

Forskarmöte 15 mars 2005

Abstracts

Posters

Enhanced biodegradation of diesel fuel hydrocarbons in soil by the addition of fermented whey

Tomas L. Östberg^{a,*}, Anders P. Jonsson^a, Ulla S. Lundström^b

^a Department of Engineering, Physics and Mathematics, Mid Sweden University, SE-83125 Östersund, Sweden

^b Department of Natural Sciences, Mid Sweden University, SE-83170 Sundsvall, Sweden

Abstract

Industrial organic byproducts such as whey or fermented whey contain easily accessible carbon and micronutrients which could be used to stimulate microbial degradation of hazardous organic contaminants in soil. In this work we have investigated the possibility to use fermented whey as a growth supplement to enhance the aerobic degradation of diesel fuel hydrocarbons in soil.

Experiments were carried out with two soils, a sand soil and a loamy sand soil, contaminated with diesel fuel at a concentration of 5000 mg kg⁻¹ soil dry weight (dw). Fermented whey was added at different dosages to nutrient amended soil microcosms. Petroleum hydrocarbon mineralization was monitored by analysis of evolved ¹⁴C-CO₂ from added ¹⁴C-labeled *n*-hexadecane. Mineralization curves were fitted to a three-half-order kinetics model.

Enhanced mineralization was observed in sand soil at 7 and 22°C and in loamy sand soil at 22°C but the stimulatory effect was most pronounced in the sand soil at 22°C, where the addition of 6 and 60 ml fermented whey kg⁻¹ soil dw, increased the final degree of *n*-hexadecane mineralization from 49% in the control soil to 60 and 67% respectively. The increased total mineralization was characterized by an increase in the amount of substrate mineralized by first-order kinetics despite a decrease in the first order rate constant, *k*₁.

The highest concentration of fermented whey, 60 ml kg⁻¹, gave rise to substrate competition, diauxie, which resulted in an extended lag phase.

Key words: *n*-Hexadecane, Petroleum hydrocarbons, Soil, Bioavailability, Bioremediation

* Corresponding author. Fax +46 63 165450, E-mail address: tomas.ostberg@telia.com

EXAFS evidence for the complexation of cadmium by reduced sulfur groups in natural organic matter

The total concentration of cadmium (Cd) in soil and water is in most cases poorly related to bioavailability, toxicity and transport. Instead the specific binding forms of Cd, i.e. the chemical speciation, controls these parameters. In general soluble Cd species are considered to be bioavailable and the free metal ion (Cd^{2+}) and its soluble inorganic complexes are assumed to be the most toxic and bioavailable forms. Of special importance for the speciation are chemical interactions with surfaces and Cd binds to functional groups of natural organic matter (NOM), clay minerals and iron, manganese and aluminum oxyhydroxides. The inorganic chemistry of Cd is fairly well known, but less is known about the association of Cd with NOM. So, to make an accurate speciation of Cd in soil and water, the binding environment and binding strength to NOM has to be determined.

We have used extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) spectroscopy to determine the coordination chemistry of Cd in soil organic matter (SOM) from different soils and dissolved organic matter (DOM) from soil and water. In SOM samples ($1000 - 25000 \mu\text{g Cd g}^{-1}$, $\text{pH} = 4.6 - 6.6$), Cd was coordinated by 1.0 to 2.5 sulfur (S) atoms at a distance of $2.49 - 2.55 \text{ \AA}$ and by 3.0 to 4.5 oxygen/nitrogen (O/N) atoms at a distance of $2.22 - 2.25 \text{ \AA}$. In DOM samples ($1750 - 4250 \mu\text{g Cd g}^{-1}$, $\text{pH} = 5.4 - 6.3$), Cd was coordinated by $0.9 - 1.8 \text{ S}$ at a distance of $2.51 - 2.56 \text{ \AA}$ and $3.6 - 4.5 \text{ O/N}$ at a distance of $2.23 - 2.26 \text{ \AA}$. In both SOM and DOM samples a second coordination shell of 1.7 to 6.0 carbon atoms was found at an average distance of 3.12 \AA . This is direct evidence for inner-sphere complexation of Cd by functional groups in NOM. Bond distances and coordination numbers suggest that Cd complexed in SOM and DOM is a mixture of a 4-coordination with S (thiols) and 4- and 6-coordinations with organic O/N ligands, as illustrated in figure 1a and b.

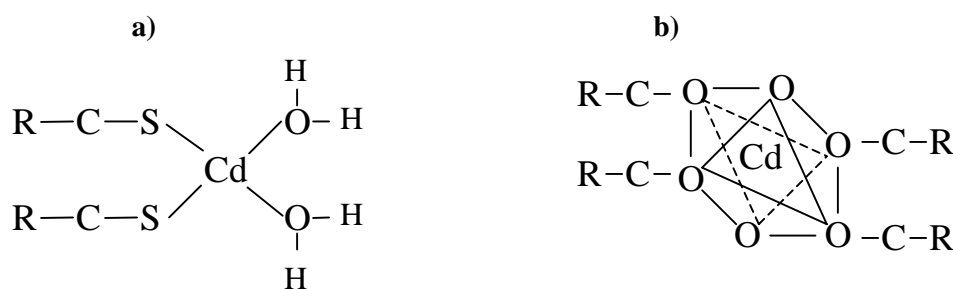


Figure 1 a-b. Proposed structures for 4- and 6-coordinated Cd in NOM: (a) tetrahedral configuration, inner-sphere complex with two monodentate S ligands and two water molecules, (b) octahedral configuration, inner-sphere complex with four monodentate organic O/N ligands and two water molecules.

To determine the binding strength of Cd in NOM, halides (Br) was used as competing ligands to the functional groups. For the reaction; $\text{RS}^- + \text{Cd}^{2+} = \text{CdSR}^+$ the stability constant ($\text{Log } K_{\text{CdSR}}$) was determined to be on the order of 11, well in accordance with stability constants for Cd bonding to RS^- in amino acids. The determined stability constant was then used to calculate the concentration of different Cd species (binding forms) in the soil and soil solution of an organic soil. These calculations showed that Cd complexed by solid organic matter dominates the speciation.

Based on the results from the EXAFS analysis and the binding experiments, we conclude that reduced organic S groups, likely thiols, are involved in the complexation of Cd by NOM, at both unpolluted and polluted conditions, in organic soils and humic streams.

