



*PentaCon*

GEO INNOVA

## Miljötekniska undersökningar Etapp 2

### 20 Strömbergshyttan glasbruk och glasbruksdeponi



Karsten Håkansson, Geo Innova AB

Stig Gustavsson, WSP Samhällsbyggnad

Märta Ländell, Geo Innova AB

Daniel Werkelin, AB PentaCon

2007-12-07



## Förord

Denna rapport redovisar resultat av undersökningar utförda inom ramen för Glasbruksprojektet 2006–2007. Glasbruksprojektet är ett samverkansprojekt mellan länsstyrelserna i Kalmar och Kronobergs län samt Nybro, Emmaboda, Lessebo och Uppvidinge kommuner. Slutsatser och tolkningar som presenteras i rapporten är författarnas egna och skall inte tolkas som ställningstaganden från Glasbruksprojektet, länsstyrelserna eller kommunerna.

## Omfattning

Inom Glasbruksprojektet har prioriterade glasbruksobjekt med hög riskklassning undersökts. Projektet som helhet omfattar utredningar av totalt 25 st glasbruksobjekt, varav 14 i Kalmar län och 11 i Kronobergs län. I antalet objekt ingår några glasbruksdeponier. Dessutom har sedimentföroreningar undersökts i sex åar/vattendrag i anslutning till bruken. Glasbruksåarna är Alsterån, Hagbyån, Ljungbyån, Lyckebyån, Ronnebyån och Mörrumsån.

Glasbruksprojektets övergripande syfte är att ta fram underlag för att avgränsa och kvantifiera föroreningarna i mark och sediment vid ett antal prioriterade glasbruk i Kalmar och Kronobergs län. Utredningarna ligger till grund för en bedömning av hälso- och miljörisker i dagsläget och på sikt med påträffade föroreningar, klargör vilket åtgärdsbehov som finns och vilka efterbehandlingsåtgärder som kan vidtas för att minimera identifierade risker. Utredningarna utgör ett underlag för att prioritera vilka åtgärder som behöver vidtas. Arbetet har utförts i två etapper: Etapp 1 genomfördes under 2006, och etapp 2 har genomförts under 2007. Projektet slutrapportas i december 2007.

## Rapportering

Fyllig rapportering och dokumentation av de olika undersökningarna har tagits fram inom Glasbruksprojektet. En fullständig lista över rapporter redovisas i kapitlet Referenser. Samtliga rapporter finns tillgängliga i elektronisk form för nedladdning på projektets hemsida: <http://www.h.lst.se/h/amnen/Miljo/ebh/glasbruksprojektet>

Kartor publicerade i enlighet med tillstånd Dnr. 106-2004/188, ©Lantmäteriverket. Ur Geografiska Sverigedata, fastighetskartan, översiktskartan, bakgrundskarta och vattenkartan (Kalmar och Kronobergs län).



## Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>i</b>
Omfattning.....	i
Rapportering.....	i
<b>1 UPPDRAG OCH SYFTE</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OMRÅDESBESKRIVNING</b> .....	<b>3</b>
<b>3 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR</b> .....	<b>5</b>
3.1 Tidigare utförda undersökningar.....	5
3.2 Undersökningar i Etapp 2, 2007.....	5
<b>4 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b> .....	<b>9</b>
4.1 Topografi och geologisk uppbyggnad.....	9
4.2 Grundvattenförhållanden.....	9
4.3 Hydraulisk konduktivitet.....	9
4.4 Ytvatten.....	10
<b>5 FÖRORENINGSSITUATIONEN</b> .....	<b>11</b>
5.1 Resultat från fältanalyser.....	11
Grundvatten.....	11
Ytvatten.....	11
5.2 Resultat från kemiska analyser.....	12
Lakförsök.....	12
Grundvatten.....	13
Ytvatten.....	14
Sediment.....	14
5.3 Sammanfattande beskrivning av föroreningssituationen.....	18
Föroreningsutbredning och bedömd avgränsning.....	18
Översiktliga spridningsvägar.....	18
Översiktliga exponeringsvägar.....	18
Beräkning av föroreningstransport.....	19
<b>6 BEDÖMNING AV BEHOV AV VIDARE UNDERSÖKNINGAR</b> .....	<b>23</b>
<b>7 SLUTSATSER</b> .....	<b>25</b>
<b>8 REFERENSER</b> .....	<b>27</b>
8.1 Rapportering inom Glasbruksprojektet.....	28
<b>Bilaga 1 Provmärkning</b>	
<b>Bilaga 2 Karta med provtagningspunkter</b>	
<b>Bilaga 3 Sammanställning av analysdata</b>	
<b>Bilaga 4 Fältnoteringar och protokoll</b>	



