

# Rapport

## Kompletterande miljöteknisk undersökning av skogsområden väster och norr om Källstorps f d industriområde, Trollhättan stad



För:  
Trollhättan stad

Uppdrag: 1519-012  
Upprättad: 2019-10-06

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROVTAGNINGSPLAN .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>5</b>
3.1	FÄLT OBSERVATIONER.....	5
3.2	KONVENTIONELLA KEMISKA ANALYSER AV JORD.....	5
3.3	ORAL BIOTILLGÄNGLIGHETSTESTER AV JORD.....	6
3.4	BLÅBÄR.....	6
<b>4</b>	<b>HÄLSORISKBEDÖMNING .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>7</b>

***Bilaga 1 Fältprotokoll***

***Bilaga 2 Analysprotokoll***

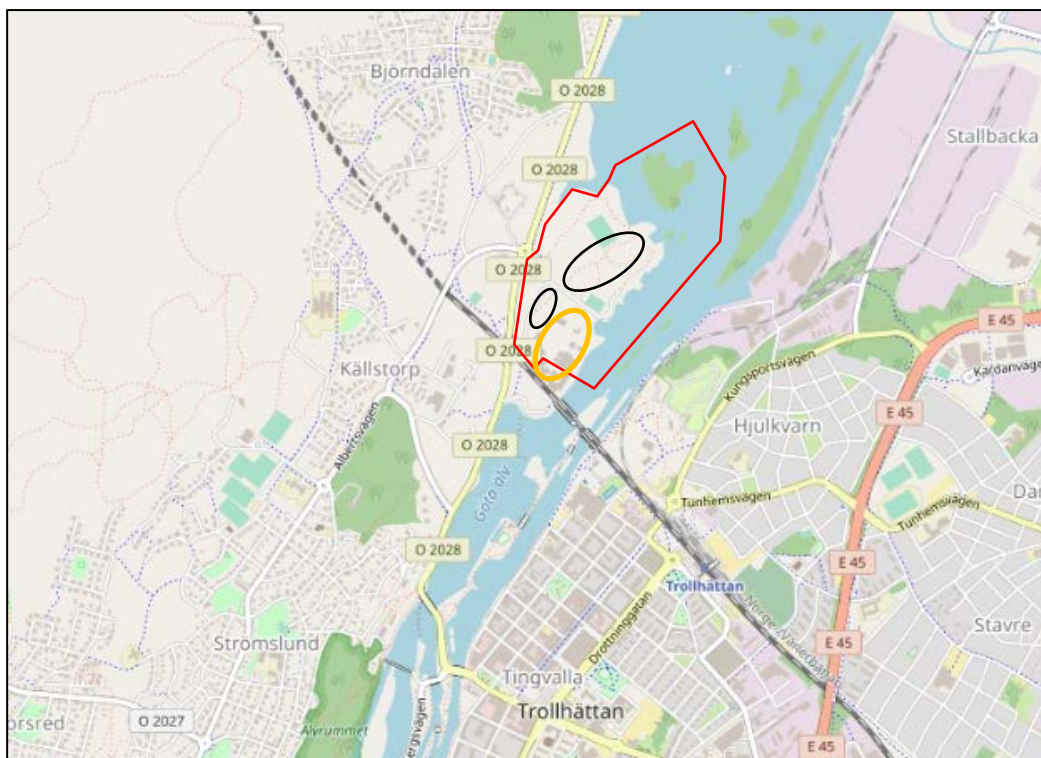
***Bilaga 3 Biotillgänglighetstest vid SGI***

## 1 Bakgrund och syfte

Trollhättans stad har erhållit statliga bidrag för sanering av förorenad mark inom objektet före detta Källstorp industriområde. Staden medfinansierar saneringen, men har inget ansvar för föroreningarna. Saneringsområdet innefattar en yta på ungefär 50 000 m<sup>2</sup>. Marken är främst förorenad av bly och krom som finns i utfyllda massor (orange markering i **figur 1**).

Tidigare genomförda undersökningar i närområdet indikerar att det skett diffus spridning av tungmetallerna bly, krom och kadmium från det gamla industriområdet via luft till angränsande skogsområden. Dessa skogsområden ingår i en ny detaljplan som för närvarande utreds. Mot bakgrund av detta har Trollhättan stad gett Relement Miljö Väst AB att klargöra utbredningen och omfattningen av denna diffusa spridning samt bedöma vilka risker förekommande markföroreningar utgör för människors hälsa (svarta markeringar i **figur 1**).

Området ligger väster om Göta Älv, norr om järnvägen i Trollhättan stad. I **figur 1** visas lokaliseringen av de nu undersökta skogsområdena. De nu undersökta områdena (svart markering) omfattar en yta på ungefär 60 000 m<sup>2</sup>.



