

Metode for å korrigere analyseresultater for tungmetall i ufiltrerte vannprøver for bakgrunnsnivå fra suspendert leire.

Basert på prøvetaking i Sørå og på Heggstadmoen 2011 og 2013

Av Kyrre Halvorsen

Kyrre Halvorsen er sivilingeniør og prosjektleder på Kommunalteknikk i Trondheim kommune.

Summary

A method of correcting the analysis results for the heavy metals in unfiltered water samples for background levels of suspended clay.

In some streams supply of heavy metals from clay make it difficult to assess the size of the supply from human activity. This article concerns the calculation of the supply of nickel, chromium and iron from the clay to the stream Sørå in Trondheim in Norway to assess the supply of an abandoned landfill.

This article suggests that we estimate the contribution of nickel, chromium and iron from clay based on the content of aluminum. We calculate a corrected value by subtracting the contribution of clay from the total concentration.

$$X(c) = X(s) - [X(b)/Al(b)] * Al(s)$$

Where X is the element concentration in µg/L, Al is the aluminum concentration; (c) is corrected value (s) is sample, and (b) is background value.

The corrected values can then be used to classify the stream by the usual criteria.

In the investigated area X (b)/Al (b) was found to be 2.6 µg of nickel per mg aluminum. Corresponding ratios are 3.3 for chromium and 1250 for iron.

When we correct the values in this way, it becomes easier to compare samples taken under different hydrological conditions. It becomes easier to detect supply of pollution from human activity.

Sammendrag

I noen bekker kan tilførsel av tungmetaller fra leire gjøre det vanskelig å vurdere størrelsen på tilførsel fra menneskelig aktivitet. Denne artikkelen omhandler beregning av tilførsel av nikkel, krom og jern fra leire til bekken Sørå for å anslå bidrag fra det nedlagte deponiet på Heggstadmoen.

I denne artikkelen foreslår jeg å beregne bidraget av nikkel, krom og jern på lignende måte ut fra innholdet av aluminium. Vi finner en korrigert verdi ved å trekke bidraget fra leire fra totalkonsentrasjonen.

$$X(c) = X(s) - [X(b)/Al(b)] * Al(s)$$

X er konsentrasjonen av elementet i $\mu\text{g/L}$, Al er konsentrasjonen av aluminium i mg/L , (c) er den korrigerte (corrected) verdien, (s) er verdien i prøven (sample) og (b) er bakgrunnsverdi.

Den korrigerte verdien kan så brukes til å klassifisere bekken etter de vanlige kriteriene.

I det undersøkte området er $X(b)/Al(b)$ funnet å være $2,6 \mu\text{g}$ nikkel pr. mg aluminium. Tilsvarende forholdstall er 3,3 for krom og 1250 for jern.

Når vi korrigerer verdiene på denne måten, blir det lettere å sammenligne prøver tatt under ulike hydrologiske forhold. Det blir lettere å oppdage tilførsel av forurensning fra menneskelig aktivitet.

Bakgrunn

Tilførsel fra leire kan gjøre det vanskelig å bruke analyseresultater for tungmetaller til å finne og kvantifisere tilførsel av forurensning fra for eksempel nedlagte deponier. Figuren under viser hvordan resultatene varierer mellom 3 prøvetakinger i Sørå og på overvann på Heggstadmoen.

Av analyseresultatene ser det ut til at nedre del av Sørå er sterkt påvirket av nikkel, på nivå med det vi finner i overvann fra industriområdet

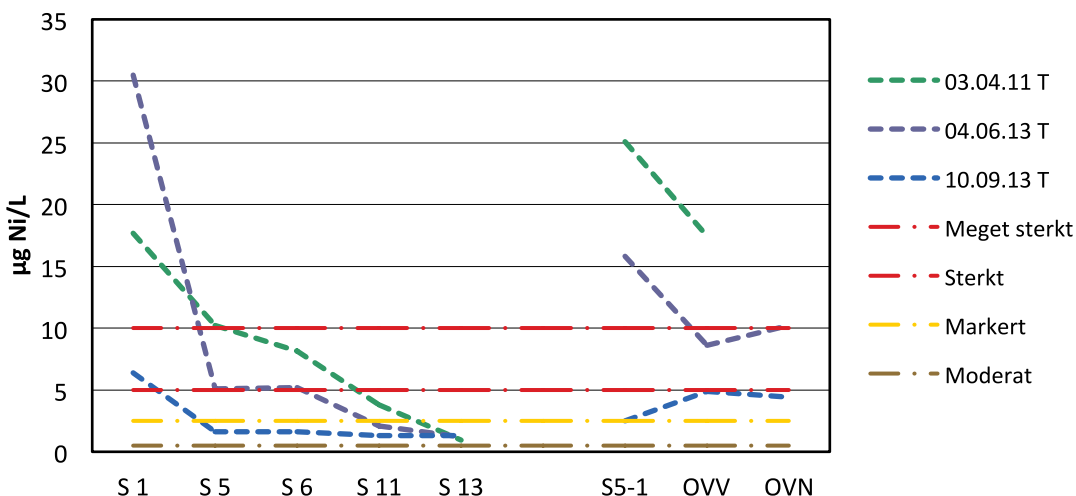
Heggstadmoen. I tillegg er nivåene i Heggstadbekken til dels like høye som i sigevannet /5/. Det er ikke som forventet.

Noen steder i Norge er det naturlige bakgrunnsnivået for arsen (As), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn) i berggrunn og løsmasser høyere enn gjeldende normverdi for deponering av masser. I Trøndelag gjelder det særlig for krom og nikkel /4/.

Det mangler en god metodikk for tolkning av prøver av tungmetaller fra vassdrag under marin grense /6/. Partikler av naturlig leire inneholder til dels betydelig mengde tungmetaller. Metallkonsentrasjonen i ufiltrerte vannprøver kan derfor være sterkt påvirket av mengden leire i prøven. Små leirpartikler har mye høyere konsentrasjon av metaller enn større partikler. Det gjør det vanskelig å vurdere mengde metall som kommer fra leire ut fra mengde suspendert stoff.

Analyse av filtrerte prøver er nyttig for eksempel for fosfor. Når det gjelder tungmetaller må vi huske at noe forurensning, som bly, er i hovedsak i form av partikler, og den forurensningen blir ikke med i filtrert prøve. Det er også

Nikkel i ufiltrerte prøver - Totalt



Figur 1. Analyseresultater fra Sørå for nikkel totalt, T, fra 3 prøvetaking under ulike værforhold. Til venstre på figuren er tall fra Sørå. S1 er nederst i Sørå og S13 er øverst. Til høyre på figuren er det tatt med tall for Heggstadbekken, S5-1, og overvann fra Heggstadmoen industriområde, OVV og OVN.

slik at noe løs forurensning binder seg til partikler som blir fjernet ved filtrering /3/.

Det er derfor et stort behov for å finne en hensiktsmessig metode for å korrigere for påvirkning fra leire før resultatene vurderes mot grenseverdier.