# 1 UPPDRAG OCH SYFTE

Av Länsstyrelsen i Kronobergs län har AB Pentacon erhållit uppdraget att utföra undersökningar av glasbruks- och deponiområdet i Strömbergshyttan (Etapp 2 av glasbruksprojektet) i samarbete med Geo Innova AB. Strömbergshyttan är belägen i Lessebo kommun, Kronobergs län. Undersökningen ska komplettera de miljötekniska markundersökningar som utförts av Flygfältsbyrån under sommaren 2006, inom Glasbruksprojektet. Denna undersökning ska ytterligare beskriva de hydrogeologiska förhållandena och föroreningssituationen.

I denna rapport redovisas resultat av utförda undersökningar. För bakgrundsinformation, tidigare undersökningar m.m., hänvisas till Nimark (2006).

I Etapp 2 utförs undersökningar vid fyra glasbruk. Arbetet styrs och samordnas av projektledare vid Kemakta Konsult AB.





## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

Strömbergshyttan ligger mellan Hovmantorp och Lessebo. Bruksområdet är beläget precis norr om väg 25 och deponiområdet precis söder om vägen. Fastigheterna ägs av Lessebo kommun, AB Nybro Glasbruk och Orrefors Kosta Boda AB.

Området passeras av två bäckar, som båda rinner från Hyllsjön till Kvarnsjön. Den östligaste av dem däms vid kvarnen och passerar alldeles intill den gamla glasbruksbyggnaden. Den västligare passerar väster om området, inte långt från den pågående studioglastillverkningen. Båda passerar deponiområdet före utloppet i Kvarnsjön.

På glasbruksområdet finns butik, studioglastillverkning, värdshus, café, kiosk och lekplats, vilket gör att mycket människor vistas på området. Deponiområdet är igenvuxet med högt gräs och sly, vilket gör att det inte ser inbjudande ut.

En noggrannare områdesbeskrivning, som även omfattar en historisk redogörelse, återfinns i rapport från Etapp 1 (Nimark, 2006).

Vid föreliggande undersökningar (Etapp 2) har kontroll gjorts av ritningar som förekommit i tidigare undersökning. Ritning framtagen i Etapp 1 och ritningsunderlag erhållet från projektledningen har jämförts med ”verkligheten”. Det har visat sig att den ritning som erhållits från projektledningen (i GIS-format) stämmer bäst. Således används denna ritning här, trots att detaljeringsgraden är låg.



### 3 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

#### 3.1 Tidigare utförda undersökningar

Undersökningar från Etapp 1 liksom tidigare utförda undersökningar av objektet redovisas av Nimark (2006).

#### 3.2 Undersökningar i Etapp 2, 2007

En provtagningsplan för planerade arbeten vid glasbruket togs fram. Denna diskuterades med projektledare och godkändes med kommentarer innan fältarbetena utfördes. Vissa förändringar gentemot den beslutade provtagningsplanen genomfördes. Omfattning av provtagningar och undersökningar enligt provtagningsplan och efter justeringar presenteras i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Omfattning för provtagningar och undersökningar vid Strömbergshyttan.

Provtagning/undersökning	Enligt provtagningsplan	Efter justering, p.g.a. förhållanden i fält
Provtagning av deponerat glas	2 st.	2 st.
Provtagning av ytjord	3 st.	2 st.
Sedimentprovtagning	2 st.	2st., ändrat läge för en provtagningspunkt
Ytvattenprov	4 st.	3 st.
Grundvattenprover	5 st.	5 st.
Slugtester	2 st.	3 st.

Vid ytvattenprovtagningstillfället konstaterades att en bäck saknades (jämfört med ritningen från Etapp 1), vilket innebar att en provpunkt bortföll. En av provpunkterna i östra bäcken flyttades något uppströms jämfört med provtagningsplanen för att undvika eventuellt tillskott av föroreningar från en större väg.

Enligt provtagningsplanen skulle sedimentprov tas i sjön efter utloppet från den östliga bäcken. Detta var inte möjligt, eftersom området var bevuxet med vass och gick inte att nå från stranden. Provtogs istället i bäcken, strax före utloppet.

