,38	0,046	0,041	-0,01	0,000	0,1181	0,126	26,7	0,23	0,257	0,081
	2000		*22.5*	*1.27*	*2.46*			*0.01*		*0.175*	*0.333*	*31.4*	*0.13*	*0.388*	
OD-12	2005	0,29	51,5	1,19	2,06	0,068	0,041	0,03	0,000	0,1573	0,082	26,3	0,09	0,269	0,107
	2000		*53.1*	*1.80*	*4.00*			*0.01*		*0.243*	*0.182*	*44.5*	*0.12*	*0.424*	
OD-13	2005	0,71	19,0	0,28	0,51	0,020	0,041	0,00	0,001	0,2010	0,166	22,6	0,10	0,068	0,028
	2000		*10.2*	*0.26*	*0.56*			*0.01*		*0.109*	*0.080*	*17.6*	*0.04*	*0.081*	
OD-14	2005	0,65	27,8	0,31	0,57	0,022	0,040	0,02	0,001	0,1108	0,081	20,0	0,08	0,091	0,034
OD-15	2005	0,88	24,7	0,89	1,98	0,089	-0,006	0,36	-0,002	0,0419	0,100	5,1	0,03	0,237	0,077
Bakgrunn															
215-05	2005	0,83	31,2	0,25	0,46	0,016	-0,008	0,32	-0,002	0,2500	0,108	3,7	0,02	0,047	0,026
218-05	2005	1,99	24,4	0,24	0,37	0,006	-0,008	0,10	-0,002	0,0720	0,018	1,6	0,01	0,024	0,011
220-05	2005	0,19	10,4	0,14	0,28	0,009	-0,008	0,16	-0,002	0.0737	0,023	1,5	0,01	0,040	0,014

Årdal

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
ÅR-1	2005	0,41	0,210	2,8	1501	11936	3011	0,326	118,1	8,21	2,13	173	1568	1,40	28,5	8,0
	2000		*0.10*		*1667*	*9906*	*3534*		*126.4*	*5.39*	*1.19*	*144*	*1340*	*0.87*	*12.7*	*5.2*
ÅR-2	2005	0,31	0,192	4,9	1668	8731	3978	0,173	55,2	5,44	1,86	199	971	0,91	20,2	8,5
	2000		*0.05*		*1976*	*7723*	*4533*		*39.6*	*2.80*	*0.77*	*271*	*654*	*0.55*	*8.8*	*6.0*
ÅR-3	2005	0,39	0,287	2,9	1675	18734	2562	0,216	70,3	7,15	2,20	212	1081	1,29	37,7	6,4
	2000		*0.25*		*1728*	*23723*	*3595*		*49.4*	*5.34*	*1.04*	*136*	*738*	*0.98*	*23.1*	*8.2*
ÅR-4	2005	1,06	0,314	6,4	2172	12121	4780	0,812	262,4	17,15	5,58	209	3779	2,09	22,6	22,6
	2000		*0.26*		*3238*	*10790*	*5977*		*411.6*	*22.65*	*9.06*	*251*	*6278*	*2.53*	*19.5*	*28.2*
ÅR-5	2005	0,59	0,404	4,3	1445	18766	3365	0,132	52,6	9,63	1,45	517	815	1,33	57,1	8,1
	2000		*0.23*		*1890*	*18277*	*3691*		*42.7*	*8.35*	*1.24*	*156*	*647*	*1.29*	*38.8*	*9.5*
Bakgrunn																
243-05	2005	0,09	0,003	1,4	1213	274	2596	0,062	28,3	0,74	0,42	272	285	0,21	0,8	4.3
248.05	2005	0,03	0,008	5,5	2372	182	3471	0,035	23,9	0,79	0,23	260	166	0,42	0,8	3,9
258-05	2005	0,05	0,002	2,2	1084	200	3258	0,040	21,6	0,80	0,37	718	201	0,19	1,0	4,0