Område for analyse

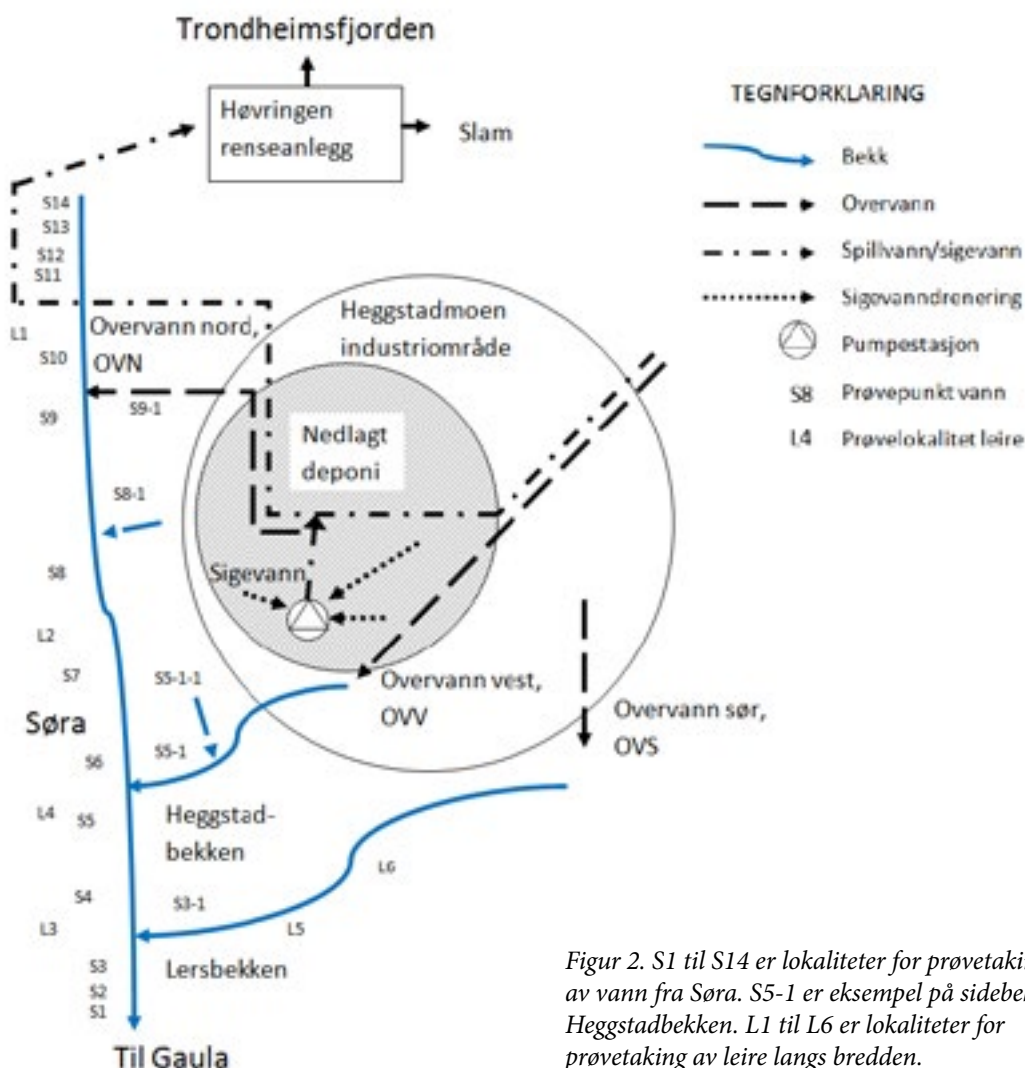
På figuren under er forholdet mellom Sørå og sigevann fra Heggstadmoen beskrevet i en prinsippskisse, og prøvetakingspunktene er merket av. Sentralt i figuren er Heggstadbekken, som ble antatt å kunne føre sigevann fra det nedlagte

deponiet på Heggstadmoen til Sørå. Heggstadbekken har også en sidebekk som hadde høy konsentrasjon av tungmetaller ved prøvetakingen i 2011.

Sigevann fra deponiet kan prinsipielt påvirke Sørå langs mange veier. Industri og trafikk bidrar også med tungmetaller. I tillegg inneholder leire i området tungmetaller som havner i overvann og bekker.

Metode

Det er tatt prøver fra 14 lokaliteter nedover Sørå i oppholdsvær 04.06.2013 for å se om det var



Figur 2. S1 til S14 er lokaliteter for prøvetaking av vann fra Sørå. S5-1 er eksempel på sidebekk, Heggstadbekken. L1 til L6 er lokaliteter for prøvetaking av leire langs bredden.

sprang i analyseverdiene som kunne tyde på punktbelastning. Det ble også tatt prøver i sidebækker som vist i figur 2.

Det er også tatt prøver i nedre del av Sørå og i Lersbekken 15.07.2013 i regn, og på et utvalg av stasjoner langs hele Sørå 10.09.2013 i tørt vær.

Vannanalysene er utført av Analysesenteret, Trondheim kommune. Torrstoff er analysert etter NS4764 og suspendert stoff er analysert etter NS-EN 872. Vannprøvene er tilsatt HNO_3 og H_2O_2 og oppsluttet i mikrobølgeovn i henhold til NS-EN ISO 15587-2, 1. utgave 2002. Elementbestemmelsene er gjort med ICP-MS i henhold til NS-EN ISO 17294-2.

Prøvene av leire er tatt der det vises at bekken eroderer. Valg av lokalitet og uttak av prøver er gjort av naturgeograf med erfaring fra denne type prosjekter.

Innhold av metaller fra leire i Sørå er prøvd beregnet ved å multiplisere konsentrasjonen av

nikkel i leirprøvene med innhold av suspendert stoff i vannprøver fra Sørå.

Analysen av metall i leireprøver (tabell 1) er gjort av ALS laboratorier etter EPA-metoder 200.7, ISO 11885. Prøvene er siktet med 2 mm sikt og oppsluttet med HNO_3 /vann (1:1) i mikrobølgeovn.

Slemmeanalysen av leireprøver er utført av Geoteknisk avdeling, Trondheim kommune, etter NS 8005 /2/. Slemmeanalyse av leire gjøres enkelt forklart ved at 50 gram leire blandes med 1 liter vann og dispergeringsmiddel. Kornfordelingen finnes ut fra hvordan egenvekten målt med et flytelegeme endres over ett døgn.

En prøve fra Sørå lokalitet S3 i regn er delt i ulike kornstørrelser ved hjelp av sedimentering. Prøven er homogenisert og delt i like delprøver i 1 liters prøveflasker. Etter at delprøvene er ristet og har fått sedimentere i hhv. 0 minutter, 1 minutt, 5 minutter, 15 minutter og så videre, er

