

## REDOVISNING AV FLOTTJABB

### Resultat och utvärdering

**Rapport nr EKA 2003:4**

Bengtsfors kommun

**2003-10-03**

#### **Författad av**

Maria Carling, Geo Innova AB<sup>1</sup>  
Elke Myrhede, Geo Innova AB<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Geoteknik, geologi och geohydrologi

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b> .....	<b>3</b>
1.1	BAKGRUND	3
1.2	SYFTE	4
<b>2</b>	<b>FRÅGESTÄLLNINGAR</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR</b> .....	<b>6</b>
3.1	GEOTEKNISK SONDERING	8
3.2	MILJÖPROVTAGNING	8
<b>4</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>9</b>
4.1	GEOTEKNIK, GEOLOGI	9
4.2	FÖRORENINGAR I MORÄN OCH BOTTENSEDIMENT	12
4.2.1	Kvicksilver.....	12
4.2.2	Dioxin.....	14
<b>5</b>	<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>16</b>
	<b>REFERENSER</b> .....	<b>17</b>

## **1 BAKGRUND OCH SYFTE**

### **1.1 BAKGRUND**

”EKA-projektet” startade sommaren 2002 med målet att sanera det kraftigt förorenade området invid den gamla klor-alkalifabriken i Bengtsfors. Området karakteriseras av stor föroreningsmängd, många föroreningstyper, heterogen utfyllnad, äldre industribyggelse samt närheten till Bengtsbrohöljen. Föroreningsproblemet inom området domineras av kvicksilver och dioxiner, men även av tungmetaller, PAH och perkloretylen.

EKA-området är undersökt och värderat i flera tidigare utredningar. För att öka kunskapen och förståelsen för området har en rad kompletterande geotekniska och miljögeotekniska utredningar genomförts under perioden hösten 2002 – sommaren 2003. Syftet har varit att dessa utredningar ska bilda underlag för en förnyad riskbedömning och riskvärdering samt utgöra underlag för val och design av åtgärder. Undersökningarna fram till och med maj 2003 finns redovisade och utvärderade bl a i rapporterna EKA 2002:1 (Mark- och grundvattenförhållanden vid EKA-området), EKA 2002:2 (Föroreningssituationen i mark och grundvatten) och EKA 2002:3 (Förorenings-spridning från EKA-området).

I juni 2003 genomfördes provtagningar från flote i Bengtsbrohöljen med syfte att undersöka strandsläntens och bottenens beskaffenhet. Provtagningarna var ursprungligen planerade att utföras senhösten 2002, men blev av olika anledningar uppskjutna till juni 2003.

I föreliggande rapport redovisas och utvärderas resultat från dessa undersökningar (juni 2003). Rapporten utgör i första hand ett komplement till rapport EKA 2002:1 och EKA 2002:2. I resultatrapporten EKA 2002:7 återfinns resultaten i sin helhet. Resultat från sedimentprovtagningarna i juni 2003 redovisas och diskuteras också i rapport EKA 2002:21.

Följande namn på de olika områdena används i rapporten, se Figur 1:

*EKA-området*, vilket betecknar hela undersökningsområdet och samtliga delområden.

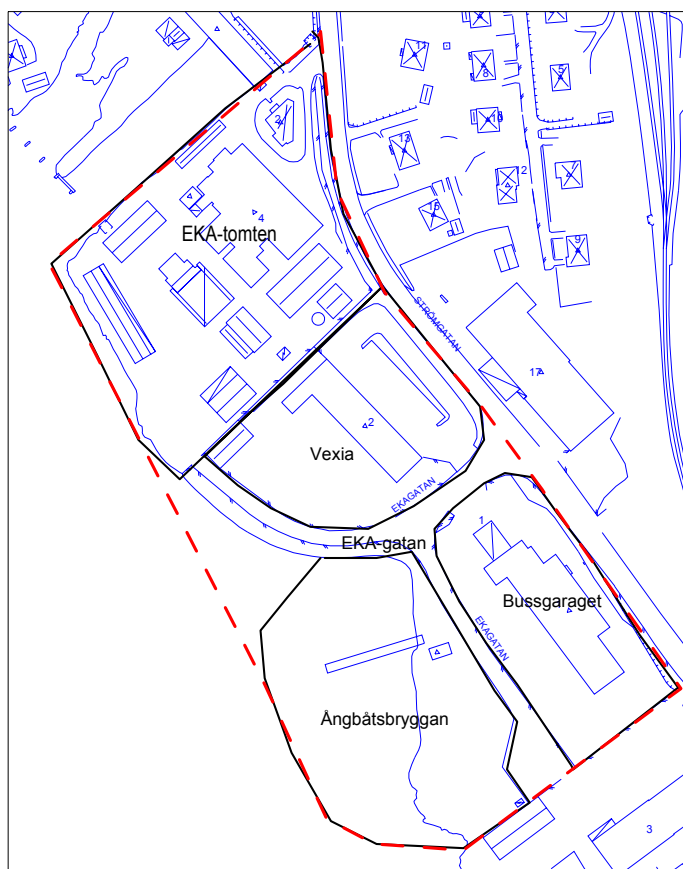
*EKA-tomten* (fastighetsbeteckning Bengtsfors 4:49 och EKA 2)

*Vexia* (fastighetsbeteckning EKA 1)

*EKA-gatan*, kommunens gatumark mellan Vexia och bussgaraget

*Ångbåtsbryggan* (kommunens mark sydväst om EKA-gatan samt viken i Bengtsbrohöljen)

*Bussgaraget* (fastighetsbeteckning Möbelsnickaren 1)



Figur 1. Översikt över undersökningsområdet (rödmarkerat) och dess olika delar.