Block B, poster

Torbjörn Karlsson, Inst. för skogsekologi, SLU
e-mail: Torbjorn.Karlsson@sek.slu.se

Haltvariationer i grundvatten: statistisk analys

Peter Starzec, Avdelning Miljö, SGI Göteborg, peter.starzec@swedgeo.se

Karin Axelström, Avdelning Miljö SGI Linköping, karin.axelstrom@swedgeo.se

Block B-spridning/transport

Ett av de viktigaste stegen i riskbedömning är framtagande av en realistisk och trovärdig konceptualisering av riskkedjan. Riskkedja inkluderar karakterisering av föroreningskälla, transportprocesser och transportmedia och effekter på recipient. Konceptualisering åtföljs av matematiska modeller där ekvationer och formler används för att kvantifiera de aktuella fysikaliska och kemiska processer. Föroreningssituation på plats beskrivs med underlag från observationsdata och förväntade effekter på recipienter bedöms/kvantifieras i relation till uppställda riskkriterier.

I de fall där föroreningar sprids till recipienter via grundvatten är det viktigt att den aktuella statusen på föroreningssituation återges med hänsyn till dynamiska processer som innefattar olika transportmekanismer, kemiska och biologiska reaktioner och mediets heterogenitet som funktion av tid. Den dynamiska karaktären på transportprocesser innebär att uppmätta halter uppvisar tämligen stora variationsspann både av rumslig och tidsberoende natur.

Det finns huvudsakligen två typer av problemställningar och motsvarande strategier relaterade till mätningar i grundvatten med syfte att beskriva koncentrationsförändringar som funktion av tid: i) nya observationsdata från gv-rör placerade nedströms föroreningskälla jämförs med motsvarande data från gv-rör liggande uppströms, dvs. spatiala haltförändringar studeras, ii) nya observationsdata från gv-rör placerade nedströms föroreningskälla jämförs med historiska data från exakt samma rör, dvs. tidsberoende haltförändringar studeras.

Detta arbete fokuserar på tidsberoende haltvariationer där primära syften med mätningar är att: i) detektera/upptäcka indikation på plötslig eller gradvis ökning i koncentration. Sådana observationer görs vanligen i samband med kontrollprogram i obsrör runt om (nedströms) deponier eller uppströms vattentäkt i syfte att detektera risker för föroreningar i tidigt skede, och ii) upptäcka signifikanta trender (ökning eller minskning) i halter. Dessa observationer görs inom eller nedströms ett förorenat område för att bedöma om halterna avtar med tiden (pga. t ex nerbrytning eller utspädning) eller visar omvänd trend. Också, som ett kontrollprogram för att utvärdera effektiviteten på saneringsåtgärder för att fastställa om halterna uppvisar signifikant reduktion med tiden eller ej.

Syftet med projektet är att visa på lämpliga verktyg för att klargöra vilka haltvariationer i grundvattnet som är beroende av naturliga faktorer, och vilka är variationerna som beroende av förändringar i föroreningssituationen. Dessa styrs av fysikaliska/kemiska processer som är av betydelse för t ex föroreningsspridning eller nerbrytning. Om vi kan "separera" de två huvudsakliga variationsmönster (naturliga respektive föroreningsberoende) så kommer våra prognoser vara mer tillförlitliga eftersom vi kan reducera påverkan från naturlig variation på eventuella trender i haltförändring i tiden. Projektet syftar till att identifiera, testa och ta fram rekommendationer för metoder för statistisk analys av grundvattendata. Studien omfattar bl a *Shewart* och *CUSUM* metoder för detektering av plötsliga eller gradvisa haltökningar samt *variansanalys*, *Sens metod*, *Mann-Kendall* test och *seasonal Kendall* test för analys av mätserier med syfte att identifiera eventuella trender.

Som ett led i att välja ut lämpligaste metoder kommer i storleksordningen 4-6 mätserier från olika objekt att utvärderas. Ett antal vanligt förekommande föroreningstyper kommer då att väljas ut, exempelvis föreningar i bensin/diesel, klorerade lösningsmedel samt metallerna As och Cr. Projektet planeras vara avslutat i april 2005.

Kartläggning av blyförekomst inom Tudors ABs industriområde i Nol.

C Edlund, U Qvarfort, A Waleij

Kontaktperson:

Christina Edlund,

FOI NBC-skydd, 901 82 Umeå

christina.edlund@foi.se

Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI, avdelningen för NBC-skydd har på uppdrag av Tudor AB utfört en fördjupade undersökning avseende blyförekomst inom företagets industriområde i Nol. I samband med avvecklingen av anläggningen, som påbörjades 1999, genomfördes en statusbestämning av industrimarken. Dessa arbeten har sedan kompletterats i olika omgångar under åren.

Sammanfattningsvis kan konstateras att den verksamhet som Tudor AB bedrivit sedan början av 1900-talet medfört att bly spridits till omgivningen via utsläpp till luft och vatten. Bly har också spridits genom att restmaterial, s.k. batterikross, använts som fyllnadsmaterial i och utanför fabriksområdet.

Syftet med FOIs undersökning har varit att komplettera tidigare utförda undersökningar för att ta fram ett beslutsunderlag för hur området på ett miljömässigt bra och ekonomiskt rimligt sätt skall efterbehandlas. I detta arbete har bland annat ingått att med hjälp av geografiska informationssystem (GIS) göra en uppskattning av mängden jordmassor som skulle behöva tas om hand. I utvärderingen av resultaten och beräkningen av mängden förorenade massor har två riktvärden, 2500 respektive 5000 mg/kg, använts.

Som utgångspunkt för undersökningen delades området in i ett rutnät om 250 m². Vägledande för valet av rutornas placering var resultat från tidigare undersökningar. Inom varje ruta togs som regel fem prover genom borrhning och/eller grävning varpå XRF-analys utfördes direkt i fält på varje prov. Totalt togs 349 prover, varav cirka 10 % skickades till laboratorium för kontrollanalys innan den slutliga tolkningen genomfördes.

För att uppskatta mängden jordmassor som skulle behöva schaktas bort har ett medelvärde för varje ruta på områdets beräknats utifrån de XRF-mätningar som gjorts i borrh- resp. grävpunkter. Med hjälp av GIS har medelvärdet för varje ruta i rutnätet beräknats baserat på alla punkter i rutan respektive inom ett visst avstånd från rutan.

Resultaten för blyanalyserna visade att av totalt 349 prover översteg 90 stycken 2500 mg/kg TS och 67 stycken 5000 mg/kg TS. Dessa punkter ligger inom områden som redan tidigare identifierats som belastade. Beräkningar visar att mellan 10 000 till 13 000 ton blyförorenad jord behöver schaktas bort. Med detta som utgångspunkt har mängden bly inom området (utanför byggnader) beräknats till totalt ca 240 ton, varav huvuddelen (83-88 %) ligger inom rutor med en medelhalt över de använda riktvärdena.