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
ÅR-1	2005	57	6,84	1,42	7,0	28,4	0,67	1,94	0,221	0,59	0,000	0,021	0,271	<0,01	0,771	0,026
	2000	*20*	*2.88*	*0.49*		*29.5*	*0.50*	*0.52*	*0.130*	*0.26*			*0.174*		*0.393*	
ÅR-2	2005	26	5,20	1,15	6,5	40,6	0,28	2,22	0,090	0,59	0,006	0,045	0,186	<0,01	0,452	0,031
	2000	*24*	*2.13*	*0.39*		*22.8*	*0.18*	*0.28*	*0.022*	*0.23*			*0.132*		*0.336*	
ÅR-3	2005	34	8,48	1,64	5,3	18,6	0,33	2,31	0,077	0,73	0,006	0,033	0,255	<0,01	0,658	0,065
	2000	*33*	*6.35*	*1.35*		*25.5*	*0.21*	*0.52*	*0.034*	*0.31*			*0.440*		*0.796*	
ÅR-4	2005	34	8,95	1,12	26,9	44,3	1,29	2,95	0,336	0,60	0,001	0,040	0,269	<0,01	0,448	0,039
	2000	*24*	*6.56*	*1.30*		*54.4*	*1.57*	*1.02*	*0.176*	*0.47*			*0.299*		*0.440*	
ÅR-5	2005	66	12,12	1,78	12,5	23,9	0,25	2,32	0,068	0,87	0,006	0,034	0,450	0,01	0,905	0,024
	2000	*44*	*9.28*	*2.07*		*40.6*	*0.17*	*0.82*	*0.025*	*0.33*			*0.571*		*1.420*	
Bakgrunn																
243-05	2005	28	0,09	0,14	9,7	7,0	0,13	0,42	0,055	0,13	0,001	0,015	0,055	<0,01	0,080	-0,009
248.05	2005	28	0,05	0,04	14,4	58,0	0,06	0,29	0,028	0,08	0,004	0,014	0,082	<0,01	0,035	-0,006
258-05	2005	44	0,04	0,06	8,2	8,0	0,08	0,50	0,036	0,09	-0,001	0,014	0,070	<0,01	0,152	-0,007

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
ÅR-1	2005	0,09	43,2	0,98	2,13	0,067	0,009	7,13	0,001	0,0545	0,052	4,1	0,86	0,145	0,069
	2000		*46.2*	*0.84*	*1.66*			*0.89*		*0.029*	*0.031*	*3.6*	*0.39*	*0.154*	
ÅR-2	2005	0,07	59,6	0,54	0,96	0,024	0,047	0,43	0,001	0,0709	0,071	3,5	0,61	0,064	0,028
	2000		*30.4*	*0.27*	*0.57*			*0.08*		*0.043*	*0.067*	*2.7*	*0.32*	*0.037*	
ÅR-3	2005	0,05	43,7	0,62	1,29	0,029	0,049	0,37	0,002	0,0306	0,033	3,5	0,94	0,041	0,033
	2000		*32.4*	*0.36*	*0.69*			*0.06*		*0.027*	*0.027*	*4.7*	*0.86*	*0.036*	
ÅR-4	2005	0,12	89,1	2,69	5,76	0,123	0,009	0,87	0,001	0,0367	0,103	4,5	0,79	0,173	0,068
	2000		*92.4*	*3.81*	*7.90*			*0.15*		*0.044*	*0.046*	*7.3*	*0.56*	*0.201*	
ÅR-5	2005	0,09	46,2	0,65	1,23	0,023	0,046	0,35	0,001	0,0413	0,063	5,3	1,71	0,053	0,037
	2000		*62.1*	*0.31*	*0.63*			*0.05*		*0.043*	*0.042*	*7.5*	*1.76*	*0.032*	
Bakgrunn															
243-05	2005	0,04	16,7	0,22	0,42	0,012	-0,008	0,33	-0,002	0,0574	0,021	1,8	0,02	0,035	0,014
248.05	2005	0,06	74,1	0,17	0,26	0,001	0,007	0,05	0,000	0,0544	0,028	0,9	0,01	0,027	0,004
258-05	2005	0,03	33,0	0,17	0,32	0,005	0,008	0,06	0,000	0,0744	0,018	1,7	0,01	0,023	0,005