Provtagningarna från flotte i juni 2003 berörde i huvudsak strandkanten vid EKA-tomten och viken vid ångbåtsbryggan.

## 1.2 SYFTE

Syftet med provtagningarna från flotte i Bengtsbrohöljen var att undersöka strandsläntens och bottenens beskaffenhet med avseende på vattendjup, sedimenttjocklekar, geotekniska egenskaper och föroreningsgrad. Syftet med föreliggande rapport är att komplettera tidigare redovisade rapporter avseende detta.

## 2 FRÅGESTÄLLNINGAR

Ett antal frågeställningar ställdes upp inledningsvis. De frågeställningar som utgjort bakgrund till undersökningarna från flotte i Bengtsbrohöljen är främst:

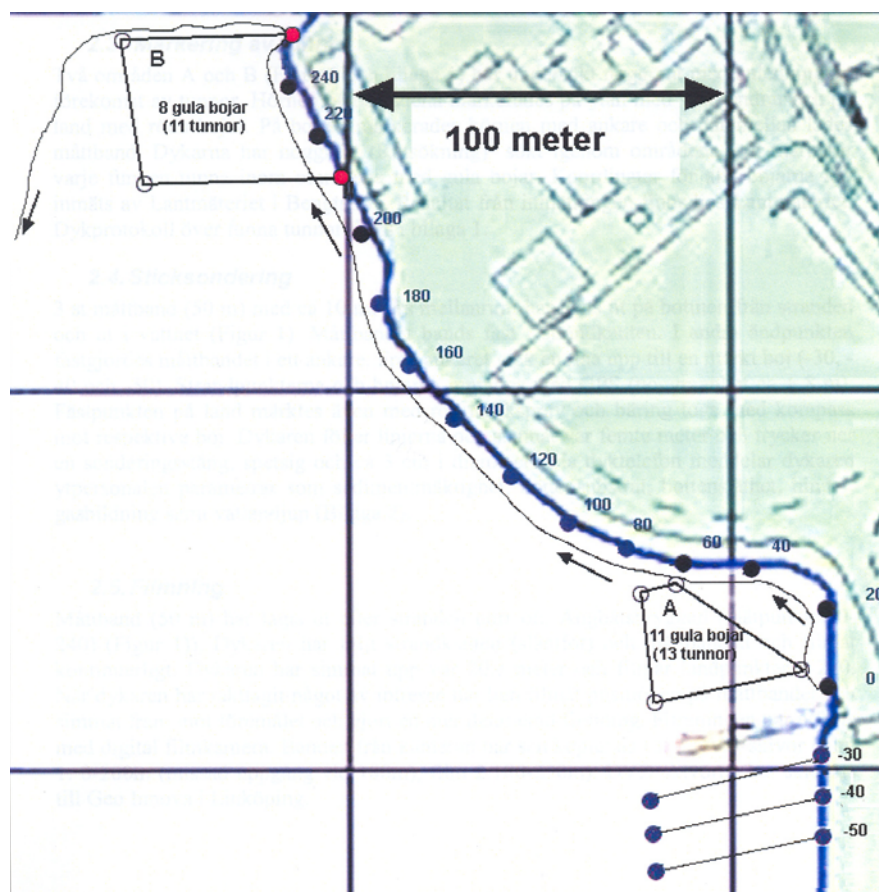
**Avgränsning av kraftigt förorenade områden.** Är strandlinjen under vattenytan förorenad?

**Stabilitet, spontbarhet och schaktbarhet.** Hur kan de geotekniska egenskaperna karakteriseras i Bengtsbrohöljen i anslutning till strandlinjen, som underlag för spontning, schaktning och andra åtgärder?

### 3 GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

De föreslagna undersökningarna avseende provtagning från flotte i Bengtsbrohöljen beskrivs i ett separat PM daterat 2003-05-16 (Instruktion och arbetsdirektiv). Provtagningsförfarande, borrh- och provtagningshygien beskrivs tillsammans med arbetsmiljö i rapport EKA 2002:8 och EKA 2002:19.

Med anledning av att okända tunnor påträffats på botten utanför EKA-områdets strandlinje, har dykare bistått vid de nu utförda borrhningarna och provtagningarna från flotte. Dykarna har genomsökt två mindre områden (utanför udden på EKA-tomten samt i viken invid ångbåtsbryggan) och markerat tunnor inom dessa områden med bojar. I anslutning till flottarbetena har dykarna även utfört en filmning av slänten under vattenytan längs med strandlinjen från ångbåtsbryggan och fram till udden på EKA-tomten. Dykarna har även utfört sticksondering utefter tre linjer i sedimenten söder om ångbåtsbryggan. Dykarnas arbete finns redovisat i sin helhet som bilaga i resultatrapporten (EKA 2002:7). Området för dykarbetet framgår av Figur 2.