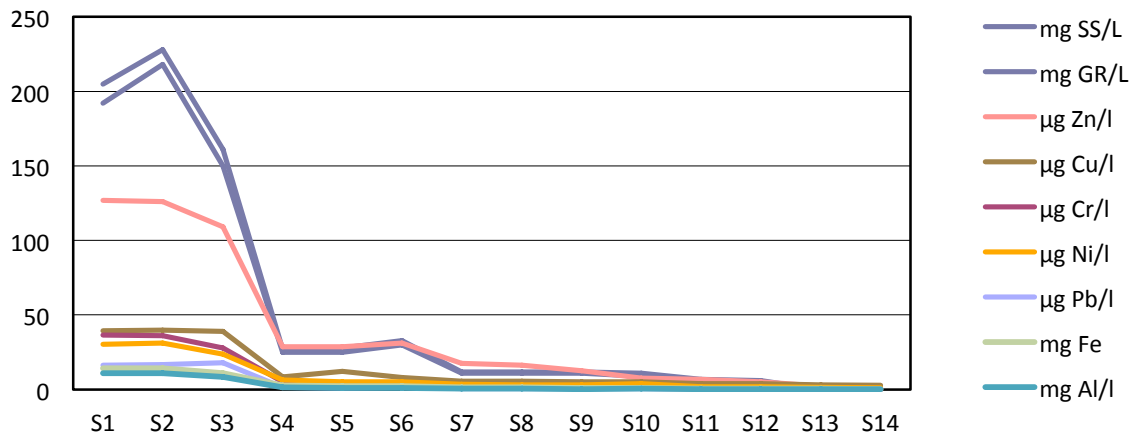


Figur 3. I tillegg til vannprøver i bekken ble det tatt prøver av leira på flere lokaliteter langs bekken. Bildet er fra L1. Der er vannet relativt klart. Foto: Kyrre Halvorsen.

de øverste 100 mm tatt ut for analyse av metaller, TS, SS og turbiditet. Tilsvarende sedimenteringsanalyser er også gjort med leire blandet

med vann. Kornfordeling i hver delprøve av leire fra lokalitet L4 og L6 er også beregnet teoretisk ut fra slemmeanalysen.

Søra



Figur 4. Konsentrasjon av suspendert stoff, gløderest og metaller for stasjonene S14 øverst i Søra til S1 helt nederst.



Figur 5. Samløp mellom Søra, mørk til høyre i bildet, og Lersbekken, lys til venstre. Foto: Kyrre Halvorsen.

Jern og aluminium brukes for å vurdere andel leire i sedimentprøver i havet. I det undersøkte området er det mulig at bekken er påvirket av sigevann fra gamle deponi. Sigevann inneholder mye jern men lite aluminium. Derfor ble aluminium valgt for å beregne bidrag av nikkel og andre metaller fra leire.

Forholdet mellom nikkel og aluminium i bakgrunnsverdiene er bestemt ved å plote et stort antall analyseresultater fra Sørå med aluminium på x-aksen og nikkel på y-aksen. Stigningen på regresjonslinjen er da forholdet mellom nikkel og aluminium. En linje gjennom origo parallelt med regresjonslinjen, antas å vise bidraget av nikkel som kommer fra leire. Avstanden fra linja opp til et punkt gir da verdien for nikkel fra andre kilder enn leire for den tilhørende prøven.

Resultater fra prøver tatt 04.06.2013

Figur 4 viser resultater fra prøver tatt i oppholdsvær 04.06.2013.

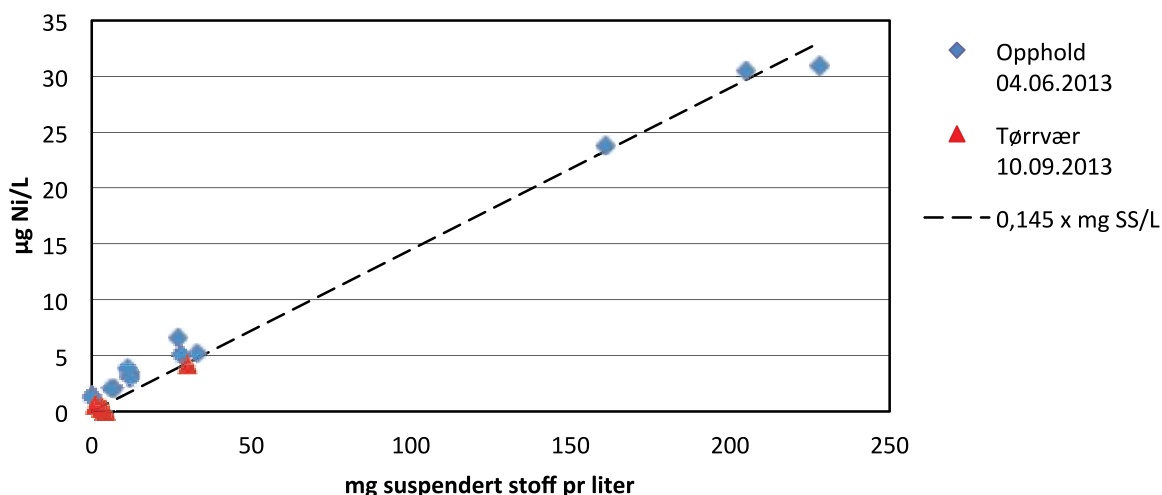
Innhold av metaller har ingen brå økninger som tyder på punktutslipp fra deponiet eller andre kilder før vi kommer til en brå økning fra stasjon S4 til stasjon S3, der Lersbekken kommer inn i Sørå. Vi ser tilsvarende økning i turbiditet og suspendert stoff.

Beregning av metallinnhold ut fra mengde suspendert stoff

I Sørå er det en tett sammenheng mellom innhold av suspendert stoff og innhold av nikkel.

Analyseresultatene viser en lineær sammenheng mellom innhold av nikkel og innhold av partikler målt som mg suspendert stoff. Linja

Nikkel mot SS



Figur 6. Analyseresultatene fra prøver tatt i oppholdsvær 04.06.2013 og prøver tatt i tørrvær 10.09.2013.

Leire:	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
L1	2,1	0,12	35,0	22,0	28,0	9,9	73,7
L2	2,8	<0,10	68,8	30,7	50,6	6,9	52,3
L3	2,8	<0,10	67,0	33,8	51,8	7,3	53,9
L4	1,8	<0,10	65,5	26,6	42,2	10,0	55,7

Tabell 1. Analyser av leire fra 4 lokaliteter langs Sørå. Resultatene er gitt i mg/kg TS.

viser at prøvene inneholder 0,145 µg Ni pr. mg SS, eller 145 mg Ni pr. kg TS i partiklene.

Tilsvarende verdier for leire langs Sørå er vist i tabell 1.

Ut fra gjennomsnittet for nikkel i disse leirprøvene og sammenhengen mellom innhold av nikkel og suspendert stoff i Sørå vist i figur 6, finner vi at leire bidrar med omkring 1/4 av nikkel i Sørå. Selv om vi bruker de høyeste verdiene på ca. 50 mg/kg, så finner vi av denne beregningen at leire bidrar med omkring 1/3 av nikkel i Sørå.