Sunndal

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
SU-1	2005	0,17	0,003	4,9	1473	922	2479	0,153	53,5	1,85	1,03	188	570	0,28	8,8	3,3
	2000		*<0.01*		*2030*	*2022*	*3726*		*52.5*	*1.83*	*0.95*	*197*	*555*	*0.18*	*2.5*	*3.9*
SU-2	2005	0,32	0,047	2,6	1241	3224	2235	0,220	70,1	3,63	1,73	148	905	0,59	29,4	5,5
	2000		*0.07*		*1998*	*3963*	*2935*		*65.4*	*2.93*	*1.27*	*166*	*739*	*0.37*	*4.4*	*5.4*
SU-3	2005	0,19	0,028	3,8	1319	1180	3307	0,142	55,0	2,16	1,16	227	554	0,27	11,2	6,0
	2000		*<0.01*		*1638*	*1747*	*4438*		*60.6*	*1.97*	*1.09*	*357*	*600*	*0.25*	*2.2*	*4.8*
SU-4	2005	0,38	0,133	5,3	1834	7738	3947	0,228	71,6	3,36	1,58	90	858	0,71	45,9	6,5
	2000		*0.15*		*2998*	*12020*	*8132*		*189.7*	*7.42*	*2.27*	*70*	*2305*	*1.83*	*12.3*	*7.9*
SU-5	2005	0,32	0,055	6,2	2056	1436	3505	0,247	82,8	2,91	1,72	197	923	0,59	13,6	5,5
	2000		*0.06*		*2931*	*1002*	*4113*		*39.7*	*1.07*	*0.63*	*163*	*398*	*0.17*	*2.5*	*4.3*
SU-6	2005	0,00	<0,010	1,8	1293	902	3140	0,152	58,1	1,80	1,17	528	682	0,22	2,7	3,6
	2000		*0.02*		*2752*	*704*	*2705*		*26.9*	*0.89*	*0.61*	*339*	*323*	*0.19*	*1.2*	*4.2*
SU-7	2005	0,28	0,070	3,5	1056	3212	2594	0,187	61,1	3,57	1,46	272	784	0,56	41,8	5,0
	2000		*0.02*		*1652*	*6692*	*3152*		*52.7*	*4.20*	*1.10*	*282*	*807*	*0.53*	*9.7*	*6.0*
SU-8	2005	0,22	0,057	6,7	2473	2171	3338	0,153	59,7	2,35	1,12	254	539	0,50	34,1	8,0
	2000		*<0.01*		*2609*	*4093*	*4592*		*60.6*	*2.54*	*1.02*	*243*	*638*	*0.38*	*5.9*	*5.7*
SU-9	2005	0,19	0,076	3,3	1792	2287	2946	0,147	50,0	2,93	1,11	231	567	0,44	34,1	5,4
	2000		*<0.01*		*1789*	*2681*	*3545*		*51.2*	*2.16*	*0.86*	*449*	*556*	*0.25*	*3.9*	*3.6*
SU-10	2005	0,22	0,058	1,8	1864	1221	2530	0,153	60,4	2,36	1,45	248	668	0,42	19,3	4,9
	2000		*<0.01*		*2355*	*1789*	*5594*		*39.3*	*1.44*	*0.53*	*164*	*362*	*0.20*	*3.1*	*4.0*
Bakgrunn																
274-2005	2005	0,242	0,018	2,2	1172	1134	2393	0,356	95,2	2,63	2,06	337	1170	0,46	1,2	5,3
277-2005	2005	<0,05	-0,007	3,8	1355	251	2828	0,054	28,1	0,81	0,42	1472	214	0,15	0,7	3,0
280-2005	2005	<0,05	-0,012	3,6	1192	192	2352	0,042	20,5	0,78	0,38	468	180	0,08	0,5	3,3

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
SU-1	2005	31	0,36	0,14	12,2	18,2	0,27	0,46	0,144	0,21	0,002	0,014	0,042	<0,01	0,047	0,006
	2000	*22*	*0.67*	*0.12*		*19.5*	*0.17*	*0.14*	*0.14*	*0.12*			*0.046*		*0.073*	
SU-2	2005	33	1,34	0,48	12,2	15,8	0,35	0,83	0,185	0,30	0,003	0,017	0,086	<0,01	0,140	0,011
	2000	*21*	*1.60*	*0.21*		*17.7*	*0.27*	*0.23*	*0.23*	*0.14*			*0.043*		*0.090*	
SU-3	2005	29	0,54	0,20	9,0	32,0	0,24	0,62	0,122	0,26	0,004	0,018	0,058	<0,01	0,074	0,006
	2000	*31*	*0.68*	*0.15*		*11.5*	*0.22*	*0.16*	*0.16*	*0.16*			*0.054*		*0.059*	
SU-4	2005	67	2,00	0,49	5,9	23,5	0,40	1,04	0,179	0,42	0,004	0,006	0,120	<0,01	0,154	0,036
	2000	*37*	*3.74*	*0.54*		*33.8*	*0.82*	*0.35*	*0.35*	*0.24*			*0.149*		*0.172*	
SU-5	2005	48	0,67	0,19	13,4	24,5	0,37	0,64	0,188	0,27	0,002	0,014	0,063	<0,01	0,459	0,051
	2000	*15*	*0.40*	*0.08*		*25.4*	*0.14*	*0.11*	*0.11*	*0.11*			*0.040*		*0.043*	
SU-6	2005	21	0,17	0,07	7,2	16,2	0,16	0,40	0,076	0,11	-0,002	0,007	0,042	<0,01	0,048	0,001
	2000	*19*	*0.20*	*0.09*		*15.9*	*0.14*	*0.10*	*0.10*	*0.04*			*0.048*		*0.027*	
SU-7	2005	32	1,37	0,52	13,9	9,5	0,28	0,80	0,146	0,45	0,002	0,019	0,119	<0,01	0,194	0,017
	2000	*24*	*2.75*	*0.47*		*11.0*	*0.21*	*0.24*	*0.24*	*0.27*			*0.131*		*0.207*	
SU-8	2005	34	0,87	0,33	21,6	21,1	0,26	0,80	0,151	0,49	0,003	0,012	0,086	<0,01	0,120	0,024
	2000	*27*	*1.93*	*0.33*		*17.6*	*0.22*	*0.24*	*0.24*	*0.25*			*0.086*		*0.108*	
SU-9	2005	33	1,19	0,45	18,2	32,6	0,20	0,62	0,103	0,32	0,005	0,011	0,101	<0,01	0,164	0,037
	2000	*20*	*1.22*	*0.20*		*14.3*	*0.18*	*0.16*	*0.16*	*0.10*			*0.066*		*0.121*	
SU-10	2005	28	0,54	0,24	9,3	13,0	0,24	0,59	0,137	0,42	0,004	0,007	0,091	<0,01	0,101	0,011
	2000	*13*	*1.00*	*0.23*		*18.4*	*0.14*	*0.13*	*0.13*	*0.14*			*0.090*		*0.082*	
Bakgrunn																
274-2005	2005	21	0,32	0,04	12,5	11,9	0,54	0,83	0,254	0,08	-0,002	0,018	0,031	<0,01	0,031	-0,007
277-2005	2005	30	0,07	0,06	9,2	14,2	0,09	0,40	0,064	0,08	0,000	0,014	0,041	<0,01	0,033	-0,004
280-2005	2005	22	0,05	0,05	6,8	8,9	0,07	0,41	0,037	0,09	0,000	0,019	0,060	<0,01	0,031	-0,007