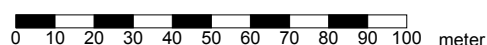
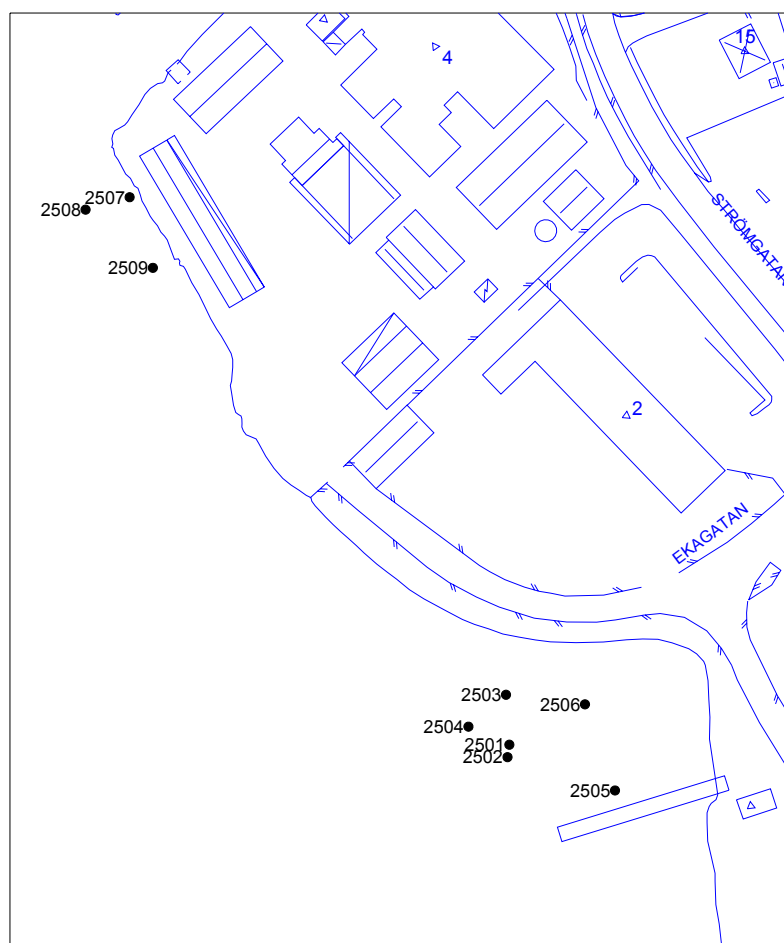
Figur 2. Område för dykarbete. Kartan är ungefärlig. Område A och B har undersökts med anledning av tunnor. Linjerna -30, -40 och -50 har sticksonderats. Undervattensfilmning har utförts efter stranden i pilens riktning.

Flotten har ankrats med ankare och när det varit möjligt i land eller brygga.

Provtagningarna försvarades av strömningsförhållandena vid udden (vilket gjorde det svårt att förankra flotten) samt förekomsten av tunnor på botten av Bengtsbrohöljen. Det medförde att färre provpunkter än som ursprungligen planerats kunde provtas.

Inmätning av de provpunkter där provtagningen skett med borrhandsvagn, liksom markeringsbojarna till tunnorna på botten, har utförts av Lantmäteriet i Bengtsfors. Sedimentprovpunkterna är inmätta från dessa markeringsbojor, varför inmätning av dessa provpunkter inte är lika noggranna som övriga inmätningar. Även vattennivån i Bengtsbrohöljen mättes in vid provtagningstillfällena.

Provpunkternas placering framgår av Figur 3 (se även planritning i resultatrapporten EKA 2002:7).



Figur 3. Placering av provpunkter i Bengtsbrohöljen, provtagning juni 2003.

### 3.1 GEOTEKNISK SONDERING

Sondering har utförts i fyra provpunkter, se Tabell 1.

Tabell 1. Utförda sonderingar i Bengtsbrohöljen, juni 2003.

	<b>JB-sondering</b>	<b>Trycksondering</b>	<b>Vingborr</b>
<b>Provpunkt</b>	2501, 2507, 2509	2502	2502

### 3.2 MILJÖPROVTAGNING

I tre provpunkter (2502, 2507 och 2508) har provtagning skett med hjälp av moränprovtagare. Prov från provpunkterna 2507 och 2508 analyserades med avseende på föroreningar (kvicksilver och dioxin). På prov från provpunkt 2502 (fem olika nivåer, 11-13 m under botten) har kornstorleksanalys utförts.

I sex provpunkter har sedimentprovtagning med Kajak gravitationsprovtagare utförts. Upp till fem proppar togs i varje provpunkt. Prov från två av dessa provpunkter (2502 och 2504) har analyserats med avseende på kvicksilver och dioxin.

I Tabell 2 sammanfattas analysomfattningen. I varje provpunkt har flera olika nivåer analyserats. På vissa prov har även glödförlust analyserats.

Tabell 2. Utförda analyser på morän- och sedimentprover från Bengtsbrohöljen, provtagning juni 2003.