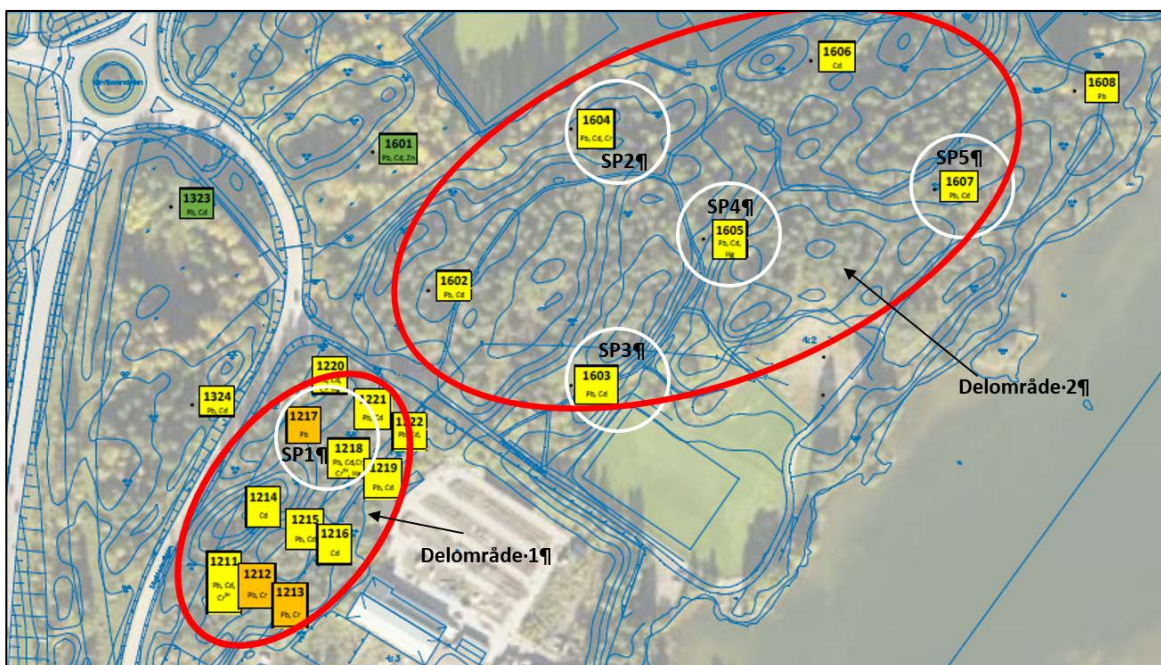
**Figur 1.** Fastigheterna Källstorp 4:1 och 4:3 markerat med rött. Områden för kompletterande undersökningar markerat med svart. Det utfyllda f d industriområdet ungefärligt markerat med orange.

## 2 Provtagningsplan

Inom de nu undersökta skogsområdena har NCC tidigare utförts provgrovsgrävning och bly, kadmium och krom har påvisats i halter över Naturvårdsverkets riktvärde för KM (känslig markanvändning). I skogsområdet närmast väster om industriområdet har även halter över riktvärdet för MKM (mindre känslig markanvändning) påvisats. Den kompletterande provtagningen har omfattat samlingsprovtagning av yttlig jord (0-0,2 m) i fem delområden (SP1-SP5) samt provtagning av blåbär för metallanalys inom två delområden, se **figur 2**. Inom vardera av de fem delområdena togs 20 stickprover av jord som blandades till ett samlingsprov per delområde. Blåbär påträffades inom delområde 1 och delområde 2 och blandades till två samlingsprover.

Jordproverna har siktats och fraktionen <0,25 mm har dels analyserats m a p metaller med s k totalhaltanalys på ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB), dels testats avseende oral biotillgänglighet på SGI. Analysprotokoll finns i **bilaga 2**. Den senare analysen utfördes för att klargöra hur tillgänglig markföroreningen är för mänskligt upptag. De generella riktvärdena förutsätter av försiktighets skull att föroreningarna i jorden är 100 % tillgängliga för upptag i människan. I **bilaga 3** finns en skrift från SGI som belyser frågeställningarna om oral biotillgänglighet av markföroreningar.

Blåbär har analyserats m a p metaller på ackrediterat laboratorium, ALS Scandinavia AB.



**Figur 2.** Provtagningsplan för de kompletterande provtagningarna. Delområden markerat med rött och områden för samlingsprovtagning (SP) markerat med vitt. Tidigare undersökningar av NCC i kvadrater (gult=>KM, orange=>MKM).

### 3 Resultat

#### 3.1 Fältobservationer

Jorden inom delområdena bestod genomgående av brunsvart mullhaltig podsol. I **figur 3** finns foton från samlingsprovtagningen. Blåbär påträffades enbart SP1 och SP2.



**Figur 3.** Till vänster bild från delområde 1. Till höger jordlagerföljd inom området, endast bestående av naturlig skogsmark – förna följd av mullhaltig podsol

#### 3.2 Totalhaltanalyser av jord

I **tabell 1** redovisas analysresultaten av bly, krom och kadmium i den ytliga jorden inom respektive delområde (SP1-SP5). Resultaten jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM (exempelvis bostäder) och MKM (exempelvis kontor). De aktuella områdena planeras till naturområden invid det nya bostadsområdet i Vårvik. Det bör observeras att totalhaltanalyserna av fraktionen <0,25 mm inte helt kan jämföras med konventionella kemiska analyser av jord som görs på fraktionen <2 mm och med en mindre kraftig lakning.

Av **tabell 1** framgår att uppmätta föroreningshalter i analyserade jordprover med avseende på kadmium, krom och bly i samtliga prover överstiger riktvärdet för KM. I delområde 4 och 5 ligger föroreningshalten över MKM med avseende på krom. De förhöjda kromhalterna kan även ha orsakats av historiska utsläpp från Stallbacka industriområde. Bly och kadmium bedöms dock i huvudsak ha orsakats av verksamheten vid Källstorps industriområde.