Sunndal, forts.

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
SU-1	2005	0,68	9,3	0,52	1,05	0,029	0,040	0,09	0,000	0,0522	0,195	1,2	0,04	0,104	0,039
	2000		*6.8*	*0.31*	*0.68*			*0.02*		*0.048*	*0.059*	*1.5*	*0.05*	*0.065*	
SU-2	2005	0,27	8,0	0,76	1,50	0,040	0,036	1,63	0,001	0,0761	0,046	2,1	0,15	0,165	0,063
	2000		*7.0*	*0.52*	*1.10*			*0.31*		*0.054*	*0.037*	*1.7*	*0.10*	*0.119*	
SU-3	2005	0,29	30,9	0,48	0,92	0,025	0,040	0,12	0,000	0,0776	0,079	2,0	0,05	0,098	0,039
	2000		*15.5*	*0.48*	*0.96*			*0.05*		*0.052*	*0.069*	*2.4*	*0.04*	*0.105*	
SU-4	2005	0,09	19,9	0,84	1,66	0,040	0,039	0,57	0,001	0,0478	0,021	2,6	0,11	0,154	0,060
	2000		*24.9*	*1.59*	*3.04*			*0.14*		*0.043*	*0.016*	*2.9*	*0.21*	*0.212*	
SU-5	2005	0,35	20,2	0,73	1,47	0,046	0,040	0,52	0,000	0,0847	0,084	8,9	0,05	0,136	0,061
	2000		*17.0*	*0.32*	*0.66*			*0.04*		*0.033*	*0.013*	*1.0*	*0.02*	*0.069*	
SU-6	2005	0,05	13,3	0,42	0,82	0,015	0,009	0,04	0,000	0,0552	0,008	1,0	0,02	0,074	0,030
	2000		*11.7*	*0.37*	*0.63*			*<0.01*		*0.028*	*0.009*	*1.0*	*<0.01*	*0.039*	
SU-7	2005	0,12	13,3	0,61	1,17	0,029	0,040	0,60	0,000	0,0529	0,209	2,0	0,14	0,139	0,043
	2000		*11.5*	*0.43*	*0.83*			*0.10*		*0.051*	*0.071*	*2.3*	*0.20*	*0.062*	
SU-8	2005	0,65	20,0	0,52	0,99	0,029	0,040	0,24	0,001	0,0454	0,027	1,4	0,09	0,107	0,045
	2000		*12.8*	*0.46*	*0.89*			*0.03*		*0.045*	*0.042*	*1.6*	*0.13*	*0.078*	
SU-9	2005	0,40	57,1	0,41	0,78	0,022	0,041	0,59	0,001	0,0578	0,050	2,4	0,18	0,070	0,031
	2000		*25.1*	*0.34*	*0.74*			*0.10*		*0.037*	*0.031*	*1.3*	*0.12*	*0.072*	
SU-10	2005	0,07	28,7	0,53	0,96	0,027	0,039	0,72	0,000	0,0304	0,016	1,4	0,09	0,092	0,107
	2000		*16.1*	*0.26*	*0.49*			*0.04*		*0.032*	*0.014*	*2.4*	*0.10*	*0.056*	
Bakgrunn															
274-2005	2005	0,32	16,4	1,32	3,46	0,048	0,009	0,20	0,000	0,0681	0,053	0,8	0,00	0,398	0,070
277-2005	2005	0,13	33,3	0,17	0,34	0,007	0,008	0,21	0,000	0,0438	0,036	1,0	0,02	0,043	0,015
280-2005	2005	0,15	18,3	0,12	0,24	0,004	0,008	0,02	0,000	0,0892	0,113	1,0	0,01	0,032	0,012