<b>Provpunkt</b>	<b>Typ av prov</b>	<b>Nivå (m u botten)</b>	<b>Analys</b>
2502	sediment	0-0,28	Hg, dioxin
	morän	10-13	Hg
2504	sediment	0-0,27	Hg, dioxin
2507	yllning/sediment + morän	0-4	Hg, dioxin
2508	yllning/sediment + morän	0-3	Hg



## 4 RESULTAT

### 4.1 GEOTEKNIK, GEOLOGI

Sonderingar har gjorts i fyra punkter. Resultaten finns på ritning 6 A i resultatrapporten (EKA 2002:7). I punkt 2502 har försök med trycksondering och vingborr gjorts. Sedimenten (ca 1,5 m) visade sig vara för lösa för vingbormetoden. I samma punkt har en trycksondering utförts till 4 m under botten. De första två metrarna bestod av mycket lösa sediment varvid ingen registrering gjordes. Därefter blev materialet fast och måste avbrytas på 4 m djup från botten. En jord- och bergsondering utfördes i en näraliggande punkt 2501 till 12 m djup under botten (inklusive sediment). Sonderingen visade att ca 2 m lösa sediment överlagrade en fast botten. JB-sonderingen visade på block eller sten vid 5 m och 8 m under botten. Sonderingen avbröts på + 70 m ö h (dvs 12 m u botten) utan att stopp erhöjts.

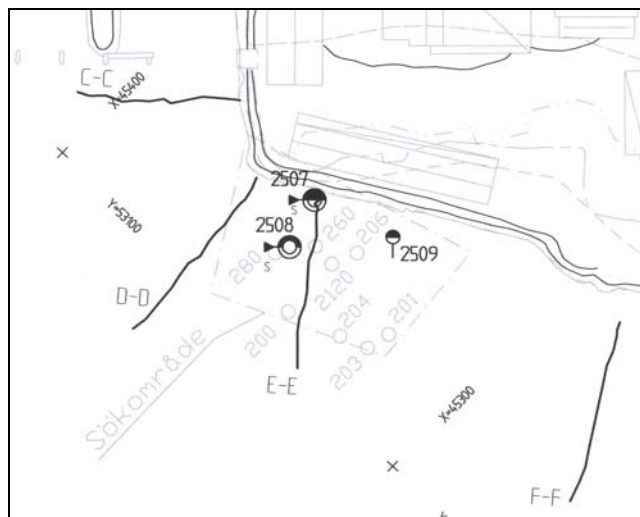
Ytterligare två jord-bergssonderingar utfördes vid udden, 2507 och 2509. Sonderingen vid 2507 ligger nära EKA-uddens med sonderingsdjupet 14 m under botten. Här var materialet relativt fast från botten och neråt. Inga större block påträffades under sonderingen som avbröts utan att stopp erhöjts. Sonderingen i 2509 avbröts efter två meter mot ett förmodat block.

I Tabell 3 redovisas den bedömning av jordart som har gjorts i fält för provpunkterna 2507 och 2508. Moränen utanför udden bedöms vara grusig och/eller sandig.

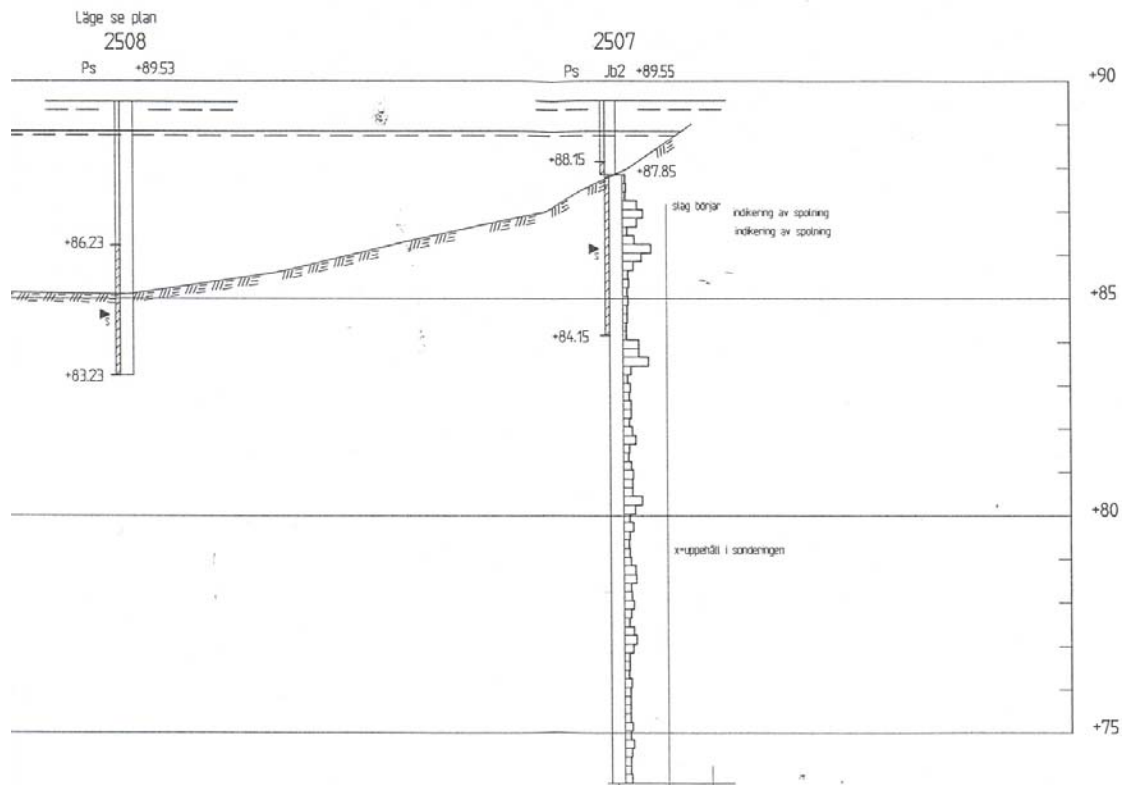
Tabell 3. Bedömd jordart för provpunkterna 2507 och 2508 samt noteringar från fältprotokoll. För vissa nivåer saknas bedömning eftersom inget material följde med provtagaren.