Det er vanskelig å finne andre kilder enn leire til den markerte økningen i nikkel og andre metaller der innholdet av suspendert stoff øker. Derfor var det naturlig å se på feilkilder i bereg-

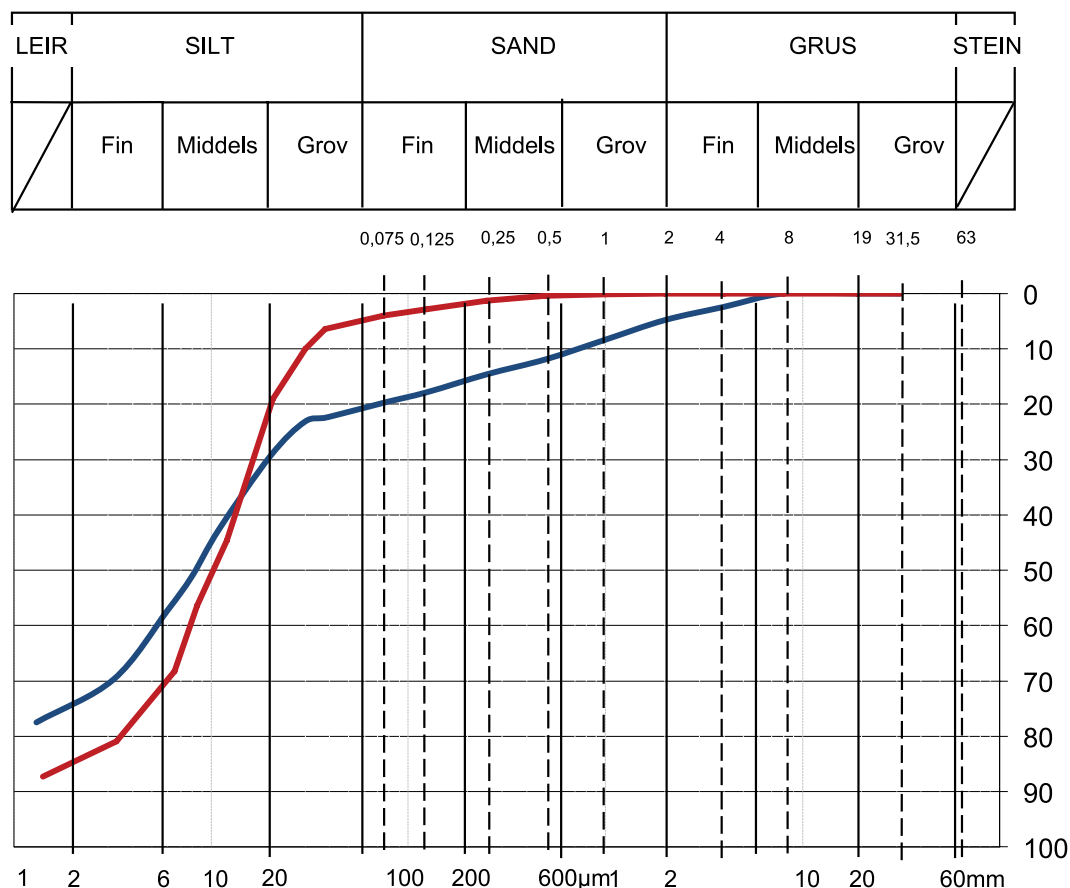
ningen, slik som feil knyttet til måling av suspendert stoff og kornfordeling i vannprøvene.

Feil ved analyse av suspendert stoff

Da betydningen av Lersbekken ble klar, ble det tatt to ekstra leirprøver, L5 og L6, langs Lersbekken.

Kornfordeling lokalitet 4 ved Sørå og lokalitet 6 ved Lersbekken er vist i figur 7.

Leire fra lokalitet 6 inneholder vesentlig mer finstoff <2 µm enn leire fra lokalitet 4. I tillegg inneholder prøve 6 mer forholdsvis grovt stoff, >63 µm, som man kan forvente vil sedimentere raskt. Den leira som vi finner i Sørå, består av leire fra ulike lokaliteter som har ulik kornfordeling.



Figur 7. Kurver for kumulativ fordeling av størrelsesfraksjoner fra Slemmeanalyse av leire fra lokalitet 4 ved Sørå, rød, og lokalitet 6 ved Lersbekken, blå.

Filteret som brukes ved måling av suspendert stoff, har en poreåpning på 1,4 μm . Mengden suspendert stoff blir derfor rapportert for lavt, eksempelvis 20 %, når det er stort innslag av leire. Men det kan bare forklare en del av avviket mellom beregningen og forventet resultat.

Endret kornfordeling på grunn av sedimentering

En annen feilkilde er at sedimentering reduserer innhold av store partikler i vannmassen. Små partikler bidrar med forholdsvis mer metall enn store partikler. Når de grove partiklene ikke blir med i vannprøven, øker konsentrasjonen av metall pr. gram SS.

Etter sedimentering i 15 minutter er mengden suspendert stoff i de øverste 10 cm av prøven falt til 40 % mens innholdet av nikkel er 75 %. Konsentrasjonen av nikkel i suspendert stoff blir derfor nesten fordoblet i løpet av 15 minutter. I løpet av 1 time er konsentrasjonen over tredoblet i forhold til i den opprinnelige prøven.

Det ser ut til at effekten av endret kornstørrelse ved sedimentering kan forklare mye av hvorfor vi med den enkle beregningen ut fra SS fant så lavt bidrag av nikkel fra leire.

Oppdeling av leire og vannprøver i kornfraksjoner

Et enkelt forsøk viser at endring i korngradering på grunn av sedimentering sannsynligvis kan forklare hvorfor vi finner så lave verdier når vi beregner bidrag fra leire ut fra sedimentert stoff. Det er derfor interessant å dele leireprøver og vannprøver i kornfraksjoner og sammenligne fraksjon for fraksjon.

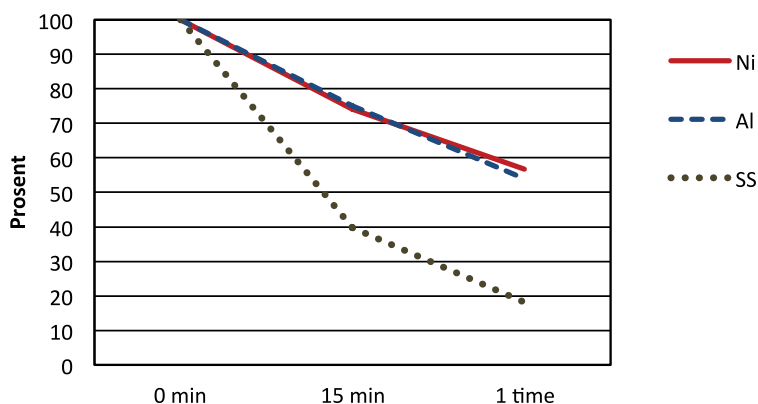
Fra undersøkelser av sedimentprøver tatt i havet er det kjent at siden metaller binder seg til små partikler, så må man ta med i vurderingen hvor mye finstoff som er i hver prøve. Med finstoff menes i den sammenheng partikler mindre enn 63 μm eller mindre enn 20 μm . Innslag av grovere partikler gir en "fortynning" av prøvene. /1/

Ved å tørke og sikte leire kan man ta ut de kornene som er mindre enn 63 μm for analyse. For enda mindre kornstørrelser er det vanskelig å bruke sikt. Ved hjelp av sedimentering kan man undersøke egenskaper ved veldig små korn.

En ulempe er at prøvene må deles i like deler, og at grensene mellom kornfraksjonene overlapper. I det følgende er det derfor beregnet forventet kornfordeling ved oppdeling ved hjelp av sedimentering.

Beregningen er gjort ut fra at store korn synker raskere enn små korn. Der er denne

Sedimentering av leire fra L4 i vann



Figur 8. Figuren viser hvor mange % nikkel, aluminium og suspendert stoff som er igjen i de øverste 100 mm av prøven etter at prøven har stått i ro i henholdsvis 0 minutter, 15 minutter og 1 time.

sammenhengen som brukes ved slemmeanalyse av leire.