Mo i Rana

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
MO-1	2005	0,53	0,058	13,7	2561	1293	5673	0,441	97,1	6,51	187	2213	3654	1,82	25,1	18,3
	2000		*0.69*		*7571*	*1800*	*6392*		*129.8*	*9.79*	*1393*	*385*	*4717*	*2.21*	*13.6*	*15.3*
MO-2	2005	0,29	0,036	2,7	1699	567	4432	0,227	70,9	3,10	37	405	2033	0,57	6,3	7,5
	2000		*0.09*		*3678*	*705*	*5748*		*66.5*	*3.08*	*125*	*396*	*2058*	*0.61*	*2.4*	*8.0*
MO-3	2005	0,30	0,025	4,2	2073	498	4393	0,206	58,5	3,61	21	1186	9972	0,77	2,3	6,5
	2000		*0.02*		*2259*	*984*	*4704*		*94.6*	*4.34*	*126*	*1280*	*11216*	*0.83*	*4.1*	*4.8*
MO-4	2005	0,52	0,082	7,9	2711	1406	4977	0,543	93,8	5,62	279	1706	3212	1,43	26,2	15,1
	2000		*0.09*		*5843*	*1735*	*5174*		*116.3*	*8.19*	*1216*	*337*	*4610*	*1.62*	*10.4*	*9.6*
MO-5	2005	4,34	0,533	26,8	5532	7662	16483	3,399	474,1	36,81	911	16402	18836	11,33	205,8	102,0
	2000		*0.76*		*26335*	*11663*	*23541*		*640.8*	*76.65*	*9830*	*2188*	*20665*	*11.04*	*74.9*	*50.5*
MO-6	2005	1,52	0,185	16,9	3311	2989	7482	1,307	230,6	23,38	2443	15155	8454	12,61	120,2	47,1
	2000		*0.46*		*16245*	*4873*	*9063*		*335.2*	*75.96*	*18998*	*1064*	*21116*	*15.98*	*95.4*	*20.8*
MO-7	2005	0,67	0,114	24,7	2800	1800	8578	0,300	173,3	20,36	166	2008	9487	1,45	33,0	39,8
	2000		*0.09*		*4440*	*2737*	*11900*		*221,9*	*26.68*	*661*	*2463*	*13074*	*1.36*	*10.0*	*33.5*
MO-8	2005	0,89	0,155	15,6	2633	2149	7203	0,782	138,0	12,23	651	6004	5160	4,25	16,3	25,9
	2000		*0.35*		*7841*	*2105*	*6731*		*131.3*	*17.67*	*3923*	*460*	*6016*	*3.33*	*20.1*	*13.4*
MO-9	2005	0,35	0,055	14,8	2174	648	6716	0,172	61,0	3,78	41	536	1914	1,19	4,3	10,0
	2000		*0.02*		*2348*	*664*	*4697*		*63.3*	*3.34*	*151*	*434*	*1883*	*0.72*	*3.4*	*6.5*
MO-10	2005	0,29	0,029	1,8	1469	560	2974	0,186	57,1	3,24	66	781	1485	0,57	2,6	7,0
	2000		*0.01*		*1392*	*598*	*3239*		*34.7*	*1.95*	*259*	*478*	*1262*	*0.31*	*2.0*	*4.0*
Bakgrunn																
351-05	2005	0,13	0,021	1,6	1595	224	2079	0,061	23,9	1,15	3,17	366	289	0,15	1,0	3,9
354-05	2005	0,23	0,016	2,3	1195	480	4029	0,188	48,5	1,79	3,55	418	650	0,35	2,1	4,8
358-05	2005	0,09	0,007	1,5	1411	181	2644	0,045	21,2	1,13	2,40	135	251	0,09	0,9	4,7