Provpunkt	Nivå (m u botten)	Jordart (fältbedömning)	Anmärkning
2507	0-0,5		barkrester, org. mtrl
	0,5-1		
	1-1,5		svart, mkt bark
	1,5-2	Mn	
	2-2,5	gr Mn (st)	
	2,5-3	gr sa Mn (st)	
	3-3,5	sa gr Mn (st)	
	3,5-4	sa Mn (st)	
2508	0-0,5		löst mtrl
	0,5-1		löst mtrl
	1-1,5	gr Sa, sa Gr	Barkrester, grus, sand, omrört
	1,5-2		
	2-2,5	Sa Mn	sand (fin)
	2,5-3	Sa (gr) Mn	inslag av grus

I Figur 4 - Figur 5 redovisas utdrag ur ritning 6 och 6A (se vidare resultatrapport EKA 2002:7). En profil av lodlinje E-E (lodning utförd av Vägverket Konsult hösten 2002) visar att provpunkt 2507 ligger i slänten och 2508 ungefär i släntfot.



Figur 4. Utdrag ur ritning 6. Redovisning av provpunkterna 2507 och 2508 i förhållande till utförda lodlinjer.

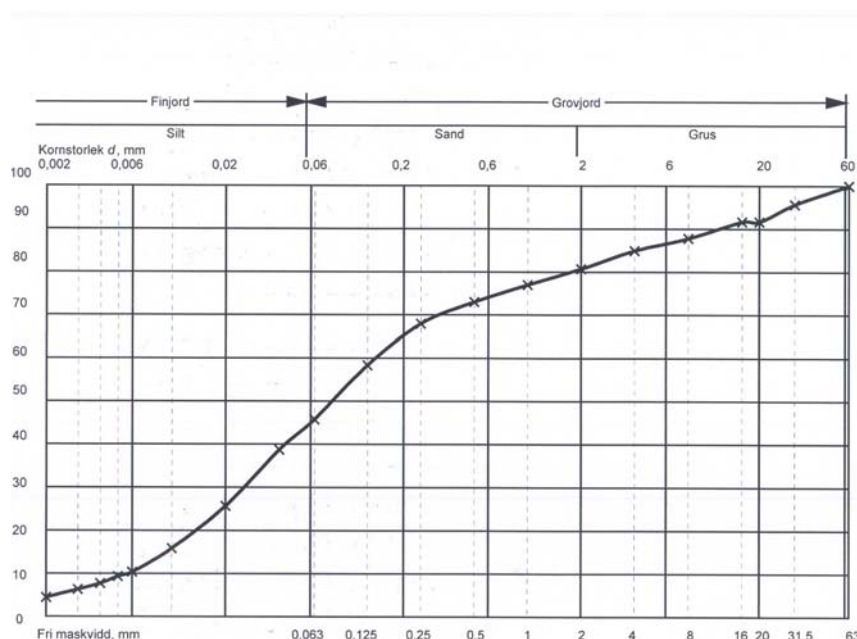


Figur 5. Utdrag ur ritning 6A. Sektion E-E.

I Tabell 4 redovisas den jordartsbenämning (i huvudsak siltig morän) på de djupa moränproverna från provpunkt 2502 som gjorts på lab utifrån utförda siktningar. I Figur 6 ges exempel på kornstorleksfördelning.

Tabell 4. Bedömd jordart (utifrån kornstorleksfördelning) för provpunkt 2502.

Provpunkt	Nivå (m u botten)	Jordart (fältbedömning)
2502	10,0-10,98	gr sa si Mn
	11,35-11,60	gr SaMn
	11,6-12,0	sa SiMn
	12,0-12,5	gr sa si Mn
	12,5-13,0	sa SiMn



Figur 6. Kornstorleksfördelning på morän från provpunkt 2502, 12,5 – 13,0 m.

Filmningarna av Bengtsbrohöljens botten nedanför släntfoten längs med strandkanten mellan ångbåtsbryggan och udden (Figur 2) visar att slänten i huvudsak utgörs av sprängsten (block). Detta stämmer överens med den beskrivning av strandkanten på land som redovisas i rapport EKA 2002:1. Filmningarna genomfördes ca 5-10 m från strandkanten. Släntens lutning skiljer sig mellan olika partier och vattendjupet vid släntfoten varierar utefter strandkanten mellan 0,5- 5,5 m (se även beskrivning i EKA 2002:1). Utanför slänten med sprängsten tycks botten plana ut och utgörs av sediment eller "föna". Av filmningarna framgår att även stockar, diverse "skrot" (betongfundament, stege/brygga i trä, tunnor, vajer m m) ställvis förekommer på botten. Två grundare partier (vattendjup <1 m) finns, dels vid uddens spets inne på EKA-tomten, dels nedanför Vexias område vid infarten till EKA-tomten. Inom dessa båda områden saknas sprängsten i slänten under vattenytan (värt att notera att nedanför Vexias område har slänten ovan vattenytan bedömts utgöras av sprängsten, se EKA 2002:1). Nedanför Vexia utgörs botten närmast strandkanten istället av föna och bark samt någon eller några stockar. Vid uddens spets förekommer tegelrester och "vit smet", dvs någon typ av fyllning.