Enligt provtagningsplanen skulle tre prover av ytjord tas för lakförsök. Eftersom stor del av ytan inom området är hårdgjord, bedömdes två lakförsök kunna ge en god bild av utlakningen från yttlig jord på området.

Slugtester skulle göras i två av de tidigare installerade grundvattenrören. Detta har istället gjorts på alla de tre rör som finns på bruksområdet.

Provtagning av ytlig jord utfördes den 30 maj av Karsten Håkansson och Stig Gustavsson, som också tog vatten- och sedimentprover den 10 juli. Slugtester utfördes den 9 augusti av Märta Ländell. Fälтарbetena följde råd och anvisningar i SGF:s fälthandbok för miljötekniska markundersökningar (SGF, 2004).

Jord uttogs för lakförsök vid två punkter markerade på kartan. Proverna togs som 4-6 delprov med spade, till ett djup av ca 5 cm. Prov togs omedelbart söder om hyttan, provmärkning 20YT070530-1A och 20YT070530-1B, samt nordväst om hyttan med märkning 20 YT 070530-2A och 20YT070530-2B

Glaskross för lakförsök uttogs vid slutningen mot västra bäcken. Större delen av deponin var täckt och endast mindre områden av öppna ytor med glasavfall fanns (se avsnitt 5.3). Glasbitar plockades från 5-8 delytor och glasbitar valdes ut för att motsvara storleksfraktionen 2-4 cm. Delprover togs jämnt fördelade över ytan. Av utrymmesskäl användes två provkärl vid provtagningen, 20GL2-4 070530-1A och 20GL2-4 070530-1B. Resultat från lakförsök på glaskross utvärderas av Kemakta.

Vid vattenprovtagningen lodades först vattennivån i rören. Omsättning gjordes därefter med minst tre rörvolymmer. Vattnet i rör 20GvSkr6 var grumligt och ytterligare omsättning hade varit önskvärd, men p.g.a. begränsad vattentillgång kunde detta inte göras. Prov uttogs för bestämning av elektrisk konduktivitet, sedan användes samma prov för bestämning av pH och temperatur. Nytt delprov uttogs för laboratorieanalys. Ett delprov filtrerades i fält genom filter med porstorlek 0,45 µm och ett delprov sändes ofiltrerat för analys. Proverna togs med bailer.

Ytvattenprover togs vid tre platser längs de båda bäckarna på området, se bilaga 2. I två av punkterna uttogs prov för bestämning av elektrisk konduktivitet, sedan användes samma prov för bestämning av pH och temperatur. Nytt delprov uttogs för laboratorieanalys. Proverna sändes ofiltrerade till laboratoriet.

Sediment provtogs med en s.k. Willnerprovtagare (polykarbonatrör) som manuellt fördes ned i sedimenten. Prover togs upp och skiktades i skivor om 5 cm eller vid avvikande färg i sedimenten. I den östligaste bäcken togs prov strax före utloppet i sjön. Vid den västligare bäcken togs prov i sjön vid utloppet, se bilaga 2. Resultat från sedimentanalyserna presenteras i bilaga 3.

Slugtesterna (enhålstester) har utförts genom att en logger som registrerar vattennivån har installerats i det rör som skulle undersökas. Loggern var programmerad för att registrera nivå varje sekund, i något fall varannan sekund. Då vattennivån stabiliserats tillsattes vatten så momentant som möjligt för att åstadkomma höjning av nivån i röret. Efter denna momentana nivåhöjning har grundvattenytans sänkning registrerats av loggern. Då grundvattennivån återgått till sin ursprungliga nivå togs vatten bort med bailer för att sänka nivån. Detta gjordes så momentant som möjligt. Därefter registrerades återhämtningsförloppet. Därefter har även loggern tagits upp. Alltså har först utströmningsförsök och sedan inströmningsförsök utförts, se Figur 1. Utifrån uppmätta resultat har den hydrauliska konduktiviteten beräknats enligt två olika metoder, vilka kompletterar varandra. Metoderna finns beskrivna i Cooper *et al.* (1967) respektive Hvorslev (1951).