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
MO-1	2005	510	0,40	0,52	18,3	30,4	0,74	6,81	0,773	1,41	0,006	0,189	0,869	0,34	0,343	0,034
	2000	*225*	*0.81*	*0.84*		*19.4*	*0.63*	*2.44*	*0.499*	*0.75*			*0.325*		*0.233*	
MO-2	2005	178	0,25	0,22	13,4	14,9	0,53	2,77	0,319	0,50	0,002	0,068	0,307	<0,01	0,120	0,011
	2000	*105*	*0.40*	*0.35*		*15.3*	*0.32*	*0.39*	*0.120*	*0.22*			*0.202*		*0.069*	
MO-3	2005	89	0,29	0,24	20,2	20,5	0,70	1,48	0,190	0,37	0,000	0,049	0,208	<0,01	0,090	0,019
	2000	*60*	*0.41*	*0.20*		*14.4*	*0.96*	*0.82*	*0.280*	*0.33*			*0.140*		*0.112*	
MO-4	2005	287	0,31	0,57	8,3	21,4	0,82	7,40	0,599	1,40	0,006	0,123	0,522	<0,01	0,343	0,011
	2000	*154*	*0.38*	*0.54*		*17.8*	*0.58*	*2.30*	*0.343*	*0.55*			*0.252*		*0.176*	
MO-5	2005	1334	1,58	4,11	16,4	63,5	6,45	44,95	2,152	8,04	0,011	0,669	3,434	0,05	0,624	0,328
	2000	*913*	*2.29*	*4.75*		*43.8*	*4.93*	*4.85*	*0.246*	*2.43*			*1.335*		*0.086*	
MO-6	2005	597	1,31	4,19	15,9	32,0	2,21	22,60	0,892	5,10	0,005	0,372	1,568	0,02	0,357	0,102
	2000	*332*	*2.13*	*4.57*		*25.2*	*1.93*	*6.86*	*0.552*	*1.39*			*0.630*		*0.151*	
MO-7	2005	1658	0,72	0,73	16,0	21,4	0,79	18,28	3,437	2,71	0,005	0,460	2,871	0,04	0,823	0,065
	2000	*1087*	*0.88*	*0.93*		*21.9*	*0.85*	*3.96*	*2.952*	*1.61*			*1.708*		*0.436*	
MO-8	2005	497	0,54	1,57	7,4	21,7	1,32	11,54	1,216	2,26	0,006	0,270	0,983	0,01	0,366	0,070
	2000	*260*	*0.91*	*1.38*		*11.7*	*0.61*	*2.40*	*0.633*	*0.71*			*0.466*		*0.152*	
MO-9	2005	330	0,25	0,31	15,6	26,3	0,36	3,55	0,467	0,66	0,005	0,146	1,091	<0,01	0,198	0,024
	2000	*191*	*0.23*	*0.34*		*11.8*	*0.26*	*0.57*	*0.316*	*0.22*			*0.261*		*0.139*	
MO-10	2005	177	0,22	0,29	14,5	13,6	0,38	2,16	0,307	0,38	0,000	0,092	0,338	<0,01	0,187	-0,010
	2000	*97*	*0.13*	*0.27*		*7.9*	*0.14*	*0.32*	*0.116*	*0.30*			*0.180*		*0.076*	
Bakgrunn																
351-05	2005	40	0,09	0,11	11,8	15,8	0,12	0,53	0,033	0,11	-0,001	0,043	0,064	<0,01	0,056	-0,010
354-05	2005	46	0,17	0,09	10,2	7,4	0,32	1,01	0,033	0,11	-0,003	0,020	0,060	<0,01	0,034	-0,010
358-05	2005	28	0,05	0,10	7,5	12,9	0,08	0,56	0,026	0,10	-0,002	0,015	0,084	<0,01	0,047	-0,003

Mo i Rana, forts.

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
MO-1	2005	0,18	156,8	1,06	2,49	0,077	0,041	5,90	0,002	0,2890	0,108	57,7	0,11	0,266	0,084
	2000		*38.0*	*0.89*	*1.84*			*0.71*		*0.111*	*0.086*	*25.5*	*0.06*	*0.228*	
MO-2	2005	0,24	26,1	0,82	1,68	0,064	0,040	2,70	0,000	0,0994	0,045	19,3	0,03	0,208	0,049
	2000		*35.0*	*0.48*	*1.11*			*0.18*		*0.069*	*0.034*	*12.2*	*<0.01*	*0.150*	
MO-3	2005	0,57	72,4	0,81	1,67	0,060	0,013	1,33	0,002	0,0487	0,031	12,4	0,03	0,173	0,043
	2000		*51.4*	*1.10*	*2.28*			*0.47*		*0.051*	*0.031*	*11.8*	*0.05*	*0.316*	
MO-4	2005	0,19	74,0	1,18	2,93	0,078	0,041	3,90	0,003	0,1796	0,081	43,6	0,09	0,298	0,098
	2000		*32.3*	*0.82*	*1.74*			*0.47*		*0.101*	*0.069*	*22.5*	*0.12*	*0.243*	
MO-5	2005	0,80	481,9	8,34	22,35	0,575	0,062	24,97	0,009	0,4039	0,590	190,8	0,37	2,014	0,641
	2000		*117.5*	*6.23*	*12.82*			*0.48*		*0.114*	*0.214*	*119.3*	*0.40*	*1.912*	
MO-6	2005	0,56	174,1	2,83	7,60	0,213	0,042	7,80	0,006	0,7941	0,677	101,0	0,25	0,762	0,230
	2000		*58.4*	*2.51*	*5.22*			*0.69*		*0.134*	*0.353*	*70.3*	*0.44*	*0.749*	
MO-7	2005	0,34	88,8	1,26	2,46	0,081	0,047	26,45	0,003	1,0685	0,062	198,8	0,41	0,278	0,107
	2000		*87.4*	*1.27*	*2.52*			*5.96*		*0.468*	*0.061*	*156.0*	*0.26*	*0.277*	
MO-8	2005	0,26	106,3	1,60	4,34	0,124	0,049	8,10	0,003	0,4612	0,161	64,2	0,15	0,494	0,145
	2000		*28.7*	*0.74*	*1.58*			*0.91*		*0.097*	*0.110*	*29.4*	*0.12*	*0.193*	
MO-9	2005	0,30	81,5	0,59	1,56	0,035	0,046	2,82	0,000	0,1523	0,046	43,6	0,07	0,157	0,040
	2000		*50.0*	*0.56*	*1.08*			*0.34*		*0.085*	*0.058*	*26.4*	*0.01*	*0.099*	
MO-10	2005	0,33	34,4	0,64	1,35	0,036	0,013	1,85	0,002	0,0660	0,080	32,7	0,06	0,151	0,044
	2000		*22.8*	*0.26*	*0.51*			*0.21*		*0.065*	*0.064*	*16.9*	*0.03*	*0.050*	
Bakgrunn															
351-05	2005	0,09	15,5	0,22	0,41	0,010	0,011	0,24	0,001	0,1402	0,026	4,6	0,01	0,042	0,017
354-05	2005	0,20	41,9	0,42	0,86	0,031	0,012	0,10	0,002	0,1405	0,027	2,5	0,01	0,112	0,041
358-05	2005	0,13	16,9	0,14	0,27	0,005	0,013	0,11	0,001	0,0347	0,010	2,5	0,01	0,030	0,014