Undervattensfilmning i ett område längre ut från udden (50-100 m från strandkanten, se Figur 2) visar att botten där är förhållandevis flack. Även här förekommer timmerstockar och ”skrot” på botten, men i liten omfattning.

Dykarna har även utfört sticksondering i tre profiler söder om ångbåtsbryggan (Figur 2). Profilerna ligger parallellt med ångbåtsbryggan och 0-50 m ut från strandkanten. Vattendjupet 50 m ut från strandkanten är ca 6-7 m. Sedimentmaktigheten varierar mellan ett par dm upp till mer än en och en halv meter. Botten täcks till stora delar av vad som betecknats som förna/bark, dvs halvt nedbrutet organiskt material (vilket stämmer överens med de tidigare bedömningarna av botten, se EKA 2002:1). På något ställe utgörs botten istället av gyttja och dy. Under lagret med förna/sediment finns stenig, grusig botten.

## 4.2 FÖRORENINGAR I MORÄN OCH BOTTENSEDIMENT

### 4.2.1 Kvicksilver

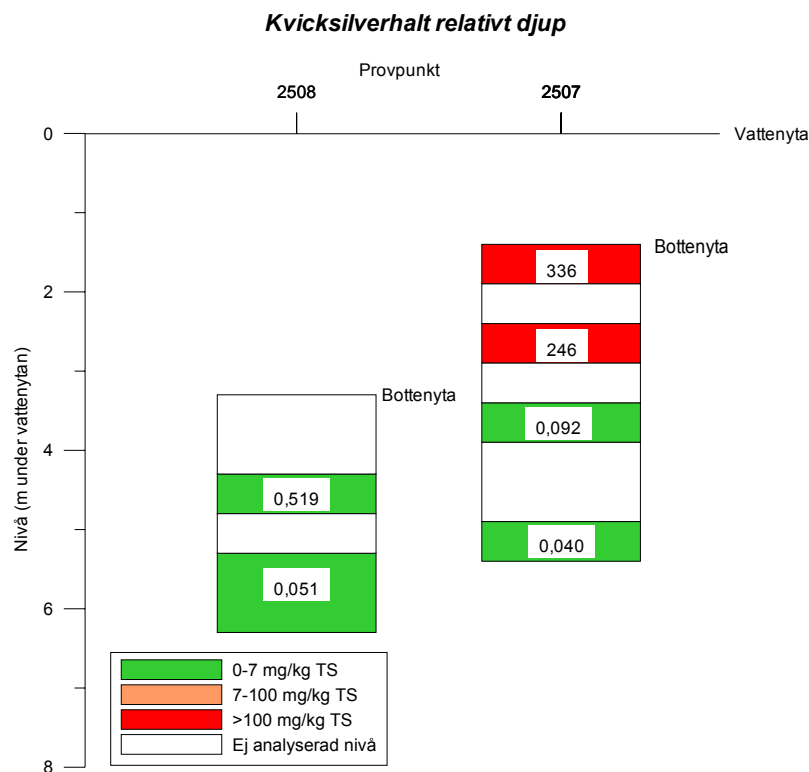
I Tabell 5 och Figur 7 redovisas rapporterade kvicksilverhalter i provpunkterna 2507 och 2508 (jämför Figur 5).

Tabell 5. Kvicksilverhalter i provpunkt 2507 och 2508 (mg/kg TS).

Provpunkt	Nivå (m u botten)	Nivå (m ö h)	Hg (mg/kg TS)
2507	0-0,5	87,65-88,15	336
	1-1,5	86,65-87,15	246
	2-2,5	85,65-86,15	0,092
	3,5-4	84,15-84,65	0,040
2508	1-1,5	84,73-85,23	0,519
	2-3	83,23-84,23	0,051

Av tabell och figur framgår att kvicksilverhalten i det ”ytligare” materialet (0-1,5 m under botten) i provpunkt 2507 närmast stranden är förhållandevis hög, ca 250-350 mg/kg TS. Detta material, innehållande mycket barkrester, kan karakteriseras som fyllning alternativt sedimenterad bark. Material med barkrester från provpunkt 2508 (nivå 1-1,5 m under botten) längre ut i Bengtsbrohöljen uppvisar avsevärt lägre kvicksilverhalter, ca 0,5 mg/kg TS.

I den underliggande moränen (provpunkt 2507 och 2508) är halterna mycket låga, < 0,1 mg/kg TS.



Figur 7. Kvicksilverhalter relativt nivå under botten, provpunkt 2507 och 2508. Halt i mg/kg TS.

Antalet provpunkter är p g a provtagningsvårigheter mycket begränsat och det är därför inte möjligt att i detalj avgränsa föroreningsutbredningen i strandlinjen vid den högkontaminerade udden. Det är rimligt att anta att den är likartad med föroreningsutbredningen på land (se vidare rapport EKA 2002:2). Provpunkt 2508 ligger ca 15 m ut från strandkanten, dvs där botten har ”planat ut” (jämför lodlinje E-E i Figur 5 samt på ritning 6A i resultatrapporten). Det innebär att man kan anta att provpunkten ligger i eller strax utanför släntfoten och att material i denna punkt inte utgörs av fyllning från den högkontaminerade udden på EKA-tomten.