Vid beräkning enligt Hvorslev (1967) används formeln:

$$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2LT}$$

där

K – hydraulisk konduktivitet

r – grundvattenrörets innerradie, 25 mm

L – grundvattenrörets filterlängd, 0,91 m

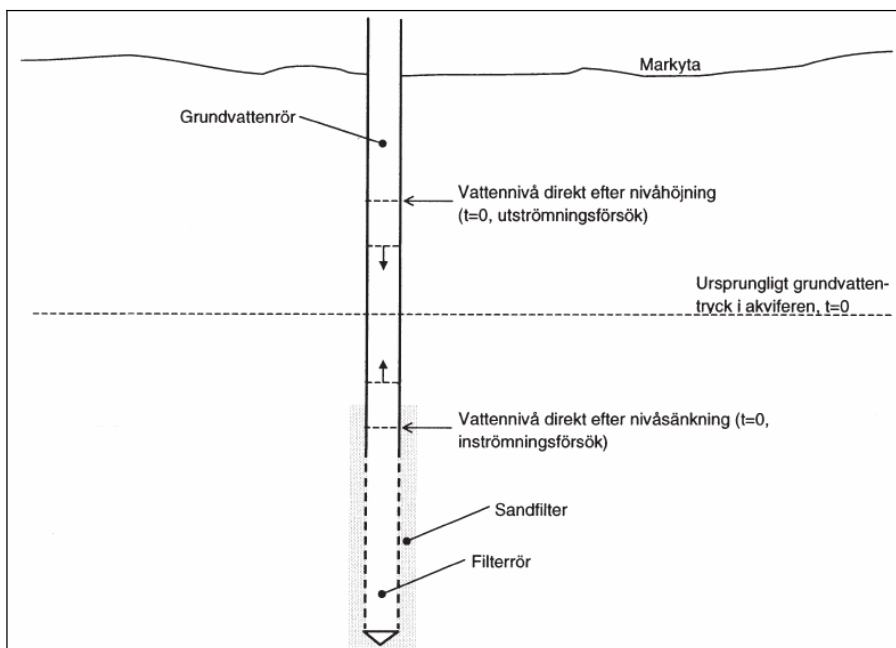
R – grundvattenrörets ytterradie (ev. inkl. sandfilter), 31,5 mm

T – tid det tar för vattennivån att återgå till 0,37 av den initiala nivåförändringen

Vid utvärdering enligt Cooper *et al.* (1967) ritas  $H/H_0$  mot tiden i ett diagram med lin-log-skala. Hydraulisk konduktivitet fås genom jämförelse med typ-kurvor.

H – aktuell grundvattennivå relativt ostörd nivå

$H_0$  – maximal avvikelse från ostörd nivå, d.v.s. grundvattennivå vid försöksstart



Figur 1 Beskrivning av principen för slugtest. Bilden är hämtad ur SGF:s handbok för miljötekniska markundersökningar (SGF, 2004) och något modifierad.

I Tabell 3-2 sammanställs uttagna prover och utförda undersökningar. Uttagna prover har betecknats i enlighet med bilaga 1.

Tabell 3-2 Översikt över uttagna prover och utförda undersökningar.

Provpunkt	Syfte	Provtagnings- /undersökningsmetod	Djup	Analyser	
				Media	Parametrar*
<b>Bruksområdet</b>					
20YT 1A-2A	Lakförsök, syralakn. M1-c	Manuell jordprovtagning	Ytligt	Jord	L/S 2, L/S 10, syralakbar fraktion för jord
20YT 1B-2B	Lakförsök, syralakn. M1-c	Manuell jordprovtagning	Ytligt	Jord	
20GvSkr3	Föroreningssituation	Grundvattenprovtagning	1,6-2,5	Vatten	Metaller, med och utan uppslutning
20GvSkr6	Föroreningssituation	Grundvattenprovtagning	0,5-1,4	Vatten	
20GvSkr7	Föroreningssituation	Grundvattenprovtagning	1,9-2,8	Vatten	
20GvSkr3	Spridningsförutsättningar	Slugtest	1,6-2,5	-	
20GvSkr6	Spridningsförutsättningar	Slugtest	0,5-1,4	-	
20GvSkr7	Spridningsförutsättningar	Slugtest	1,9-2,8	-	
20YV1	Kontroll av spridning	Ytvattenprovtagning		Vatten	Metaller, utan uppslutning
20YV2	Kontroll av spridning	Ytvattenprovtagning		Vatten	
<b>Deponiområdet</b>					
20GvPg9*	Föroreningssituation	Grundvattenprovtagning		Vatten	Metaller, med och utan uppslutning
20GvPg11*	Föroreningssituation	Grundvattenprovtagning		Vatten	
20YV3	Kontroll av spridning	Ytvattenprovtagning		Vatten	Metaller, utan uppslutning
20SED1	Föroreningssituation	Sedimentprovtagning	0-0,1	Sediment	Syralakbar fraktion
20SED2	Föroreningssituation	Sedimentprovtagning	0-0,38	Sediment	

\* Dessa prover har betecknats 20GL9 och 20GL11 vid analysbeställning, varför denna beteckning används fortsättningsvis i redovisningen.