**Tabell 1. Sammanställning av analysresultat från den ytliga samlingsprovtagningen. Halter i mg/kg TS jämförs med riktvärden för KM och MKM.**

Samlingsprov / meter under markytan		SP1 0,0-0,2	SP2 0,0-0,2	SP3 0,0-0,2	SP4 0,0-0,2	SP5 0,0-0,2	KM	MKM
Ämne	Jordart	Mu	Mu	Mu	Mu	Mu		
Kadmium		1,6	1,6	0,9	1,9	1,5	0,8	12
Krom		145	133	83	256	203	80	150
Bly		288	248	115	199	232	50	400

### 3.3 Orala biotillgänglighetstester av jord

Resultaten av de orala biotillgänglighetstesterna visar att påvisade metaller inte är 100 % tillgängliga för upptag hos människan. I **tabell 2** visas tillgängligheten i % av totalhalten efter ett test som simulerar lakning i magen följt av upptag tunntarmen.

**Tabell 2 Resultat av oral tillgänglighetstest (mage+tunntarm).**

Samlingsprov / meter under markytan		SP1 0,0-0,2	SP2 0,0-0,2	SP3 0,0-0,2	SP4 0,0-0,2	SP5 0,0-0,2
Ämne	Jordart	Mu	Mu	Mu	Mu	Mu
Kadmium		15%	17%	17%	19%	16%
Krom		5%	3%	3%	3%	4%
Bly		19%	12%	9%	19%	18%

Av tabellen framgår att den orala tillgängligheten för krom är mycket låg (3-5%), d v s endast 3 – 5 % av jordens innehåll av krom tas upp i människan. Tillgängligheten för den bly och kadmium som finns i jorden är visserligen högre men är genomgående lägre än 20 %. D v s de generella riktvärdena som antar att metallerna i jord är 100 % tillgängliga över-skattar kraftigt (en faktor 5-20) de verkliga hälsoriskerna.

### 3.4 Blåbär

I **tabell 3** visas uppmätta halter av aktuella metaller i blåbär inom delområde 1 och delområde 2. Uppmätta halter jämförs dels med uppmätta halter av inköpta blåbär i en butik i Trollhättan, dels med EU´s gränsvärden för metallhalter i Livsmedel samt typiska metallhalter i livsmedel enligt Livsmedelsverket.

**Tabell 3 Sammanställning av analysresultat från provtagning av blåbär. Halter i mg/kg jämförs med EU förordningen nr1881/2006.**

Provpunkt		Delområde 1	Delområde 2	Köpta bär	Gränsvärde EU <sup>1</sup>	Jämför- värde SLV <sup>2</sup>
Ämne	Provtyp	Blåbär	Blåbär	Blåbär		
Kadmium		0,00346	0,00868	<0,002	0,05	0,002
Krom		0,0351	0,0323	<0,02		
Bly		<0,01	<0,01	<0,009	0,05	0,028

<sup>1</sup>Förordning 1881/2006 om gränsvärden för främmande ämnen i livsmedel

<sup>2</sup>SLV, rapport 10, 2016. Metaller i livsmedel

Av tabellen framgår att upptaget av bly i blåbär inte är påvisbart och under alla omständigheter är halterna inte förhöjda relativt inköpta bär eller EU's gränsvärde. Det finns inga gränsvärden för krom men halterna i blåbär inom delområde 1 och 2 är högre än i inköpta bär. Uppmätta kadmium är högre än i inköpta bär men klart lägre än EU's gränsvärde.

#### 4 Hälsoriskbedömning

I **tabell 4** jämförs beräknade biotillgängliga halter av kadmium, bly och krom i den ytliga jorden med Naturvårdsverkets hälsoriskbaserade riktvärden vid känslig markanvändning (KM-hälsa). De biotillgängliga halterna har beräknats genom att multiplicera uppmätta halter med de i **tabell 3** angivna procentuella tillgängligheterna.

**Tabell 4. Beräknade biotillgängliga halter jämfört med Naturvårdsverkets hälsoriskbaserade riktvärde vid känslig markanvändning (mg/kg TS).**

Samlingsprov		SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	KM-hälsa
/ meter under markytan		0,0-0,2	0,0-0,2	0,0-0,2	0,0-0,2	0,0-0,2	
Ämne	Jordart	Mu	Mu	Mu	Mu	Mu	
Kadmium		0,23	0,27	0,15	0,36	0,24	0,8
Krom		6,7	4,5	2,3	8,4	7,2	>10 000
Bly		55	29	10	38	41	50

Av tabellen framgår att de biotillgängliga halterna av kadmium och krom genomgående underskrider KM-hälsa. Krom är ingen hälsofarlig metall. För bly är de biotillgängliga halterna i skogsområdet norr om industriområdet lägre än KM-hälsa men inom skogsområdet direkt väster om industriområdet är den tillgängliga blyhalten något över KM-hälsa.

När det gäller intag av blåbär så kan ett barn på 10 kg äta en stor portion blåbär från skogsområdet (ca 300 gram) varje vecka utan att nå upp till mer än 10 % av TDI för kadmium (0,00036 mg Cd/kg kroppsvikt, dag). Uppmätta halter av kadmium i blåbären understiger också EU's gränsvärden.