Inom ramen för undersökningen har även förekomst av petroleumprodukter och trikloretylen undersökts i samarbete med Johan Helldén AB i Linköping.

Niklas Törneman
Doktorand,
Kemisk Ekologi och Ekotoxikologi, Lunds Universitet
Niklas.toreman@ekol.lu.se
046-222 93 22/0735-77 81 72

Abstract

Kostnaden för riskreduktion beror på riskers spatiella variation inom förorenade markområden

Platsspecifika risker inom förorenade markområden är främst beroende av de enskilda föroreningarna koncentrationer, föroreningsblandningens sammansättning och av fysiokemiska markparametrar. Dessa parametrar uppvisar ofta en extrem heterogenitet inom områdena ifråga vilket leder till slutsatsen att även risker borde uppvisa en sådan spatiell heterogenitet.

Slutsatser från denna studie var:

- Kostnaden för riskreduktion var beroende på den spatiella variationen av risker men också på vilken typ av riskmodell som användes:
 - T.ex. så var skillnaden i kostnad för en 80% riskreduktion mellan olika modeller som mest 50% (2,5 MSEK).
- Ekotoxikologiska riskers variation inom området beror både på PAH koncentrationer, PAH blandningens sammansättning och på TOC halten.
- Fördelningen av cancerogena risker (högmolekylära PAH) och akuttoxiska risker (låg molekylära PAH) skilde sig åt på området.

Undersökningen skedde inom ett 300*50m stort område som är starkt kreosot förorenat (tot PAH 2-1600 mg /kg). 135 markprover från 0.5 m djup analyserades bl.a. med avseende på PAH och TOC. Följande metoder, med ökande grad av komplexitet, användes för att beräkna den spatiella variationen av risker:

- Indikator kriging mot naturvårdsverkets gränsvärden
- Geostatistisk stokastisk simulering mot naturvårdsverkets gränsvärden
- En stokastisk ekotoxikologisk modell som tar hänsyn både till PAH blandningens sammansättning och porvattenkoncentrationer vid jämvikt applicerades punktvis. Därefter användes geostatistisk simulering och indikator kriging för att beskriva fördelningen av risker inom området.
- Den stokastiska ekotoxikologiska modellen applicerades blockvis på 5*5 m block (s.k. remedieringsenheter) inom området. Detta följdes ej av en geostatistisk interpolation eftersom blocken täckte hela området.

Löslighet och biologisk transformering av kvicksilver och metylkvicksilver i förorenade fibersediment

Andreas Drott¹, Lars Lambertsson², Ulf Skyllberg^{1*}, Mats Nilsson¹, Wolfgang Frech², Tom Larsson², Erik Björn² och Per Persson².

¹Institutionen för Skogsekologi, SLU, S-90183 Umeå

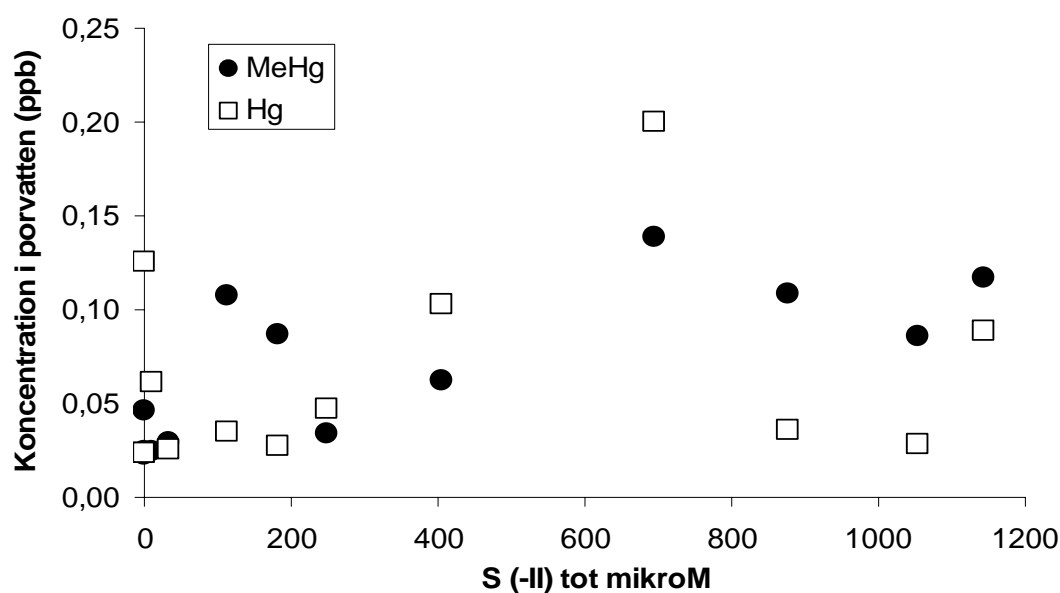
²Kemiska institutionen, Umeå Universitet, S-90183 Umeå

*korrespondens: ulf.skyllberg@sek.slu.se

Med stöd från Naturvårdsverkets program ”Hållbar sanering” studeras kopplingen mellan kemisk speciering och biogeokemiska processer för oorganiskt kvicksilver (Hg) och metylkvicksilver (MeHg) i fibersediment. Syftet är att kunskap om koncentrationen av biologiskt tillgängliga kvicksilverformer, och hur de styr metylerings-, demetylerings- och reduktionsprocesser i sedimenten, skall ge en förbättrad grund för riskbedömning. Dessutom skall redan vidtagna åtgärder för stabilisering av Hg och MeHg (invallning och övertäckning) utvärderas med avseende på biogeokemiska transformationer av Hg och MeHg.

Projektet har pågått ett halvår och preliminära resultat så här långt visar att:

- 1) I reducerad miljö styrs lösligheten av MeHg i porvatten i hög grad av löst sulfid, medan lösligheten av Hg styrs av lösligheten av naturligt organiskt material. Av Figur 1 framgår att halterna i porvatten är av samma storleksordning för MeHg och Hg, trots att totalhalten MeHg bara är någon promille av totalhalten Hg i sedimentet. Orsaken till detta är att MeHg till skillnad från Hg uppvisar en betydande halt av lösta sulfidkomplex $\text{MeHg}(\text{HS})_2^0(\text{aq})$.
- 2) Metyleringshastigheten är störst i ytliga sediment och minskar vanligen kraftigt med djupet. Orsaken är troligen i huvudsak minskande tillgänglighet av energirikt substrat (organiskt kol) för metylerande bakterier, men även tillgängligheten av Hg inverkar.
- 3) Demetyleringshastigheten varierar generellt mindre med omvärldsbetingelser än metyleringshastigheten. En anledning är att fler organismer med olika tolerans mot t ex redoxpotential bidrar till demetyleringen.
- 4) Preliminära resultat indikerar att nettometyleringen minskar med ökande totalhalt av MeHg och Hg inom djupprofiler, medan de absoluta nivåerna varierar kraftigt mellan platser.