För lakförsök slogs prover betecknade 1A och 2A respektive 1B och 2B samman, i stället för som var tänkt 1A och 1B respektive 2A och 2B. I redovisningen har därför medelvärde för proverna redovisats. Se bilaga 3 för detaljerade resultat.

## 4 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

### 4.1 Topografi och geologisk uppbyggnad

Topografi och geologisk uppbyggnad beskrivs i rapport från Etapp 1.

### 4.2 Grundvattenförhållanden

Grundvattennivån i de rör som provtogs har också lodats med ljud-/ljuslod. Resultat av lodningarna presenteras i Tabell 4-1 och bilaga 4.

Tabell 4-1 Grundvattennivåer, lodade sommaren 2007. Rören lodades till att börja med den 10 juli. I de fall två nivåer anges är den senare uppmätt den 9 augusti.

Provpunkt	Grundvattennivå (möh)	Grundvattennivå (mumy)
20GvSkr3	151,64 resp. 151,05	1,40 resp. 1,99
20GvSkr6	152,35 resp. 151,92	0,88 resp. 1,31
20GvSkr7	150,65 resp. 150,18	1,04 resp. 1,51
20GvPg9	150,16	0,76
20GvPg11	150,20	0,76

Uppmätta grundvattennivåer under 2007 är 0,7-1 m högre än uppmätta nivåer vid samma tidpunkt under 2006. För provpunkterna Gv9 och Gv11 (rören på deponiområdet) var nivåerna 0,70 respektive 0,76 m högre vid mätningen 2007 jämfört med 2006. Sommaren 2007 var mycket nederbördsrik, medan sommaren 2006 var torr.

I Etapp 1 beskrivs risken för att vattennivån skall stiga och svämma över deponiområdet som liten eftersom området ligger några meter högre än sjön. Det är emellertid inte enbart höjdskillnaden som är avgörande för utlakningen utan även de nivåer som kan utsättas för kapillärlagning. Översiktliga mätningar av sjöytans relativa lägen har utförts av Länsstyrelsen i Kronoberg län under år 2007. Enligt uppgift (Örlander, 2007) har sjöytan under sommaren 2007 stigit med ungefär 70 cm (för att sedan sjunka igen). Således kan variationerna i sjönivån vara stora och risk finns att delar av det deponerade materialet översvämmas.

Uppmätta vattennivåer i de rör som är belägna på bruksområdet antyder att grundvattenströmningen är riktad mot bäcken, d.v.s. österut.

### 4.3 Hydraulisk konduktivitet

Hydraulisk konduktivitet för undersökta borrhål finns sammanställd i Tabell 4-2. Observera att den beräknade hydrauliska konduktiviteten bara gäller för en begränsad volym kring borrhålet och i det material som förekommer på filterdelens nivå. Den beräknade konduktiviteten

representerar därför inte nödvändigtvis hela området. Vid installation av rör används ofta sand som filtermaterial runt rören, vilket kan påverka den hydrauliska konduktiviteten.

Vid slugtest i rör 20GvSkr7 registrerades inga data av divern (p.g.a. tekniska problem). Därför kan beräkning av hydraulisk konduktivitet inte göras för detta rör. En skattning kan dock göras, utifrån manuellt lodade nivåer under försökets gång.

Vid försöken i rören 20GvSkr3 och 20GvSkr6 var grundvattenytan under filterrörets överkant. Detta medför att storleken på den yta av filterröret som kommunicerar med rörets omgivning varierar med försökstiden, vilket påverkar ut- och inströmningsförloppet. Detta gör resultaten något mer osäkra, men de använda utvärderingsmetoderna är tillräckliga även för sådana fall (Stanford och McElwee, 2000).

Tabell 4-2 Hydraulisk konduktivitet, K, för marken kring grundvattenrör på glasbruksområdet i Strömbergshyttan. Djup anges i meter under markytan (m u m y). Filterlängd och material på filterrörets nivå har hämtats ur rapport från tidigare undersökning (Nimark, 2006).