Sammantaget bedöms således inga hälsorisker på markföroreningar föreligga i skogsområdet norr (Knorren) om det finns industriområdet idag eller vid den framtida känsliga markanvändningen. I skogsområdet direkt väster om industriområdet kan det möjligen föreligga en liten hälsorisk i framtiden beroende på förhöjda blyhalter. Detta område avses dock saneras samtidigt med industriområdet.

#### 5 Slutsatser

En kompletterande miljöteknisk undersökning har utförts av skogsområden som gränsar till Källstorps industriområde. Undersökningen visar att marken kontaminerats av främst bly, krom och kadmium som troligen spridits via luften från den sedan länge nedlagda verksamheten. Halterna av bly, krom och kadmium i marken i båda skogsområdena överstiger Naturvårdsverkets generella riktvärden vid känslig markanvändning. Metaller är dock mycket hårt bundna till jordpartiklar och tester vid SGI visar att endast 3-20

% av metallerna är tillgängliga för upptag i människan. De generella riktvärdena är således inga bra mått på de verkliga hälsoriskerna.

Sammantaget bedöms de förhöjda halterna av metaller i det lilla skogsområdet direkt väster om industriområdet utgöra en liten hälsorisk vid den planerade framtida markanvändningen. Detta skogsområde avses saneras samtidigt med industriområdet. De påvisade tungmetallerna i marken norr om industriområdet (Knorren) påvisas i något lägre halter och är ännu hårdare bundna till marken. Kontamineringen bedöms därför inte utgöra några hälsorisker idag eller vid den framtida markanvändningen.

Mot bakgrund av den pågående planprocessen är det viktigt att poängtera att påvisade markföroreningar inom Knorren inte utgör några oacceptabla hälsorisker och att marken ur föroreningssynpunkt kan planläggas för ett stadsnära naturområde utan några restriktioner.

Relement Miljö Väst AB



Ulrika Almkvist



Anders Bank



UPPDRAG 1519-012	DATUM 2019-07-31	PROVTAGARE Ulrika Almkvist
PLATS Källstorp 4:1 och 4:3	VÄDERLEK Sol och uppehåll.	NOT:
<b>Kommentarer</b>		
<p><b>Samlingsprov 1 till 5 bestående av yttlig mulljord</b> Alla prov blandades från 20-30 enskilda prover som blandades till ett samlingsprov. Det var lätt att gräva inom varje provområde. Provdjup 0,0-0,2 meter under markytan. Samtliga prover består av podsol i naturlig skogsmark, mörkbrun till färgen. SP 1 togs i delområde 1 resterande inom delområde 2.</p>		
<p><b>Samlingsprov blåbär</b> Inom delområde 1 och 2 plockades blåbär jämt fördelat över ytorna. Tillgången på bär var ganska dålig, men jämt fördelad över hela skogen. Tillgången på matsvamp för dålig för att få ihop till prov.</p>		

Kommentar:

.....

.....

.....

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Löbstedter Strasse 78 - D-07749 - Jena

**Eurofins Environment Testing Sweden AB**  
**Box 353**  
**S-73726 Fagersta**  
**SWEDEN**

Title : **Test report for order 61918099**  
Test report number : **AR-19-JE-025253-01**

Project name : **Analysis of solids**

Number of samples : **15**  
Sample type : **soil**  
Sample Taker: **Delivered by the customer**

Sample reception date : **2019-08-20**  
Sample processing time : **2019-08-20 - 2019-09-02**

The test results refer solely to the analysed test specimen. Unless the sampling was done by our laboratory or in our sub-order the responsibility for the correctness of the sampling is disclaimed. This test report is only valid with signature and may only be further published completely and unchanged. Extracts or changes require the authorisation of the EUROFINS UMWELT in each individual case.

Our General Terms & Conditions of Sale (GTCS) are applicable, as far as no specific agreements do exist. The GTCS are available on <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx>.

Accredited test laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025:2005 notification under the DAkkS German Accreditation System for Testing. The laboratory is according (D-PL-14081-01-00) accredited.

Astrid Sperrhackle  
ASM / AQM  
Phone +49 3641 4649 59

Digitally signed 9/2/2019  
Astrid Sperrhackle  
QMB/Prüfleitung



Parameter	Lab	Accr.	Method	Description		A177-2019-08160517	A177-2019-08160519	A177-2019-08160520
				LOQ	Unit	619077929	619077930	619077931
						SP1	SP2	SP3
<b>Physico-chemical parameters from the original substance</b>								
Dry matter	FR	JE02	DIN EN 14346: 2007-03	0.1	% (w/w)	67.4	78.0	83.1
<b>Elements from the aqua regia digestion according to DIN EN 13657: 2003-01<sup>#</sup></b>								
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.2	mg/kg dw	1.6	1.6	0.9
Cobalt (Co)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg dw	6	8	6
Mercury (Hg)	FR	JE02	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0.07	mg/kg dw	0.29	0.23	0.15
Sulphur (S)	FR	JE02	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	5	mg/kg dw	1230	998	759
Silver (Ag)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5
Tellurium (Te)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5