Figur 1. Koncentrationer av metylkvicksilver, oorganiskt kvicksilver och sulfid i porvatten från Köpmanholmen, Örnsköldsvik. Observera att totalhalten Hg \approx 1000MeHg i sedimentet.

”Udvaskningstest for organiske forureningsstoffer i jord: Et værktøj til risikovurdering”

Jette Bjerre Hansen og Christian Grøn
DHI-Institut for Vand og Miljø, Agern Allé 5, 2970 Hørsholm, Danmark

I forbindelse med risikovurdering af forurenede jord har man i både Sverige og Danmark traditionelt på baggrund af totale indhold af forurenende stoffer i en jord truffet beslutninger om nødvendige foranstaltninger for at beskytte miljøet. Udvaskningstests er dog i de senere år i stigende grad anvendt som værktøj til på en mere direkte måde at bestemme frigivelsen af forurenende stoffer fra jord til miljøet. Ligeledes indgår udvaskningstests i stigende grad i forbindelse med lovgivning f.eks. ved deponering af affald og forurenede jord (EU's deponeringsdirektiv).

Desværre anvendes udvaskningstests i dag kun for uorganiske stoffer og DOC i såvel lovgivning som ved risikovurdering af forurenede grunde til trods for, at mange af de forurenende stoffer, som udgør en risiko for miljøet, er organiske stoffer. Dette skyldes formentlig, at der i dag ikke findes standardiserede udvaskningstestmetoder til organiske stoffer. Udviklingen af udvaskningstest til organiske stoffer har været i gang i de seneste 10 år, og der findes i dag udvaskningstests, som er velegnede til organiske stoffer.

Denne præsentation indeholder en kort oversigt over velegnede metoder til bestemmelse af udvaskningen af organiske stoffer samt et eksempel på anvendelsen af resultater fra udvaskningstests i forbindelse med risikovurdering. Til bestemmelse af udvaskningen af ikke-flygtige organiske stoffer er en kolonnetest med recirkulation af eluat den mest velegnede metode. Tre danske diffust forurenede jorde, som havde forskellig kilde til forurening, blev testet for udvaskeligheden af polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH). På baggrund af testresultaterne blev porevandskoncentrationen af PAH estimeret for de 3 jorde (vist i nedenstående tabel). Til sammenligning er EU's drikkevandskriterier og svenske grundvandskriterier opgivet.

Estimat af porevands-koncentration	Byjord µg/l/L	Jord fra trafikeret område µg/l/L	Aske-forurenede jord µg/l/L	EU – drikkevands kriterier µg/l/L	Svenske grundvands kriterier µg/l/L
Naphthalene	0,045	0,12	0,065	-	
Benz(a)pyrene	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
Sum PAH ^a	0,017 ^a	0,033 ^a	0,052 ^a	0,1 ^b	0,2 ^c

^a fluoranthene, benz(a)anthracene, benz(b+j+k)fluoranthene, benz(a)pyren, dibenz(a,h)anthracene and indeno(1,2,3-cd)pyrene.

^b Sum af benz(b)fluoranthene, benz(k)fluoranthene, benz(ghi)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyrene.

^c Sum af benz(a)anthracene, chrysene, benz (b)fluoranthene, benz(k)fluoranthene, benz(a)pyrene, dibenz(ah)anthracene, indeno(1,2,3-cd)pyrene

Udvaskningstests har vist at mindre end 1% af totalindholdet af PAH i de tre jorde blev udvasket. Sammenlignet med Svenske grundvandskriterier og EU's drikkevandskriterier var de estimerede porevandskoncentrationer mindre end drikkevandskriterierne. Udvaskningstest kan således give et mere direkte mål for den potentielle risiko en forurenede jord udgør over for grundvand og overfladevand. På tilsvarende vis kan jorden testes for udvaskning af tungmetaller (efter standardiserede metoder). Der eksisterer endvidere testmetoder, der giver et direkte mål for forureningens biotilgængelighed. Tilsammen udgør disse tests et godt værktøj til direkte vurdering af jordforureningens påvirkning af mennesker og miljø.

Evaluation of leachate emissions from alternative materials in construction

Sofia Lidelöw (soli@ltu.se) and Anders Lagerkvist, Div. of Waste Science & Technology, LTU

Introduction

The use of alternative construction materials such as wastes, sediments and treated soils may possess a risk to the environment due to the release of *e.g.* salts and heavy metals. The release and migration of pollutants from a material enclosed in a construction is not only affected by the intrinsic material properties but also by interactions between the material and its environment.

Research question

How do time and construction design affect pollutant emissions from alternative construction materials?

Discussion and preliminary conclusions

Two years of leachate emissions from a test road built of MSWI bottom ash and crushed rock are evaluated by means of MVDA. Leachate was collected under the road cover as well as under the roadside slopes. In the bottom ash section, pollutant release rates were higher from the slopes than under the cover (Fig 1). No such trend can be detected in leachates from the rock material. Estimated cumulative releases from the slopes indicate that highly soluble constituents *e.g.* Cl and Na may be released up to their availability within a matter of years. Such estimations are however dependent on the field conditions considered (amount of infiltration, mode of water contact, wet/dry-cycling *etc.*) and the species of interest.

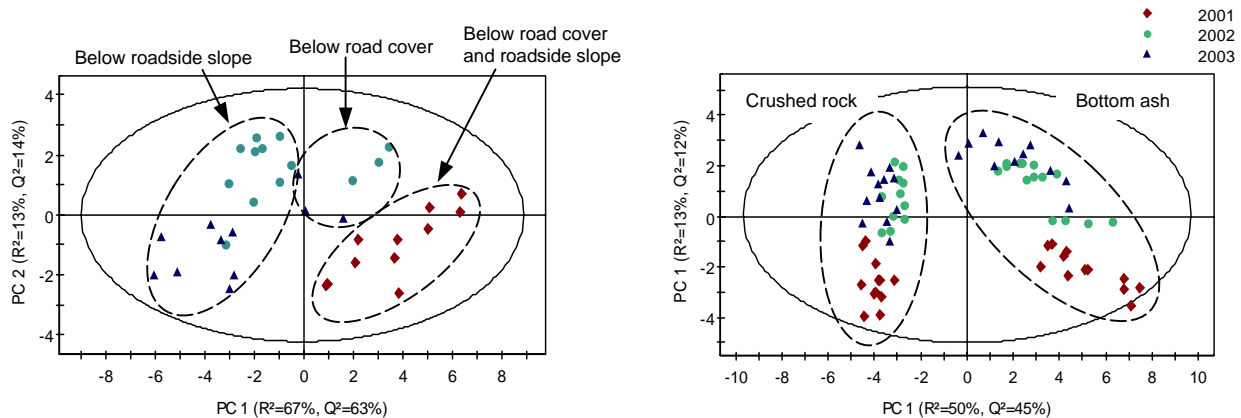


Figure 1 PCA score plots for ash leachates (left), and ash compared to rock leachates (right).