Ved slemmeprøver er $1,4 \mu\text{m}$ den minste kornstørrelsen som beregnes [2]. Det er antatt en kornfordeling av mindre korn som vist i figur 9 og føyd inn noen punkter på kurven. De antatte punktene er vist med rødt. De er også antatt at synkehastigheten følger kvadratet av kornstørrelsen også for de aller minste kornene.

Om vi antar at leira bare består av de kornstørrelsene som er gitt i slemmeanalysen med tillegg av estimerte verdier, kan vi beregne kornfordelingen til suspendert stoff som er igjen etter 1 minutt, 5 minutter osv. Figurene 10 og 11 viser beregnet kornfordeling på det som er igjen etter

μm	mm/sekund
1000	100
500	50
250	26
125	11
62	2,6
31	0,66
16	0,18
8	0,044
4	0,011

Tabell 2. Synkehastigheten fra litteraturen [7].

sedimentering mellom 1 minutt og 5 minutter osv.

Om vi ser bort fra det som sedimenterer ut i løpet av ett minutt og det som er igjen etter ett døgn, så er fordelingen i de andre fraksjonene ganske like i leire fra de to lokalitetene.

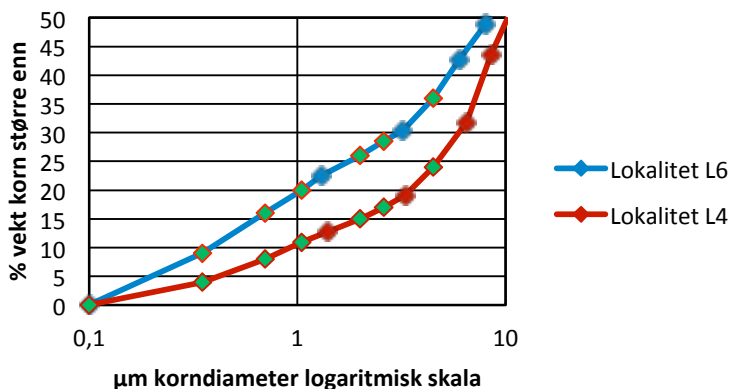
Beregningen er ikke nøyaktig, men den gir et bilde av hva som er den dominerende kornstørrelsen i hver fraksjon, og hvor mye korn som er felles for nabofraksjoner.

Sedimentering i 1 minutt gir forholdsvis stor feil i måling av tid. De kornene som sedimenterer 100 mm i løpet av 1 minutt er også vanskelig å fordele på flere delprøver. Innholdet av nikkelfordeler seg også slik at det virker fornuftig å se samlet på de kornene som sedimenterer 100 mm i løpet av 15 minutter.

Intervall	μm
0-15 m	>10
15m-1t	6,0
1-4t	3,0
4-24t	1,5
>24t	<1,5

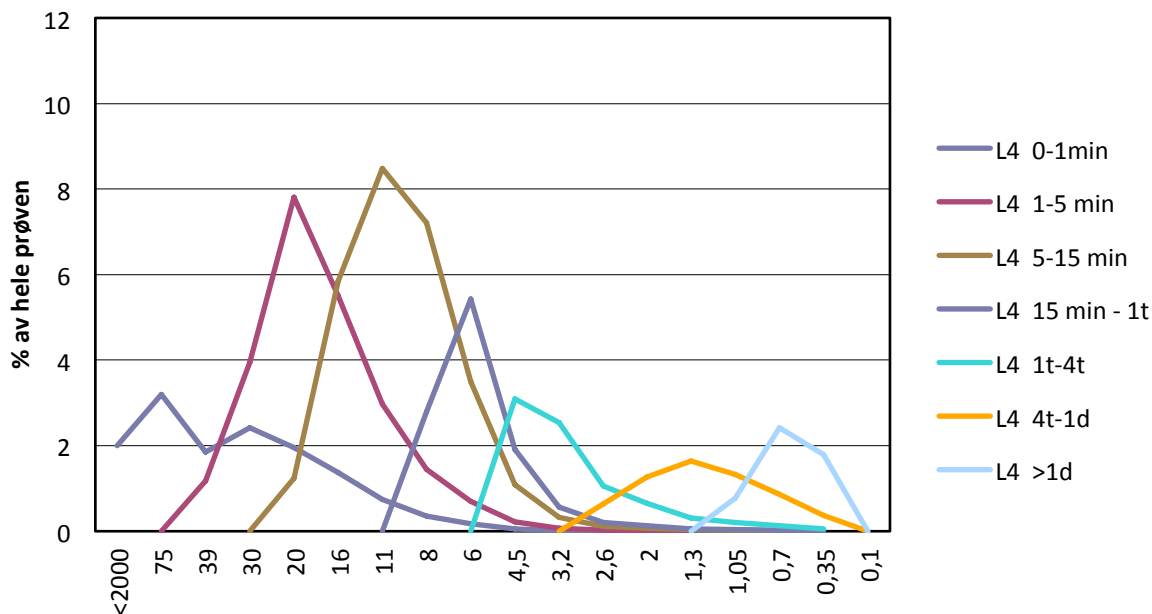
Tabell 3. Sammenheng mellom sedimentering en viss tid og dominerende kornstørrelse i de øverste 100 mm.

Estimering av de minste kornene



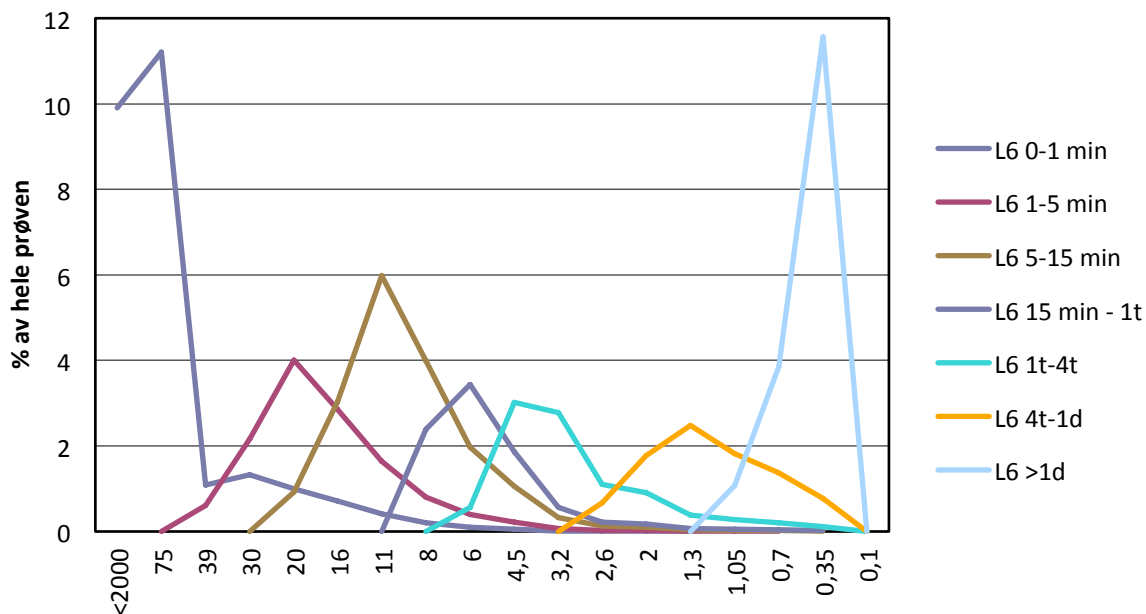
Figur 9. Kumulativ kurve for de minste kornene i leire fra lokalitet L4 og L6. De grønne punktene er estimert.