Parameter	Lab	Accr.	Method	Description		A177-2019-08160517	A177-2019-08160519	A177-2019-08160520
				LOQ	Unit	619077929	619077930	619077931
<b>ICP-MS screening from the aqua regia digestion according to DIN EN 13346:2001-04#</b>								
Aluminium	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	20	mg/kg dw	7270	8910	10000
Antimony (Sb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5
Arsenic (As)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	8	7	< 5
Barium (Ba)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	48	73	45
Beryllium (Be)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.5	mg/kg dw	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Lead (Pb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	288	248	115
Boron (B)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.5	mg/kg dw	1.6	1.6	0.9
Calcium (Ca)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	20	mg/kg dw	2470	3320	2310
Chromium (Cr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	145	133	83
Iron (Fe)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	18700	25600	16400
Potassium (K)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	483	842	804
Copper (Cu)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	37	31	20
Lithium (Li)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10
Magnesium (Mg)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	30	mg/kg dw	957	2200	1420
Manganese (Mn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	126	1010	242
Molybdenum (Mo)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	30	31	15
Sodium (Na)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	167	189	102
Nickel (Ni)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg dw	14	14	11
Phosphorus	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	824	693	733
Selenium (Se)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10
Strontium (Sr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	9	8	13
Thallium (Tl)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg dw	< 2	< 2	< 2
Titanium (Ti)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	1270	2080	881
Vanadium (V)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	47	70	37
Zinc (Zn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	151	223	428
Tin (Sn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10

Parameter	Lab	Accr.	Method	Description		A177-2019-08160521	A177-2019-08160522	A177-2019-08160644
				LOQ	Unit	619077932	619077933	619077934
<b>Physico-chemical parameters from the original substance</b>						<b>SP4</b>	<b>SP5</b>	
Dry matter	FR	JE02	DIN EN 14346: 2007-03	0.1	% (w/w)	59.1	74.5	87.0
<b>Elements from the aqua regia digestion according to DIN EN 13657: 2003-01<sup>#</sup></b>								
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.2	mg/kg dw	1.9	1.5	1.3
Cobalt (Co)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg dw	11	6	13
Mercury (Hg)	FR	JE02	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0.07	mg/kg dw	0.36	0.35	0.51
Sulphur (S)	FR	JE02	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	5	mg/kg dw	2770	1040	1520
Silver (Ag)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5
Tellurium (Te)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5

Parameter	Lab	Accr.	Method	Description		A177-2019-08160521	A177-2019-08160522	A177-2019-08160644
				LOQ	Unit	619077932	619077933	619077934
<b>ICP-MS screening from the aqua regia digestion according to DIN EN 13346:2001-04#</b>								
Aluminium	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	20	mg/kg dw	8710	8810	9580
Antimony (Sb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	6
Arsenic (As)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	7	7	37
Barium (Ba)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	54	65	433
Beryllium (Be)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.5	mg/kg dw	< 0.5	< 0.5	0.6
Lead (Pb)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	199	232	273
Boron (B)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	< 5	< 5	< 5
Cadmium (Cd)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0.5	mg/kg dw	1.9	1.5	1.3
Calcium (Ca)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	20	mg/kg dw	3060	2930	6060
Chromium (Cr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	256	203	32
Iron (Fe)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	17900	16400	34300
Potassium (K)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	639	692	1450
Copper (Cu)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	37	28	293
Lithium (Li)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10
Magnesium (Mg)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	30	mg/kg dw	1140	1360	2770
Manganese (Mn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	116	189	285
Molybdenum (Mo)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	44	48	< 5
Sodium (Na)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	223	175	127
Nickel (Ni)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg dw	22	16	19
Phosphorus	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	953	536	1840
Selenium (Se)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10
Strontium (Sr)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	10	12	41
Thallium (Tl)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg dw	< 2	< 2	< 2
Titanium (Ti)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	354	684	673
Vanadium (V)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	32	40	54
Zinc (Zn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5	mg/kg dw	216	202	444
Tin (Sn)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	10	mg/kg dw	< 10	< 10	< 10

Ankomstdatum **2019-08-06**  
Utfärdad **2019-08-08**

**Relement Miljö Väst AB**  
**Ulrika Almkvist**

**Ekelundsgatan 4, vän 6**  
**411 18 Göteborg**  
**Sweden**

Projekt **1519-012**

## Analys: F14-OHF

Er beteckning	<b>Delområde 1</b>					
Provtagare	<b>Ulrika Almkvist</b>					
Provtagningsdatum	<b>2019-08-01</b>					
Labnummer	U11631219					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>As</b>	<b>&lt;0.005</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Cd</b>	<b>0.00346</b>	0.00168	mg/kg	1	H	DKA
<b>Cr</b>	<b>0.0351</b>	0.0104	mg/kg	1	H	DKA
<b>Hg</b>	<b>&lt;0.005</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.01</b>		mg/kg	1	H	DKA

Er beteckning	<b>Delområde 2</b>					
Provtagare	<b>Ulrika Almkvist</b>					
Provtagningsdatum	<b>2019-08-01</b>					
Labnummer	U11631220					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>As</b>	<b>&lt;0.005</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Cd</b>	<b>0.00868</b>	0.00217	mg/kg	1	H	DKA
<b>Cr</b>	<b>0.0323</b>	0.0096	mg/kg	1	H	DKA
<b>Hg</b>	<b>&lt;0.005</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.01</b>		mg/kg	1	H	DKA