The quality of the leachates was changing markedly over time. The difference between leachates from ash and crushed rock sections was significant but decreased over time, mainly due to changes in the ash leachate composition (Fig 1). Most pollutants occurred at high initial concentrations, and then rapidly decreased, although some (*e.g.* Al) showed fluctuating concentrations throughout the two years.

It is not possible to assess the risk of using a material in general terms. The effect of a specific location and methods of use must be considered. The widely different nature of various construction materials and the diverse application scenarios call for an identification of the relevant exposure conditions, since they will lead to different release rates and extents for the same material. Environmental changes may affect the release of contaminants in the future, and the potential impacts of such processes need to be addressed. For validation, long term field data for various utilisation scenarios need to be collected and documented.

This work is financially supported by FORMAS (project no. 25.0/2001-0446, *Bottom Ash in Road Construction*).

Metallakning från tvättat jord

Pascal Suè¹, Katarina Hurtig², Johan Nordbäck¹

¹Statens geotekniska institut (SGI)

²Nuamera på Stadsbyggnadskontoret i Mölndal

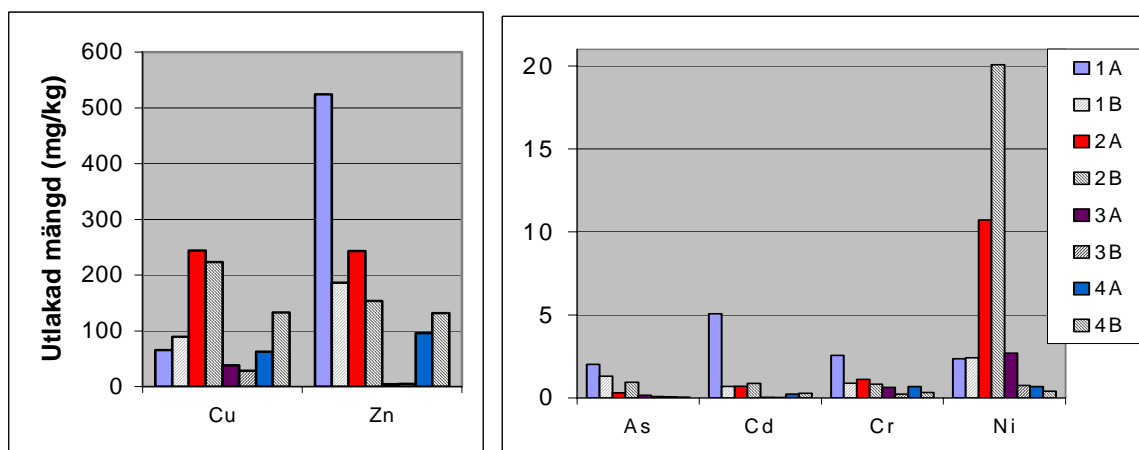
pascal.suer@swedgeo.se

En intressant uppgift när det gäller riskbedömning av källan är hur mycket det lakar från jorden *efter* behandling, med andra ord hur mycket behandlingen har förändrat mobiliteten av (i detta fall) metaller. Eftersom jordtvätt är bland de vanligaste behandlingsmetoder för metallförorenad mark har vi undersökt hur lakningen före respektive efter jordtvätt såg ut.

Det här är en liten studie, med tester på fyra jordar och utan replikat. En jord var förorenad genom en skjutbana, en var från blybatteri anläggning, och de två andra var blandade från olika källor. Jordarna behandlades i fyra olika jordtvättar, prov togs på massor före och efter jordtvätten (efter jordtvätten på den "rena" fraktionen, som kanske är aktuell för användning igen?). Stort tack till de som bidrog med prov! På varje prov, både före och efter jordtvätt, har vi sedan mätt kornstorleksfördelningen, totalhalt metaller, och utlakning i acetatlösning.

Vi såg att totalhalten av metaller för det mesta gick ner (som väntat). Höga halter minskade mer än låga. Några enstaka metaller var högre i provet efter jordtvätten, och vi tror att det beror på variation i jordarna, vi hade bara ett prov av varje jord. Innan jordtvätt ledde hög totalhalt också till hög utlakning.

Generellt gjorde jordtvätten att lakningen (i absoluta tal) minskade eller stannade på samma nivå som innan tvätten. I några fall ökade lakningen (se figurerna: t ex Cu och zink i jord 4, Ni i jord 2). Det finns exempel där totalhalten sjönk, men lakningen ökade! Vi kan tyvärr inte utesluta att proverna före och efter kommer från lite olika jordar. Men vi har sett i litteraturen att jordtvätt kan leda till att metaller flyttas, från svårakade fraktioner i jorden till mer lättakade. Det är möjligt att detta har hänt här också.



Lakning (i absoluta tal) för valda metaller. A före jordtvätt; B efter jordtvätt. 1, 2 etc: olika jordprov.

Sammanfattningsvis antyder våra resultat att utlakning av metaller oftast sjunker genom jordtvätt, utlakningen kan också öka. Mer än antyda gör projektet inte, dataunderlaget är för litet. Men något att tänka på innan sanering och vid användning av renad jord, och något att forska vidare på.