I provpunkt 2502 i viken vid ångbåtsbryggan har djupa moränprover analyserats, se Tabell 6. Kvicksilverhalten är i samtliga dessa prov mycket låga.

Tabell 6. Kvicksilverhalt i djupa moränprover, provpunkt 2502.

Provpunkt	Nivå (m u botten)	Hg (mg/kg TS)
2502	10-10,2	0,1
	11,8-11,98	<0,034
	12,8-13	<0,087

I sedimentprover (nivå 0-0,3 m) från provpunkterna 2502 och 2504 har kvicksilverhalter på 0,5- 5 mg/kg TS rapporterats. Kvicksilverhalter i sediment i Bengtsbrohöljen diskuteras utförligt i rapport EKA 2002:21.

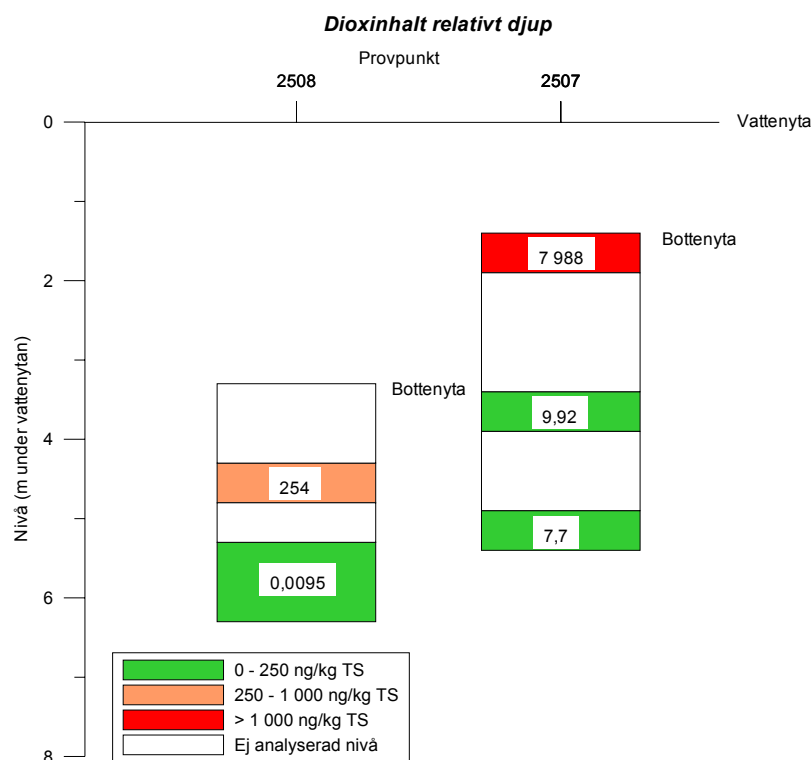
## 4.2.2 Dioxin

Dioxinhalterna i prover från provpunkt 2507 och 2508 redovisas i Tabell 7 och Figur 8 (jämför även Figur 5).

Tabell 7. Dioxinhalter (summa PCDD/PCDF, I-TEQ) i provpunkt 2507 och 2508.

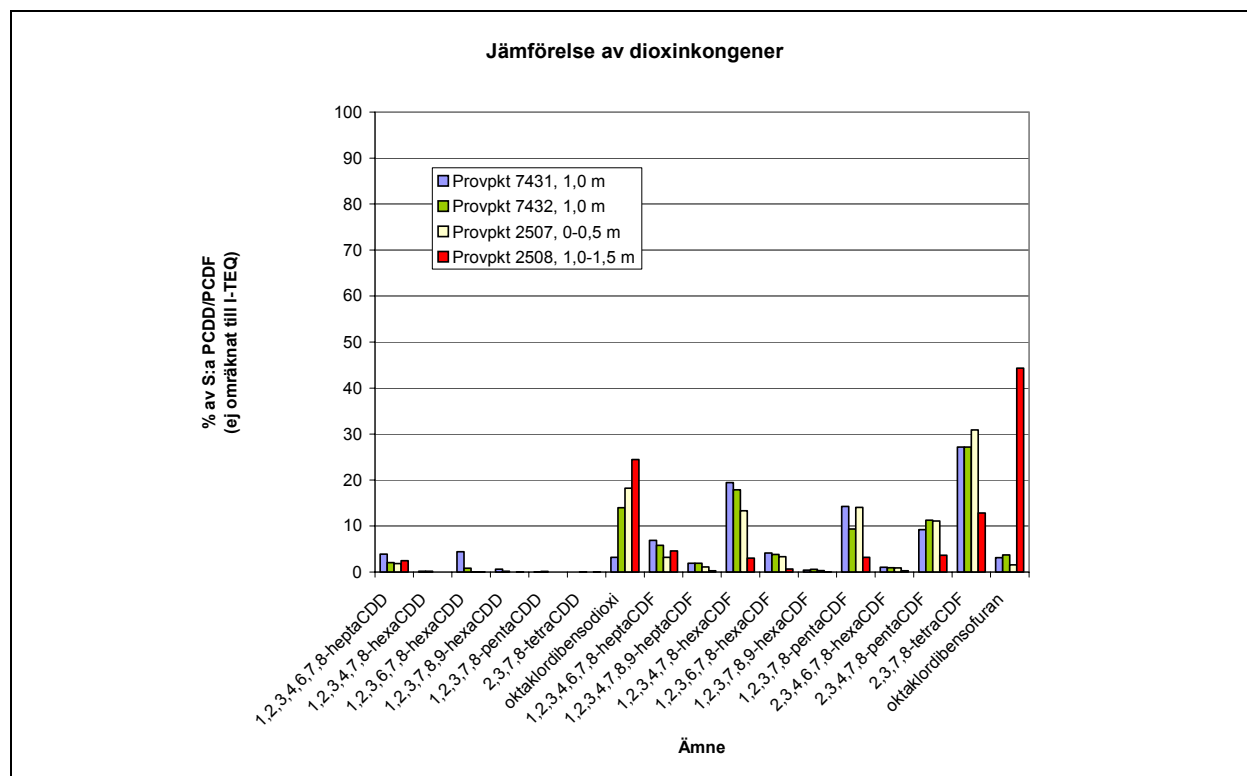
Provpunkt	Nivå (m u botten)	Summa PCDD/PCDF, I-TEQ (ng/kg TS)
2507	0-0,5	7988
	2-2,5	9,92
	3,5-4	7,7
2508	1-1,5	254
	2-3	0,0095