Er beteckning	<b>Referens</b>					
Provtagare	<b>Ulrika Almkvist</b>					
Provtagningsdatum	<b>2019-08-01</b>					
Labnummer	U11631221					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>As</b>	<b>&lt;0.005</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Cd</b>	<b>&lt;0.002</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Cr</b>	<b>&lt;0.02</b>		mg/kg	1	H	DKA
<b>Hg</b>	<b>0.00485</b>	0.00134	mg/kg	1	H	DKA
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.009</b>		mg/kg	1	H	DKA

Metod	
1	Upplösning har skett i mikrovågsugn i slutna teflonbehållare med HNO <sub>3</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /HF utan föregående torkning.  Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-2: 2016 samt EPA-metod 200.8: 1994.  Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.

Godkännare	
DKA	Dan Krekula

Utf <sup>1</sup>	
H	ICP-SFMS

\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrift från denna är att betrakta som kopior.

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).



## RAPPORT

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare:</b> Ulrika Almkvist; Anders Bank, Relement Miljö Väst AB, Ekelundsgatan 4, 411 18 Göteborg			
<b>Uppdrag:</b> 1519-12 Biotillgänglighet		<b>Dialenr</b>	7.1-1908-0577
<b>Provbeteckning:</b> SP1		<b>Uppdr.nr</b>	19102
		<b>Provnr</b>	190139
<b>Registrerad RBJ</b>	<b>Lab. undersökning</b>	<b>Utfärdad</b>	2019-09-23
<b>Datum</b>	<b>Datum</b>	<b>Teknisk ledare</b>	
2019-08-08	2019-08-27	<b>Av</b>	
		MW/RBJ	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet - Gastric</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>			19220
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,85	11	
Cd	1,6	98	
Cr	5,4	3,7 *	
Cu	12	32 *	
Pb	240	84	
Sb	0,13	<2,6**	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>			19275
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,91	11	
Cd	0,23	15	
Cr	6,7	4,6 *	
Cu	2,4	6,5 *	
Pb	55	19	
Sb	0,11	<2,3**	

**Provberedning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 97 %  
W<sub>n</sub> : 52,4 %

**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Biolösliga fraktionen är räknade på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.  
\* Ej validerad för dessa metaller  
\*\* Totalhaltsresultat under kvantifieringsgräns

<sup>1</sup> The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet

## RAPPORT

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare:</b> Ulrika Almkvist; Anders Bank, Relement Miljö Väst AB, Ekelundsgatan 4, 411 18 Göteborg			
<b>Uppdrag:</b> 1519-12 Biotillgänglighet		<b>Diarie nr</b>	7.1-1906-0577
<b>Provbeteckning:</b> SP2		<b>Uppdr.nr</b>	19102
		<b>Provnr</b>	190140
<b>Registrerad RBJ</b>	<b>Lab. undersökning</b>	<b>Utfärdad</b>	2019-09-23
<b>Datum</b>	<b>Datum</b>	<b>Teknisk ledare</b>	
2019-08-06	2019-08-27	<b>Av</b>	
		MW/RBJ	

Human biotillgänglighet - Gastric			Metod
			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>	19257		
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	1,1	16	
Cd	1,6	100	
Cr	6,9	5,2 *	
Cu	10	33 *	
Pb	210	86	
Sb	0,13	<2,6**	

Human biotillgänglighet - Gastric-Intestinal			Metod
			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>	19277		
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,90	13	
Cd	0,27	17	
Cr	4,5	3,4 *	
Cu	< 2	< 6 ***	
Pb	29	12	
Sb	0,074	<1,5**	

**Provberedning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 92 %  
Wn : 31,8 %

**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Biolösliga fraktionen är räknade på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.  
\* Ej validerad för dessa metaller.  
\*\* Totalhaksresultat under kvantifieringsgräns.  
\*\*\* Biotillgänglig mängd i provlösning mindre än blankens mängd i lösning.

<sup>1</sup> The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet

## RAPPORT

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare:</b> Ulrika Almkvist; Anders Bank, Relement Miljö Väst AB, Ekelundsgatan 4, 411 18 Göteborg			
<b>Uppdrag:</b> 1519-12 Biotillgänglighet		<b>Dialenr</b>	7.1-1908-0577
<b>Provbeteckning:</b> SP3		<b>Uppdr.nr</b>	19102
		<b>Provnr</b>	190141
<b>Registrerad RBJ</b>	<b>Lab. undersökning</b>	<b>Utfärdad</b>	2019-09-23
<b>Datum</b>	<b>Datum</b>	<b>Teknisk ledare</b>	
2019-06-06	2019-08-27	<b>Av</b>	
		MW/RBJ	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet - Gastric</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>			19259
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,92	<18**	
Cd	0,77	85	
Cr	5,3	6,4 *	
Cu	6,3	31 *	
Pb	100	87	
Sb	0,21	<4,3**	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>			19279
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,64	<13**	
Cd	0,15	17	
Cr	2,3	2,8 *	
Cu	0,71	3,5 *	
Pb	10	8,8	
Sb	0,11	<2,1**	

**Provbereidning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 84 %  
Wn : 23,4 %


**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Biolösliga fraktionen är räknade på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.  
\* Ej validerad för dessa metaller  
\*\* Totalhaltsresultat under kvantifieringsgräns