Publikationer i projektet:

Katarina Hurtig, 2003. Does full scale soil washing affect the mobility of metals in contaminated soils? MSc uppsats B388, Göteborgs Universitet. ISSN 1400-3821

Pascal Suè, 2005. Physico-chemical soil remediation affects metal mobility and environmental risk - A review. Manuskript

ABSTRACT för poster, Renare marks forskarmöte den 15 mars 2005

Metallers mobilitet i mark

Jon Petter Gustafsson^a, Nicholas Jarvis^b, Mark Elert^c, Ann-Catrine Norrström^a, Prosun Bhattacharya^a, Dan Berggren^b, och Mats Linde^b

^a*KTH, Institutionen för mark- och vattenteknik, 100 44 Stockholm*

^b*Kemakta Konsult AB, Box 12655, 112 93 Stockholm*

^c*SLU, Institutionen för markvetenskap, Box 7014, 750 07 Uppsala*

”Metallers mobilitet i mark” är ett delprojekt i Naturvårdsverkets kunskapsprogram ”Hållbar sanering”. I projektet sammanställer vi nuvarande kunskap om kemiska och fysikaliska processer som styr metallers uppträdande i mark, och försöker belysa förutsättningarna för att använda olika typer av spridningsmodeller. Syftet är att sammanställningen ska kunna användas som underlag för riskbedömningar av förorenad mark. Några hållpunkter:

- Metallers markkemiska uppträdande
- Markvatten som transportmedium
- Riskbedömningar av förorenad mark
- Bedömning av föroreningsspridning
- Tolkning av laktester

Sammanställningen bearbetas med hjälp av en referensgrupp, och kommer även att skickas ut för extern granskning av forskare, myndigheter och/eller konsulter. Redovisning av resultat sker i form av en skriven rapport samt i samband med ett seminarium under början av hösten 2005.

Abstract; Uppskattning och reducering av fel vid jordprovtagning

Björn Gustavsson; Renare Marks forskarmöte i Umeå, 15 mars 2005-01-17

Områden med förorenad jord provtas och analyseras för att bedöma behovet av marksanering. Under processen uppstår frågan om resultatet av analysen representerar jordvolymen de tagits ifrån.

Provtagning och provhantering inducerar fel. Resultatet från analyserna av jordproverna kan antas inkludera fel. För ett heterogent material som jord, kan mycket av det övergripande felet förknippas med provtagningen och provhanteringen. För att förbättra pålitligheten av resultaten behöver provtagnings- och provhanteringsproceduren utvärderas och förbättras.

Detta arbete fokuserar på att bedöma och reducera provtagningsfelen.

Enligt teorin för provtagning (Theory of Sampling- TOS) även känd som Pierre Gy's provtagningssteori, är det totala provtagningsfelet en summa av sju olika fel. Teorin beskriver hur man kan beräkna osäkerheterna för några av felen. Den beskriver även hur man kan minska felen.

En fallstudie användes för att beräkna provtagningsfelen och jämföra dem med det analytiska felet. Olika sätt att minska felen presenteras och diskuteras som en applikation av TOS för provtagning av förorenad jord.

Felen kan reduceras på sätt som:

- Mala eller mortla proverna.
- Öka provstorleken.
- Ta många små delprover för att komponera ihop ett prov.
- Undvika att skevhet uppstår i provet under provklyvning genom noggrant val av utrustning.

Björn Gustavsson
PhD. Student, Lic.Eng.
Luleå University of Technology
SE-971 87 Luleå, Sweden
+46-(0)920-49 30 04
bjorn.gustavsson@ltu.se

ABSTRACT

Nätverket Renare Marks Forskarmöte 2005

Metoder för bedömning av riskreduktion av efterbehandlingsåtgärder

Mark Elert, Kemakta Konsult AB

Inom kunskapsprogrammet Hållbar Sanering pågår ett projekt som syftar till att inventera och utveckla metoder för att göra ändamålsenliga riskbedömningar av olika åtgärder på ett efterbehandlingsobjekt.

Arbetet med att infria miljömålet Giftfri Miljö innebär att omfattande åtgärder är aktuella för många platser i Sverige, ofta till mycket stora kostnader. För att rätt kunna prioritera insatserna krävs riskvärderingar baserade på välgrundade bedömningar av de hälso- och miljörisker som området kan orsaka samt vilken riskreduktion olika åtgärder innebär. Detta krävs både för att kunna prioritera mellan olika efterbehandlingsprojekt och för att kunna välja mellan olika åtgärdsalternativ i ett enskilt projekt.

De problemställningar som behandlas i projektet fokuserar på metoder att bedöma:

- behov av riskreduktion vad gäller spridning av föroreningar från förorenade områden
- metoder för att bedöma den reduktion olika typer av efterbehandlingsåtgärder ger.

Projektet handlar således om spridning av föroreningar med vatten eller andra media och kommer inte att beröra hälsorisker som uppstår på grund av direktkontakt med förorenad jord, damning, ångor, upptag i växter, mm. Miljöeffekter inom det förorenade området kommer heller inte direkt beröras.

Projektet kommer att huvudsakligen inrikta sig på två frågeställningar:

- Enkla metoder för att uppskatta spridning från förorenade markområden före och efter olika typer av efterbehandlingsåtgärder.
- Metoder och kriterier för att värdera effekten av utsläpp från förorenade områden till ytvatten.

Projektet kommer huvudsakligen att behandla metoder tillämpliga för förorenade markområden, men stora delar av resultatet kommer att vara tillämpligt även på andra objekt, t ex deponier och förorenade sediment.

Metoder som kan vara användbara för dessa frågeställningar finns redan i dag utvecklade inom andra områden. Riskbaserad efterbehandling av förorenad mark används internationellt i en rad olika sammanhang. Erfarenhet från dessa arbeten skall användas. Inom Hållbar sanering kommer metoder för bedömning av läckage och spridning av föroreningar att utvecklas. Dessa behöver dock anpassas till de speciella frågeställningar som gäller vid riskbedömning av olika åtgärdsalternativ inför en riskvärdering.

SAMPLING STRATEGY AT A BROWNFIELD SITE

Christian Maurice*, Karin Luthbom*, Björn Gustavsson*, Anders Lagerkvist*, Patrik von Heijne**, Hans Bergman**

**Division of Waste Science and Technology, MCN, Luleå University of Technology, S-971 87 Luleå, Sweden. chma@ltu.se*

***AB Bothniakonsult, Luleå, Sweden.*

When assessing polluted industrial areas, data from a limited number of samples are inferred to as properties of the whole area. Obtaining representative soil samples from contaminated industrial areas is difficult due to the intrinsic properties of the soil as well as the often random nature of contamination. Data sets used to assess contaminated sites are often too small to reflect the variability of the site. In Sweden, the MIFO model – Method of Surveying Contaminated Sites – is a model used to classify and prioritise brownfields before remediation. At a homogenous area it is advised that five samples per hectare be taken. If more than five samples are collected in the second phase, the 90th percentile or the second highest measured value is used for comparisons and calculations.

A contaminated brownfield site was investigated in this study, where areas within a brownfield appearing to be homogenous instead showed a high variability. To get representative soil samples from these types of sites, a clear sampling objective and sampling strategies adapted to each investigation are needed. The aims of the research has been to address the information needs in making soil sampling representative at a brownfield site, as well as discuss the possibilities in improving the sampling stage of MIFO and adapt the sampling strategy to a specific objective.