Leire fra lokalitet L4



Figur 10. Beregnet fordeling av kornstørrelser målt i µm i delprøver av leire fra lokalitet L4 delt ved hjelp av sedimentering.

Leire fra lokalitet L6



Figur 11. Beregnet fordeling av kornstørrelser målt i µm i delprøver av leire fra lokalitet L6 delt ved hjelp av sedimentering.

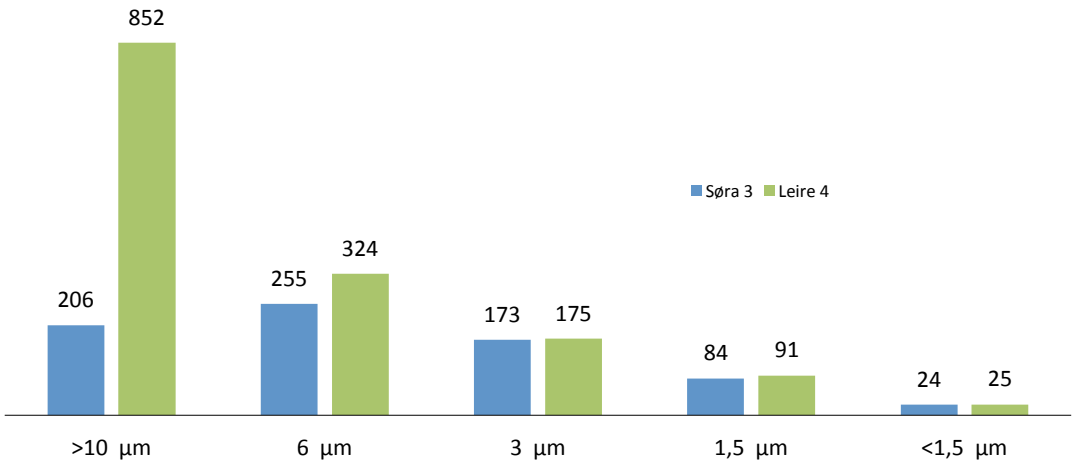
Sammenligning av vannprøver og leire delt i fraksjoner av kornstørrelse

En prøve fra Sørå tatt i regn ved lokalitet 3, nedenfor samløp med Lersbekken er sammenlignet med leire fra lokalitet L4 blandet i vann. Begge prøvene er delt i kornfraksjoner ved hjelp av sedimentering.

Prøven fra Sørå inneholder 1200 mg SS/L.

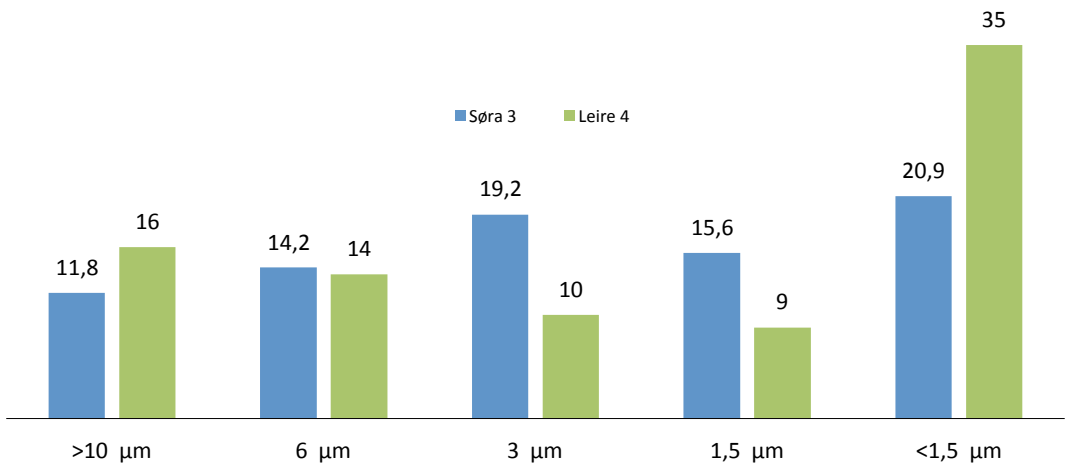
Vi vet vi ikke hvor mye leire som opprinnelig er blandet med Sørå. De minste kornene sedimenter sakte, så innholdet av små korn er relativt likt der leira blandes i bekken og der prøven tas. Mengden av de minste kornene i vannprøven fra Sørå, er omtrent som det vi får om vi blander 1,7 gram leire fra L4 med 1 liter vann.

Suspendert stoff fordelt på kornstørrelse



Figur 12. En vesentlig del partikler lik og større enn 10 µm mangler i prøven fra Sørå. Denne fraksjonen sedimenter 10 cm i løpet av 15 minutter, så det er naturlig at det mangler noe i prøven.

Nikkel fordelt på kornstørrelse



Figur 13. Bidraget til µg Ni/L i 1,7 gram leire fra lokalitet L4 i 1 liter vann og i prøve fra Sørå ved S3 fordelt på fraksjoner.

Mengden av de største kornene er da større i leira enn i prøven fra Sørå. Det stemmer godt med en antagelse av at de største kornene delvis er sedimentert og delvis beveger seg langs bunnen slik at de ikke blir med i prøven.

Korn rundt 10 µm sedimenterer 100 mm i løpet av 15 minutter, så det er rimelig at en del korn i den størrelsen ikke blir med i prøven fra Sørå. I dette tilfellet mangler 600 mg SS/L.

Man kan spørre om de små mengdene av de minste kornene har noen betydning for innhold av tungmetaller.

Fraksjonen mindre enn 1,5 µm inneholder en vesentlig del av nikkel i prøven selv om mengde suspendert stoff i denne fraksjonen er veldig liten. Av figur 13 ser vi at også de minste fraksjonene har stor betydning for totalinnholdet av nikkel. Dette er særlig tydelig i leirprøven. Det kan se ut som om noe av partiklene <1,5 µm i prøven fra Sørå har klumpet seg sammen eller knyttet seg til større partikler, og derved bidrar til nikkelinnholdet i fraksjonen på 1,5 µm og 3 µm.

Tapet av suspendert stoff større enn 10 µm utgjør forholdsvis lite nikkel.

Vannprøven fra Sørå inneholder 82 µg Ni/L. 1,7 gram leire inneholder 79 µg Ni. Siden vannprøven fra Sørå mangler 3 µg Ni i fraksjonen

10 µm og større, burde leirblandingen inneholde 85 µg Ni/L. Det tilsvarer at vannprøven opprinnelig inneholdt 1,8 gram leire, et avvik på ca. 5%.

Det er også tydelig at innhold av nikkel pr. mg suspendert stoff er mye større for de minste kornene enn for de store. Dette vil variere med hvor mye de minste kornene har knyttet seg sammen eller knyttet seg til større korn.

Ut fra overstående er det krevende å beregne bidraget fra leire ut fra innholdet av suspendert stoff i vannprøver.