<sup>1</sup> The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet refererar endast till det insända provet

## RAPPORT

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare:</b> Ulrika Almkvist; Anders Bank, Relement Miljö Väst AB, Ekelundsgatan 4, 411 18 Göteborg			
<b>Uppdrag:</b> 1519-12 Biotillgänglighet		<b>Diar.nr</b>	7.1-1908-0577
<b>Provbeteckning:</b> SP4		<b>Uppdr.nr</b>	19102
		<b>Provnr</b>	190142
<b>Registrerad RBJ</b>	<b>Lab. undersökning</b>	<b>Utfärdad</b>	2019-09-23
<b>Datum</b>	<b>Datum</b>	<b>Teknisk ledare</b>	
2019-09-06	2019-08-27	<b>Av</b>	
		MWWRBj	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet - Gastric</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>	19261		
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	1,4	21	
Cd	2,0	103	
Cr	9,7	3,8 *	
Cu	12	32 *	
Pb	190	97	
Sb	0,21	<4,2**	

			Metod
<b>Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal</b>			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
<b>Provnummer</b>	19281		
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	1,1	16	
Cd	0,36	19	
Cr	8,4	3,3 *	
Cu	< 12	< 5 ***	
Pb	38	19	
Sb	0,22	<4,3**	

**Provberedning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 96 %  
Wn : 77,9 %


**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Biolösliga fraktionen är räknade på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.  
\* Ej validerad för dessa metaller  
\*\* Totalhaltsresultat under kvantifieringsgräns  
\*\*\* Biotillgänglig mängd i provlösning mindre än blankens mängd i lösning.

<sup>1</sup> The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Den här rapporten får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet relaterar endast till det insända provet

## RAPPORT

Utfärdad av Miljölaboratoriet

<b>Beställare:</b> Ulrika Almkvist; Anders Bank, Relement Miljö Väst AB, Ekelundsgatan 4, 411 18 Göteborg			
<b>Uppdrag:</b> 1519-12 Biotillgänglighet		<b>Diarie nr</b>	7.1-1908-0577
<b>Provbeteckning:</b> SP5		<b>Uppdr.nr</b>	19102
		<b>Provrnr</b>	190143
<b>Registrerad RBj Datum</b> 2019-08-06	<b>Lab. undersökning Datum</b> 2019-08-27	<b>Av</b> MWV/RBJ	<b>Utfärdad Teknisk ledare</b> 2019-09-23 

Human biotillgänglighet - Gastric			Metod
Provnummer			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
19263			
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	1,2	17	
Cd	1,2	82	
Cr	8,8	4,4 *	
Cu	9,4	33 *	
Pb	220	97	
Sb	0,21	<4,3**	

Human biotillgänglighet – Gastric-Intestinal			Metod
Provnummer			SGI-metod enl.UBM <sup>1</sup>
19283			
<b>Biolöslig fraktion:</b>	<b>mg/kg</b>	<b>%</b>	Analys utförd av Eurofins AB
As	0,91	13	
Cd	0,24	16	
Cr	7,2	3,6 *	
Cu	< 1,9	< 6,9 ***	
Pb	41	18	
Sb	0,14	<2,7**	

**Provbredning:** Provet homogeniserades och siktades < 0,25 mm .  
Andel bortplockat > 0,25 mm : 90 %  
Wn : 36,8 %

**Kommentar:** UBM-metoden är validerad för As, Cd, Pb och Sb.  
Biolösliga fraktionen är räknade på halten i eluatet och halten i provet < 0,25mm.  
\* Ej validerad för dessa metaller  
\*\* Totalhaltsresultat under kvantifieringsgräns  
\*\*\* Biotillgänglig mängd i provlösning mindre än blankens mängd i lösning.

<sup>1</sup> The BARGE Unified Bioaccessibility Method

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
Resultatet refererar endast till det insända provet



En nödvändig del av riskbedömningen av ett förorenat område är att ta reda på riskerna för hälsoeffekter vid exponering av föroreningar på grund av intag av den förorenade jorden.

## Biotillgänglighetstest vid SGI

### Varför ta hänsyn till biotillgänglighet?

I de nuvarande riktlinjerna för förorenad jord förutsätts att 100 % av föroreningen är biotillgänglig. Jord är dock en komplex matris där föroreningar kan finnas starkt associerade till jordpartiklarna. Detta gör att det oftast bara är en fraktion av jordföroreningen som är biotillgänglig och därmed kan utgöra en hälsorisk. Genom att ta hänsyn till den orala biotillgängligheten kan man undvika att överskatta intaget av föroreningen och därmed hälsopåverkan, eftersom riskbedömningen blir bättre relaterad till den toxiska fraktionen av föroreningen.

### När kan ett test komma till användning?

Intag av jordpartiklar, antingen direkt oralt eller via dammpartiklar som fastnar i luftvägarna och sväljs, eller som fastnar på växter som konsumeras, är ofta en viktig exponeringsväg för ämnen som binder starkt till

jordpartiklarna. Även i sådana platsspecifika situationer då det förorenade området utnyttjas med ”mindre känsliga markanvändningar” ökar den relativa betydelsen av exponering för jordpartiklar i relation till andra exponeringsvägar.