Jevnaker

	År	Li	Be	B	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
JE-1	2005	0,40	0,033	17,9	1795	600	4770	0,174	54,4	2,13	1,54	266	768	0,64	7,7	7,4
JE-2	2005	0,36	0,029	18,0	1846	507	6100	0,150	53,3	1,89	1,34	91	651	0,36	5,0	6,2
JE-3	2005	1,00	0,064	8,8	2345	1349	6672	0,416	114,6	4,13	4,66	532	1646	0,94	14,6	7,1
JE-4	2005	0,34	0,032	5,9	1309	515	5129	0,167	48,8	2,10	1,49	626	634	0,35	6,5	9,4
JE-5	2005	0,30	0,024	5,3	1513	424	3765	0,120	37,0	1,90	0,91	308	506	0,42	9,9	7,4
JE-6	2005	0,29	0,048	3,6	1719	368	4187	0,127	38,0	1,61	1,05	249	493	0,24	6,4	6,1
JE-7	2005	0,38	0,018	3,2	1317	667	3794	0,172	50,0	2,14	1,77	808	738	0,33	5,9	6,2
JE-8	2005	0,14	0,024	2,7	1147	241	3608	0,058	24,5	1,16	0,51	286	249	0,15	2,8	4,3
JE-9	2005	0,35	0,044	5,1	1545	569	3988	0,150	51,5	2,03	1,33	545	665	0,43	5,3	6,8
JE-10	2005	0,29	0,032	3,2	985	602	3972	0,169	65,6	2,31	1,34	954	777	0,42	6,8	6,6
Bakgrunn																
022-05	2005	0,17	0,049	2,7	1107	297	3604	0,090	34,7	2,02	0,77	869	336	0,17	2,7	4,2
064-05	2005	0,12	0,025	0,8	599	216	2949	0,053	28,3	1,89	0,73	231	251	0,13	1,3	4,3
065-05	2005	0,15	0,030	7,2	1686	254	5626	0,070	42,7	1,31	0,62	647	283	0,54	1,8	4,7

	År	Zn	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	In	Sb	Te
JE-1	2005	84	0,22	0,64	5,8	28,1	0,35	2,03	0,204	0,76	0,007	0,033	0,497	0,01	0,799	0,005
JE-2	2005	45	0,19	0,41	4,3	29,9	0,34	1,87	0,185	1,05	0,006	0,023	0,211	<0,01	0,352	0,028
JE-3	2005	61	0,47	0,42	7,0	25,4	0,80	3,08	0,300	0,62	0,005	0,031	0,255	<0,01	0,263	0,029
JE-4	2005	71	0,20	0,37	30,8	26,3	0,34	2,15	0,164	0,47	0,004	0,034	0,221	<0,01	0,179	0,005
JE-5	2005	46	0,14	0,30	13,9	20,9	0,23	1,37	0,103	0,45	0,003	0,036	0,232	<0,01	0,161	0,005
JE-6	2005	44	0,15	0,26	6,8	16,0	0,22	1,45	0,124	0,39	0,002	0,022	0,143	<0,01	0,155	0,005
JE-7	2005	42	0,22	0,38	15,0	15,0	0,33	1,98	0,162	0,45	0,003	0,028	0,137	<0,01	0,154	0,005
JE-8	2005	46	0,08	0,15	10,8	11,2	0,12	0,82	0,058	0,32	0,002	0,018	0,130	<0,01	0,108	0,011
JE-9	2005	53	0,17	0,29	5,4	24,3	0,36	1,79	0,162	0,54	0,003	0,028	0,218	<0,01	0,190	0,005
JE-10	2005	55	0,22	0,33	21,2	14,9	0,38	2,14	0,232	0,52	0,003	0,043	0,169	<0,01	0,253	0,005
Bakgrunn																
022-05	2005	35	0,13	0,21	24,7	17,3	0,14	2,17	0,107	0,33	0,003	0,026	0,169	<0,01	0,198	-0,111
064-05	2005	35	0,08	0,19	12,3	14,5	0,12	0,98	0,083	0,27	0,002	0,031	0,153	<0,01	0,115	0,005
065-05	2005	52	0,09	0,12	6,4	24,7	0,15	0,73	0,056	0,20	0,002	0,033	0,316	<0,01	0,089	0,006