The investigation at the contaminated site shows that there can be significant differences in metal levels, even when samples are collected as close as one meter from each other. By using the variogram model D at the scrap yard area, about 290 samples per hectare are calculated to be needed to clarify its complexity which would be too expensive, but offers evidence that there is a need for more than the five samples per hectare, as suggested by MIFO. Screening methods provide the opportunity to take many samples and can be used as a tool to quantify the local variability of the soil. With local variability information, it can be possible to choose a sampling strategy that reduces the sampling uncertainty and gives enough information for the specific sampling objective.

Three types of pollution sources can be identified at many brownfield sites, namely line sources, point sources, undefined sources. Further sources where no known activity have been performed or pollution can be expected. Adapting the sampling strategy to the type of source could improve the site characterisation to moderate costs. Indeed sampling expenses increase compared to the suggested sampling density in MIFO, but these costs will average out in a later remediation situation, the main advantage being the reduced risk of wrongly classifying a site.

ACKNOWLEDGEMENTS: The research described in this paper was funded by European Union Structural Funds and New objective 1, North Sweden Soil Remediation Centre, and Jernhusen AB.

Review of solute transport models for risk assessment

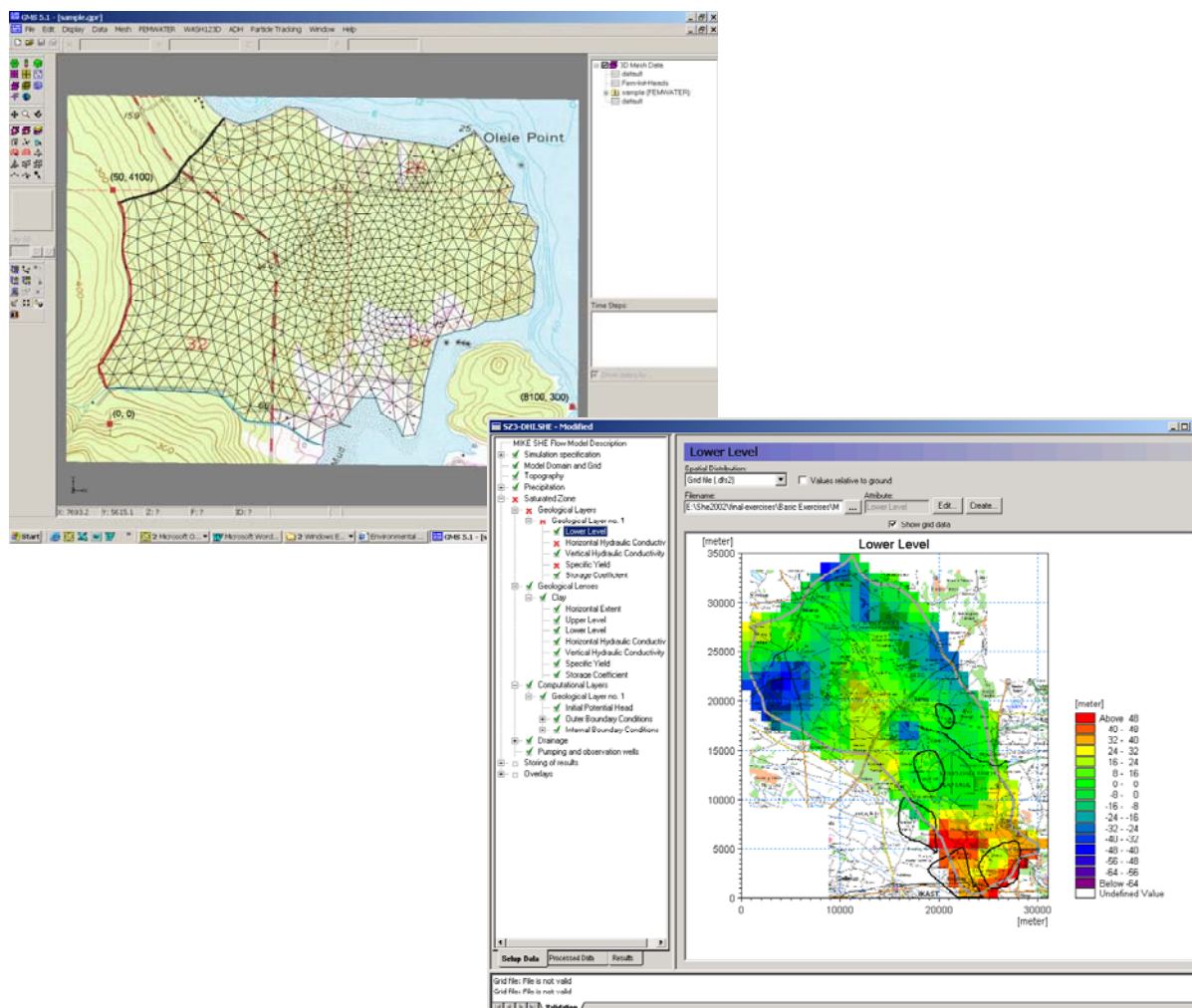
Lars Göran Gustafsson, DHI Water and Environment, Växjö, lgg@dhi.se

Anders Refsgaard, DHI Water and Environment, Hørsholm, Denmark, anr@dhi.dk

Groundwater or sub-surface models are often used in connection with projects including environmental risk or impact assessment. The groundwater model may predict ground-water levels and/or transport and fate of solutes contaminating the environment and e.g. be used directly in assessment of human exposure.

Groundwater models vary in their ability to represent groundwater flow, which may be designed to simulate only flow, uniform-density flow coupled with solute transport, or variable-density flow and solute transport. Mathematically, the solutions may be for head, pressure, or solute concentration, and the aquifer may be considered confined or unconfined, fractured or porous. The solution may be in two-dimensional (horizontal flow only) or three-dimensions (horizontal and vertical flow) in a Cartesian co-ordinate system, or in a two-dimensional cylindrical co-ordinate system. Integrated surface water/soil water/groundwater models might have the same degree of variability or comprehensiveness in both surface water, soil water and groundwater components.

Several flow and solute transport models were reviewed and a limited number of models were selected for further inspection through a selection procedure. The selected models have been thoroughly examined and compared both with respect to their technical capabilities and the available user interfaces. Finally, recommendations on the use of models under different circumstances have been presented together with suggestions for model developments that will improve models applicability in risk assessment projects.