Mycket små ytor som är kraftigt förorenade, s.k. ”hot spots”, kan utgöra en potentiell hälsorisk vid intag av jord. För små barn kan oralt intag ge stor exponering vid ett eller några få enstaka tillfällen och därmed orsaka akuttoxiska effekter. Identifiering och avgränsning av ”hot spots” kräver en stor insats av provtagning och analyser.

Genom att ta hänsyn till hur stor fraktion av totalhalten som är biotillgänglig kan osäkerheten i riskbedömningen minskas, vilket kan ge ett bättre underlag för prioritering av efterbehandlingsinsatser.

Vid riskbedömning av hälsopåverkan kan det vara speciellt relevant att ta hänsyn till den orala biotillgängligheten av en förorening i jord då:

- en jordförorening ger upphov till stora problem i den befintliga riskbedömningen för människors hälsa
- om en biotillgänglighetsfaktor  $< 1$  är trolig
- en signifikant del av exponeringen av föroreningen sker via intag av jord
- om det finns en diffus förorening spridd över stora ytor där halten av föroreningen i jorden endast överstiger riktvärden lite grann
- om det förekommer riskabla ”hot spots” som måste identifieras och avgränsas

Användande av ett biotillgänglighetstest är mest effektivt vid fördjupade riskbedömningar eller åtgärdsförberedande undersökningar och då det finns en grundläggande kunskap om:

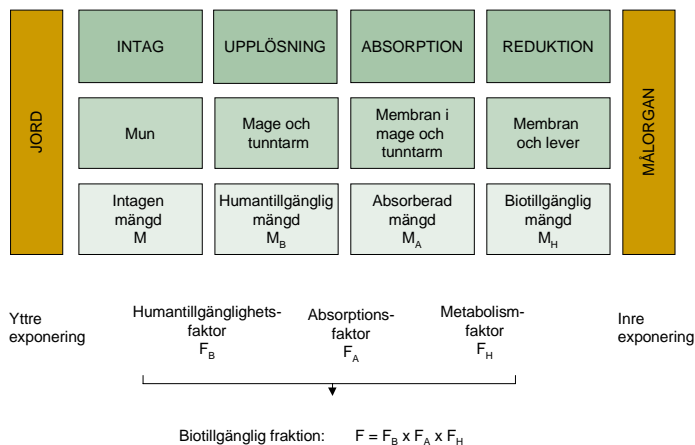
- Vilka föroreningar som finns på området,
- Hur föroreningarna är spridda och
- Vilken typ av risk de utgör.

Material eller plats specifika data om oral biotillgänglighet kan enkelt omsättas i plats specifika riktvärden med hjälp av den svenska beräkningsmodell för riktvärden för mark där specifika biotillgänglighetsfaktorer för intag av jord kan anges för enskilda ämnen.

### Metod

Idag finns ingen svensk eller europeisk standardiserad metod för att bestämma biotillgänglighet. Olika länder använder olika metoder. I ett europeiskt samarbete (Bio Accessibility Research Group Europe, BARGE) har man påbörjat framtagning av en *in vitro* metod som baseras på holländska RIVM:s (Rijksinstituut voor volksgesundheid en milieu) biotillgänglighetstest, som är den analys SGI kan erbjuda. RIVM:s *in vitro* metod har hittills validerats med *in vivo* data för ett antal metaller och enstaka PAH:s.

RIVM:s *in vitro* metod simulerar nedbrytningsprocesserna i saliv, magsaft, tunntarmsvätska och galla hos barn och kan utföras i närvaro eller frånvaro av föda. Med testet bestäms en biotillgänglighetsfaktor,  $F_B$ , som kan användas för att approximera oral biotillgänglighet,  $F$  (då  $F_A$  och  $F_H$  sätts till 1, se figur).



### Oral biotillgänglighet – definition

Oral biotillgänglighet definieras som den fraktion av en oralt administrerad dos som når stora kretsloppet. Oral biotillgänglighet,  $F$ , kan konceptuellt delas in i tre olika huvudprocesser. Figuren beskriver dessa processer för jordföroreningar. Efter oralt intag av jord kan föroreningarna frigöras delvis eller helt från jorden under matsmältningen. Den fraktion av föroreningen som frigörs från jorden till matsmältningssvåtskan definieras som den humantillgängliga fraktionen,  $F_B$ . Denna fraktion anses vara den maximala mängd av föroreningen som kan transporteras över tunntarmen.  $F_A$  representerar den fraktion av  $F_B$  som transporteras över tunntarmen in i portalådern eller lymfan. Föroreningen kan metaboliseras i tunntarmen eller levern.  $F_H$  är den fraktion som passerat levern utan att ha metaboliserats och som transporteras ut i kroppen av stora kretsloppet och som därmed kan ha en toxisk effekt på vävnader och organ. Den oralt biotillgängliga fraktionen av en jordbunden förorening är alltså resultatet av tre steg: 1) humantillgänglighet, 2) transport över tunntarmen och 3) effekten av en första passage över levern (se figur).

Vill du veta mer om den metod SGI kan erbjuda?

Christel Carlsson

Telefon: 040-35 67 78

E-post: christel.carlsson@swedgeo.se

Statens geotekniska institut

581 93 Linköping

Tel: 013 - 20 18 00 Fax: 013 - 20 19 14