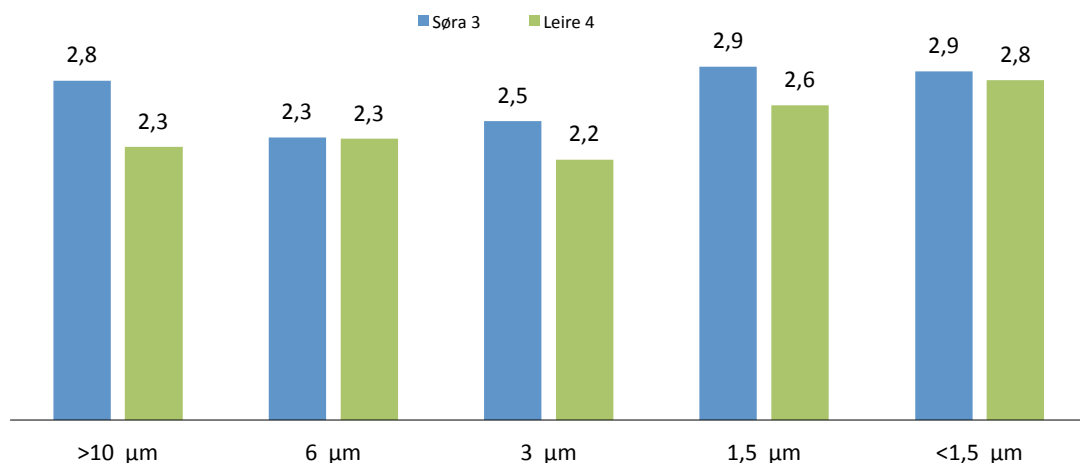
Forholdet mellom nikkel og aluminium i hver fraksjon

Ved undersøkelser av sedimenter i havet, brukes ofte innhold av jern eller aluminium for å beregne innhold av finstoff i sedimenter og "normalisere" analyseresultatene /1/. Cesium, scandium og litium kan også brukes.

I Sørå kan det være tilførsel av jern fra menneskelig aktivitet, for eksempel fra sigevann fra det nedlagte deponiet på Heggstadmoen og fra andre deponier som vi ikke har oversikt over.

Leire inneholder forholdsvis mye aluminium, og det er lite aluminium som kommer fra menneskelig påvirkning. I dette prosjektet er det spesielt viktig at sigevann inneholder lite aluminium.

Forhold mellom nikkel og aluminium



Figur 14. Forholdet mellom nikkel og aluminium i delprøver med ulik kornfordeling.

Forholdet mellom nikkel og aluminium er mye mer uavhengig av kornstørrelse enn forholdet mellom nikkel og suspendert stoff. Det gjelder både i vannprøve fra S3 og i leire fra L4.

Forholdet mellom nikkel og aluminium i hele Sørå

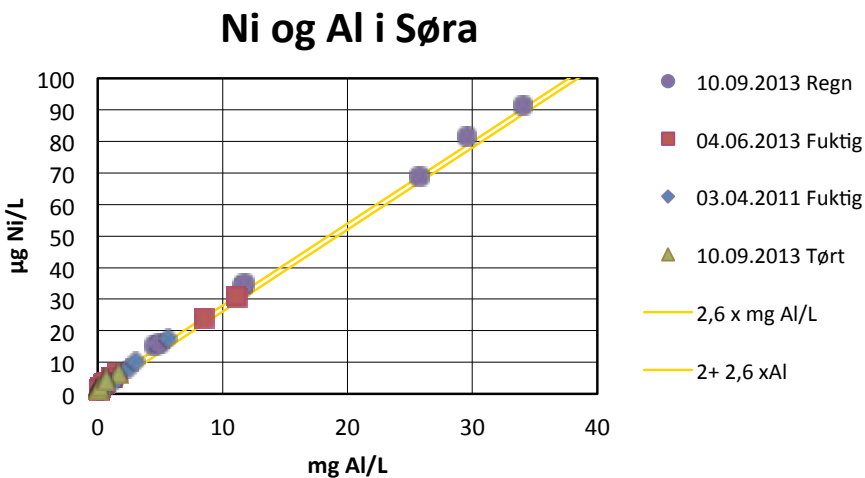
Når vi ser innhold av nikkel i forhold til innhold av aluminium i alle prøvene tatt i Sørå, finner vi en rettlinjett sammenheng, som vist i figur 15.

Det er en lineær sammenheng mellom innhold av nikkel og aluminium i Sørå. Det gjelder

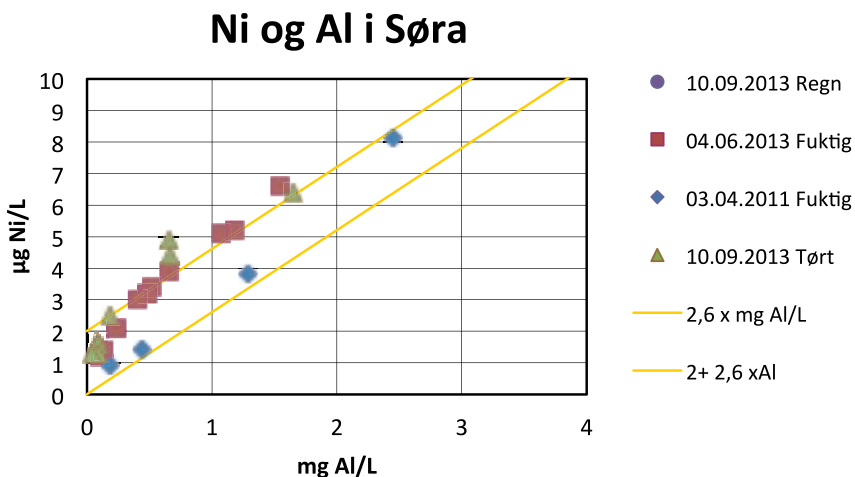
i regn nederst i Sørå, i fuktig vær og i tørt vær. Det er lagt inn tall fra prøvetaking i april 2011 også.

Sammenhengen gjelder også for små konsentrasjoner, som vist i utsnittet i figur 16.

Forholdet mellom nikkel og aluminium fra leire er det samme for høye og for lave verdier. Verdien for $\mu\text{g Ni/L}$ er $2,6 \times \text{mg Al/L}$. Tilsvarende undersøkelser gir $\mu\text{g Cr/L} = 3,3 \times \text{mg Al/L}$ og $\mu\text{g Fe/L} = 1250 \times \text{mg Al/L}$.



Figur 15. I Sammenheng mellom innhold av nikkel og aluminium i Sørå i prøver tatt under ulike hydrologiske forhold.