Stability Evaluation of the Fe⁰-Treated Soil

Jurate Kumpiene, Isaac Castillo Montesinos, Christian Maurice
Division of Waste Science & Technology, Luleå University of Technology,
SE-97187 Luleå, Sweden

Stabilization of trace element contaminated soil is a soil remediation method applied to reduce the size of the mobile and bioavailable element fraction by use of immobilizing soil additives. Zerovalent iron (Fe⁰) has a potential to be used for stabilization of several elements in contaminated soil, as its oxidation provides effective surfaces for sorption of both cations and anions. However, the predictions of stability or long term behavior of the stabilized elements in soil are not well estimated. The aim of this study is to evaluate effects of environmental factors, such as pH, Eh, liquid-to-solid ratio (L/S), microbial activity, and presence of organic matter (OM) for the mobility of trace elements in Fe⁰-stabilized soil. The studied elements are As, Cu and Cr, originating from a wood impregnation chemical - chromated copper arsenate (CCA). A totally randomised duplicate 2⁵ full factorial design with 4 central points was applied for the leaching tests with the Fe⁰-stabilized soil. The levels of the factors are presented in the Table 1.

Table 1. The factors and their levels of the experimental design

Factor	Level		
	Low	High	Central point
pH	3	8	5
Eh	~50	>300	
L/S	2	20	
Microbial activity	no	yes	
OM	0	250 mg DOC/l	

Identifying toxicity related soil pollutants and liability for remediation.

Per Leffler*, Daniel Ragnvaldsson , Rune Berglind
Dept. of Threat Assessment, Div. of NBC-Defence, Swedish Defence Research Agency, SE-901 82 Umeå , Sweden

*To whom correspondence may be addressed: per.leffler@foi.se

Abstract: Toxic effects from chemical soil contaminants in water extracts were shown in a previous paper linking causing agents to toxic responses in two separate growth inhibition biological models: L929 mouse fibrocytes, luminescent bacteria. The present paper studied the association of causing agents to sources of emissions by means of multivariate data analyses. The results indicated that Ba (barium) and Sr (strontium), present as markers of the production activities at all sampling points, were clearly correlated to the main explanatory factors zinc (Zn), lead (Pb), copper (Cu), cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni), and pH. Among these, the probable 'causing' agents of toxicity were Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn. Elements with high association to toxicity but low association to the production emissions, mercury (Hg), vanadium (V), arsenic (As), were considered as contaminants from other sources than the pyrotechnical industry. The methodology could in a first step efficiently encircle zones of increased toxicity, within which additional chemical analyses gave further information to explain which contaminants were related to the observed toxic effects.

Portable XRF-measurements and complementary toxicity screening test with ROTAS on a CCA contaminated site

Anders Lättström, Per Leffler, Ingegerd Ask, Daniel Ragnvaldsson och Lars Lövgren.
 SWECO, Umeå universitet, FOI NBCskydd.
 anders.lattstrom@sweco.se

Portable XRF-analysis (model XLt 800 by Niton) and ROTAS (by Cybersense Biosystems Ltd) field toxicity screening test were performed on 21 soil samples from different locations of the former Robertsfors factory. Wood impregnation took place during 1942-1968 and the impregnating substance used was copper-chromium-arsenic (CCA) based K33 (34 % As₂O₅, 17 % CuO and 27 % CrO₃). ICP-AES was used as a reference of the total amount of metal concentration in the soil samples. The study was focused on arsenic, the main contaminant on the site.

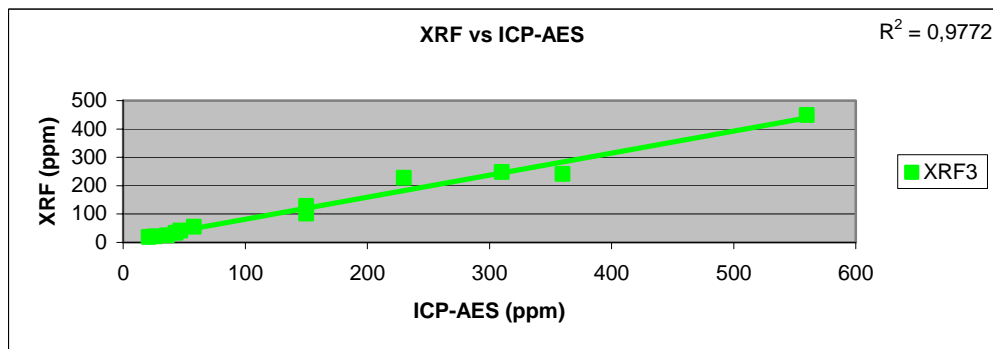


Figure 1. Total concentration of arsenic (As) measured with XRF (dried and sieved samples) versus ICP-AES. Units in ppm (mg/kg).

The regression analysis in figure 1 show strong positive correlation of arsenic (As) between the XRF-measurements (dried and sieved samples) and ICP-AES. The model can explain 98 % of the variation in the data. (R-squared = 0.977).

The ROTAS system is developed for toxicity screening purposes and should be seen as a complement to chemical laboratorial analysis. It is used for characterization and monitoring of water and land areas. ROTAS is based on the light-emitting bioluminescent bacteria *Vibrio fischeri*. Toxic contaminants that inhibit cell-respiration for the bacteria will cause light-reduction and toxic activity can be observed.

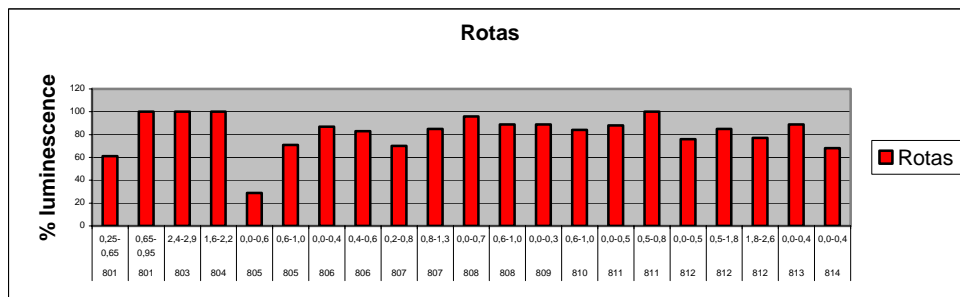


Figure 2. ROTAS results. Units presented in %luminescence. Lower luminescence corresponds to higher toxic effect. The 21 samples are shown on the x-axis.

The ROTAS measurements in figure 2 follow the pattern of the ICP-AES results and clearly respond to samples with high arsenic (As), copper (Cu) and chromium (Cr) content. HG-GC-ICP-MS was performed on arsenic in all samples and the results show that unexplained toxicity by ICP-AES to some extent could be explained by the different arsenic species, As⁺³ being 10 times more toxic than As⁺⁵. From the ICP-AES results, cadmium (Cd) levels were found corresponding with arsenic levels, therefore cadmium could further explain some of the toxicity.