	År	Cs	Ba	La	Ce	Yb	Ta	W	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
JE-1	2005	0,09	73,1	0,77	1,49	0,034	0,039	0,54	0,000	0,0623	0,044	26,8	0,02	0,137	0,042
JE-2	2005	0,09	44,7	0,74	1,40	0,032	0,039	0,53	0,001	0,0546	0,025	6,5	0,01	0,134	0,046
JE-3	2005	0,21	85,4	1,61	3,26	0,077	0,041	0,78	0,001	0,1316	0,038	5,0	0,02	0,306	0,080
JE-4	2005	0,49	80,6	0,70	1,33	0,036	0,040	0,40	0,000	0,0505	0,085	6,6	0,02	0,134	0,052
JE-5	2005	0,31	97,3	0,46	0,93	0,024	0,040	0,26	0,001	0,0565	0,063	4,4	0,01	0,101	0,042
JE-6	2005	0,12	53,4	0,51	0,98	0,023	0,037	0,35	0,001	0,0529	0,020	3,0	0,01	0,097	0,028
JE-7	2005	0,19	54,0	0,77	1,50	0,037	0,048	0,28	0,000	0,0589	0,028	3,3	0,02	0,131	0,035
JE-8	2005	0,09	26,6	0,23	0,45	0,015	0,038	0,25	0,000	0,0431	0,032	2,2	0,01	0,048	0,013
JE-9	2005	0,09	49,0	0,72	1,38	0,037	0,041	0,46	0,001	0,0433	0,050	3,7	0,02	0,140	0,042
JE-10	2005	0,29	58,0	0,90	1,74	0,034	0,039	0,82	0,001	0,0672	0,092	4,2	0,02	0,138	0,039
Bakgrunn															
022-05	2005	0,48	79,1	0,31	0,60	0,010	0,010	0,17	0,000	0,0383	0,034	3,9	0,02	0,064	0,019
064-05	2005	0,18	38,8	0,30	0,56	0,010	-0,001	0,10	0,001	0,0521	0,043	5,4	0,02	0,042	0,016
065-05	2005	0,07	69,3	0,38	0,56	0,008	-0,001	0,23	0,000	0,0331	0,020	2,3	0,01	0,059	0,016

Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon	Kontaktperson SFT	ISBN-nummer
Institutt for kjemi Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet 7491 Trondheim	Tor Johannesen	978-82-7655-302-4

Statlig program for forurensningsovervåking Rapportnr	Avdeling i SFT	TA-nummer 2240/2007

Oppdragstakers prosjektansvarlig	År	Sidetall	SFTs kontraktnummer
Eiliv Steinnes	2001	51	

Utgiver	Prosjektet er finansiert av
Statens forurensningstilsyn	SFT og bedriftene i de undersøkte områdene

Forfatter(e)
Eiliv Steinnes, Torunn Berg, Hilde Uggerud og Marit Vadset

Tittel - norsk og engelsk

Nedfall av tungmetaller rundt norske industrier studert ved analyse av mose:
Undersøkelse i 2005

Atmospheric deposition of heavy metals in the areas surrounding manufacturing plants.
Utilising the moss technique

Sammendrag – summary
Atmosfærisk nedfall av tungmetaller er kartlagt i 2005 på 7 industristeder i Norge: Kristiansand, Sauda, Odda, Årdal, Sunndal, Mo i Rana og Jevnaker. Undersøkelsen bygger på analyse av terrestrisk mose, og data for konsentrasjoner av 44 elementer i mosen presenteres. Rapporten er en oppfølging av en tilsvarende undersøkelse i 2000, der tilsvarende data ble rapportert for 5 av stedene.

Atmospheric deposition of heavy metals have been measured at 7 industrial sites in Norway. The study is based on analysis of moss samples collected during 2005, and the concentrations of 44 different substances are presented. This is a follow-up of a similar study carried out in 2000, where similar data were reported for 5 of the industrial sites.

4 emneord	4 subject words
Tungmetaller, nedfall, mose, *Hylocomium splendens*	Heavy metals, deposition, moss, *Hylocomium splendens*