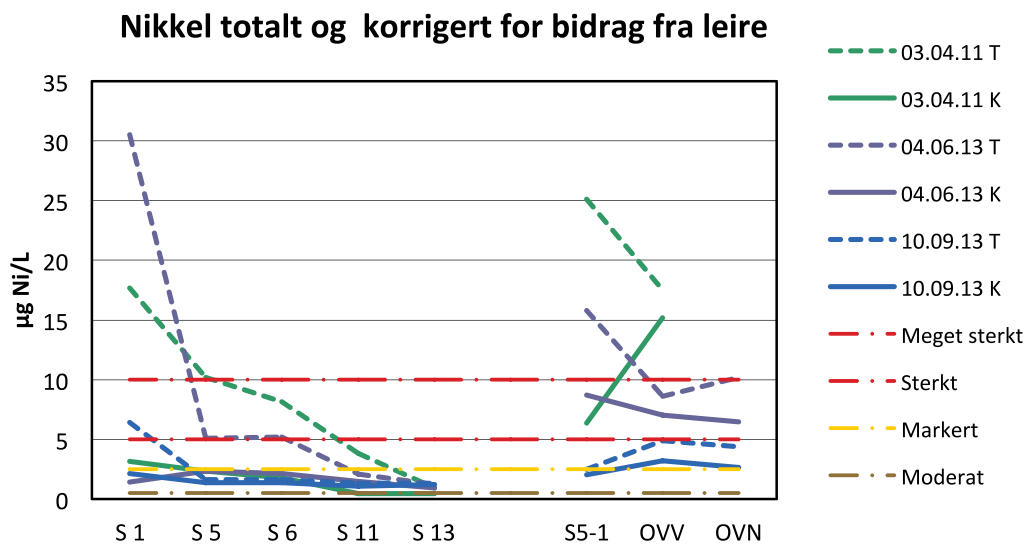


Figur 16. Sammenheng mellom innhold av nikkel og aluminium for lave verdier.

Beregning av bidrag av nikkel fra leire

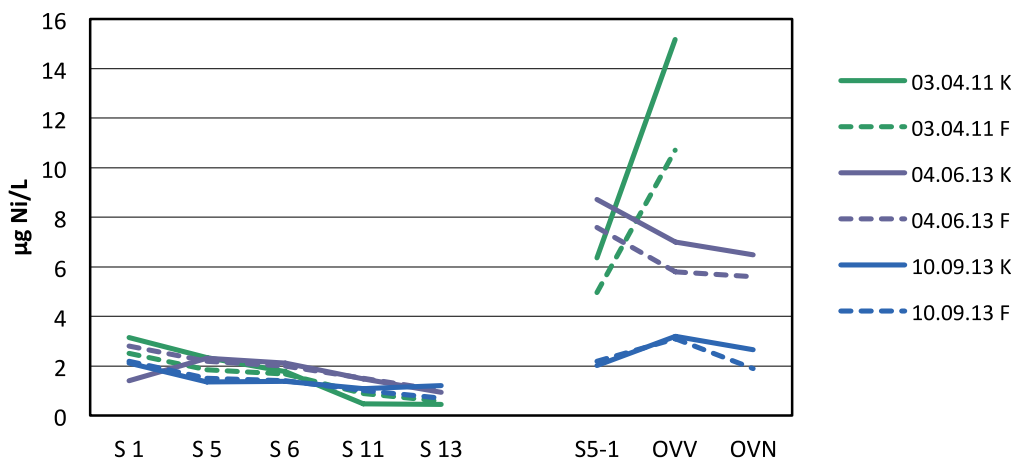
Bidraget av nikkel ($\mu\text{g/L}$) fra leira, finnes altså ved å multiplisere innholdet av aluminium (mg/L) med 2,6. Når vi korrigerer analysene av totalt nikkel fra Sørå ved å beregne og trekke fra bidraget fra leira, får vi figur 17 nedenfor.

De korrigerte verdiene for nikkel i Sørå, varierer mindre med hydrologiske forhold enn det verdiene for ufiltrerte prøver gjør. Forskjellen mellom vann fra Sørå og overvann fra Heggstadmoen kommer klarere fram når vi tar bort bidraget fra leire. Korrigering for bidrag fra leire, gjør at noen prøver endrer miljøklasse.



Figur 17. Ufiltrerte prøver, T, og samme prøver korrigert for bidrag fra leire, K.

Nikkel korrigert og i filtrerte prøver



Figur 18. De korrigerte verdiene, K, og verdiene for filtrerte prøver, F.

Forskjellen mellom korrigert verdi og filtrert verdi kan komme av at forholdet mellom nikkel og aluminium varierer noe med geografi. Det kan også være at noe løst nikkel fester seg til leirpartikler og derfor ikke blir med i den filtrerte prøven /3/.

Det er fortsatt usikkert hva som gjør at de korrigerte verdiene for nikkel og verdiene i filtrerte prøver øker nedover Sørå.

Etter korrigering ser vi tydelig at Heggstadbekken og overvann på Heggstadmoen er mer påvirket av nikkel enn Sørå.

Konklusjoner

Tungmetaller i leire påvirker måleresultatene fra Sørå så sterkt at andre mulige kilder blir kamouflert. Leire påvirker også innhold av tungmetaller i overvann på Heggstadmoen industriområde. Gjennomsnitt og grenseverdier uten å ta hensyn til bidraget fra leire, har derfor liten verdi.

I det undersøkte området kan bidraget av nikkel, krom og jern fra leire enkelt beregnes ut fra innhold av aluminium. Innholdet av arsen, bly, kobber, sink og mangan øker også når mengden leire øker, men sammenhengen er ikke så entydig som for nikkel, krom og jern.

Ved å beregne bidraget fra leire av tungmetaller og andre metaller, og korrigere for det, blir det enklere å vurdere bidraget fra, og finne, andre kilder. Det anbefales derfor å ta med analyse av aluminium når man analyserer på tungmetaller. Verdiene for tungmetaller plottes mot aluminium for å finne forholdstallene i det undersøkte området. Forholdstallet og innhold av aluminium brukes så til å beregne bidrag av tungmetall fra leire i den enkelte prøve.

Takk til

Eierskapsenheten i Trondheim kommune for et interessant oppdrag.

Analyselaboratoriet i Trondheim kommune, for raske og nøyaktige analyser og imøtekommenhet ved etterbestilling av resultater.

Avdeling for Geoteknikk for prøvetaking og analyse av leire fra Sørå og Lersbekken.

Kolleger i Trondheim kommune for nyttige tilbakemeldinger under arbeidet med artikkelen.

Referanser

/1/ Barak, Herut and Amir Sandler (2006): Normalization methods for pollutants in marine sediments: review and recommendations for the Mediterranean: IOLR Report H18/2006.

/2/ Håndbok 210: laboratorieundersøkelser. Slemmeanalyse, Gjeldende prosess (nov. 1996): 14.433: Statens vegvesen: ISBN 9788272076688.

/3/ Ibtissem Ghorbel-Abidm and Malika Trabelsi-Ayadi, (2011): Competitive adsorption of heavy metals on local landfill clay: publisert i "Arabian journal of chemistry" 2011.

/4/ Områder i Norge med naturlig høyt bakgrunnsnivå (over normverdi) – betydning for disponering av masser: M. Andersson, O. Eggen, T.E. Finne og R.T. Ottesen: NGU Rapport 2011.035,

/5/ Rapport fra vannovervåking ved Heggstadbekken og Sørå 2011: Hageskal, Gunhild, (2012): Miljøenheten, Trondheim kommune.

/6/ Regional vannforvaltningsplan for Trøndelag vannregion 2016-2021: høringsutgave 1. Nord-Trøndelag fylkeskommune, juli 2014: www.vannportalen.no/trondelag

/7/ Restoration and management of lakes and reservoirs, second edition: Table 5-1. Settling velocities for particles in still water: G. Dennis Cooke, Eugene B. Welch, Spencer Peterson and Peter Newroth: ISBN 0-87371-397-4