Den rapporterade dioxinhalten i den översta halvmetern (0-0,5 m) i provpunkt 2507 är mycket hög, i nivå med de halter som rapporterats i markprov från den högkontaminerade udden (även om ännu högre halter i jord också rapporterats från detta område). Längre ut från strandkanten (provpunkt 2508) är halten avsevärt lägre (254 ng/kg TS) och i nivå med Naturvårdsverkets generella riktvärde för förorenad mark, mindre känslig markanvändning. Båda dessa prov innehåller enligt fältprotokollen barkrester.



Figur 8. Dioxinhalter relativt nivå under botten, provpunkt 2507 och 2508. Halt angiven som S:a PCDD/PCDF, I-TEQ (ng/kg TS).

I Figur 9 jämförs kongensammansättningen i prov 2507 (0-0,5 m) och 2508 (1-1,5 m) med jordprover från provgrup 7431 och 7432 som båda ligger inom den högkontaminerade udden. Kongensammansättningen för provet från provpunkt 2507 är snarlik den från de båda provgruperna, vilket kan tyda på att källan är densamma. Provet från provpunkt 2508 tycks ha en något annorlunda kongensammansättning (framför allt lägre andel furaner). Kongensammansättningen av dioxiner och furaner i bottensediment diskuteras mer ingående i rapport EKA 2002:21.



Figur 9. Jämförelse av kongensammansättning, provpunkt 2507 och 2508 i Bengtsbrohöljen och provgrup 7431 och 7432 på EKA-tomten.

## 5 SLUTSATSER

På grund av praktiska svårigheter i samband med borrhningen och provtagningen har endast enstaka provpunkter sonderats och/eller provtagits i strandkanten intill undersökningsområdet. Baserat på resultaten från dessa enstaka provpunkter har följande bedömningar gjorts:

- Moränen som finns på Bengtsbrohöljens botten tycks opåverkad av föroreningar. Endast mycket låga kvicksilverhalter har uppmätts (även i de ytligare moränlagren).
- Slänten vid den högkontaminerade udden (EKA-tomten) är förorenad av kvicksilver och dioxin med höga till mycket höga halter.
- Utanför släntfoten har endast låga föroreningshalter rapporterats.
- En jämförelse av kongensammansättningen visar att sammansättningen i provpunkt 2507 (nära strandkanten) är likartad den i prov från provgrop 7431 och 7432 (på EKA-tomten).
- De djupa moränprover från viken vid ångbåtsbryggan benämns utifrån utförda siktningar som siltig morän. Moränen utanför udden vid EKA-tomten har i fält bedömts vara sandig och/eller grusig.
- Undervattensfilmningen visar att slänten i strandkanten i huvudsak utgörs av sprängsten. Vattendjupet vid släntfot varierar.
- Timmerstockar och diverse ”skrot” förekommer ställvis på botten.
- De geotekniska sonderingarna visar att en fast botten överlagras av lösa sediment.

Linköping, dag som ovan



Jan Sundberg



Maria Carling



## **REFERENSER**

### *Rapport EKA:*

EKA 2002:1. Mark- och grundvattenförhållanden vid EKA-området. Geo Innova AB.

EKA 2002:2. Föroreningssituationen i mark och grundvatten. Geo Innova AB.

EKA 2002:3. Föroreningsspridning från EKA-området. Emissioner och risker. Utkast. Geo Innova AB.

EKA 2002:7. Resultat från markundersökningar inom EKA-området. Sammanställning av resultat från fältundersökningar och laboratorieanalyser. Geo Innova AB.

EKA 2002:8. Arbetsmiljöplan. GF Konsult AB.

EKA 2002:19. Provtagningsmanual. Vägledning för kvalitetssäkrad provtagning. GF Konsult AB.

EKA 2002:21. Föroreningar i Bengtsbrohöljens sediment – förekomst och spridningsförutsättningar. Studsvik EcoSafe AB.