Rör	Inströmningsförsök, K (m/s)	Utströmningsförsök, K (m/s)	Rörets underkant (m u m y)	Filterrörets längd (m)	Filterrörets nivå (m u m y)	Material på filterrörets nivå
20GvSkr3	$2 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-6}$	2,5	0,9*	1,6-2,5	grSa, saGr
20GvSkr6	$2 \times 10^{-7}$	$3 \times 10^{-7}$	1,4	0,9	0,5-1,4	Sa, grSa
20GvSkr7	-	-	2,8	0,9	1,9-2,8	grSa

\* antagen filterlängd, eftersom detta inte anges i rapport från installationen

Denna typ av försök ger mest tillförlitliga resultat i intervallet  $10^{-5}$ - $10^{-7}$  m/s. Här beräknade resultat ligger i detta intervall.

Permeabiliteten varierar mellan rören, främst beroende på olika jordartsmaterial kring rörens filterdel. Materialet runt filterröret i 20GVSk6 bedöms vara något tätare än materialet runt 20GvSkr3, p.g.a. mer sand och mindre grus, vilket också visar sig i den beräknade hydrauliska konduktiviteten som är något lägre för detta rör.

Inströmningsförsöken är i allmänhet något mer tillförlitliga än utströmningsförsöken. Detta beror på att vid inströmningsförsöken strömmar vatten in genom jordlager som även normalt är vattenmättade. Vid utströmningsförsöken däremot, höjs vattennivån så att nivåer i marken som normalt är omättade undersöks.

Manuella mätningar utförda i samband med slugtest i rör 20GvSkr7 visar att återhämtningen kring detta rör är mycket snabb. Lodning omedelbart efter att 10 L vatten hållts ner i röret visade ingen förändring av grundvattennivån jämfört med ostörda förhållanden. Enligt fältprotokoll från borrning och rörinstallation (Nimark, 2006) består materialet på filtrets nivå huvudsakligen av grus, vilket också indikerar hög hydraulisk konduktivitet kring detta rör.

#### 4.4 Ytvatten

Ytvattenförhållanden beskrivs i rapport från Etapp 1. Sträckning för vattendrag på området framgår av ritning i bilaga 2.



## 5 FÖRORENINGSSITUATIONEN

### 5.1 Resultat från fältanalyser

#### Grundvatten

I Tabell 5-1 redovisas resultat från fältmätningar på grundvattenprover.

Tabell 5-1 Resultat från fältmätningar på grundvattenprover.

Grundvattenrör/brunn	Temperatur (°C)	pH	Elektrisk konduktivitet (µS/cm)
20GvSkr3	13	6.52	151
20GvSkr6	16.6	6.61	393
20GvSkr7	-	6.17	98
20GvPg9	13.5	6.75	831
20GvPg11	12.2	6.14	387

#### Ytvatten

Resultat från fältmätningar på ytvatten presenteras i Tabell 5-2. Uppströms bruksområdet är pH-värdet neutralt, medan det nedströms är något lägre.

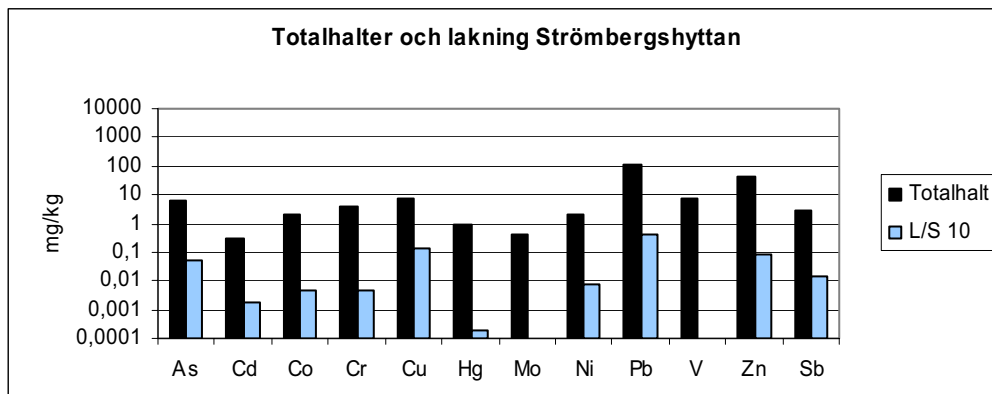
Tabell 5-2 Resultat från fältmätningar på ytvattenprover.

Provpunkt	Temperatur (°C)	pH	Elektrisk konduktivitet (µS/cm)
20YV1	16	7.18	63
20YV2	15.9	6.46	63
20YV3	-	-	-

## 5.2 Resultat från kemiska analyser

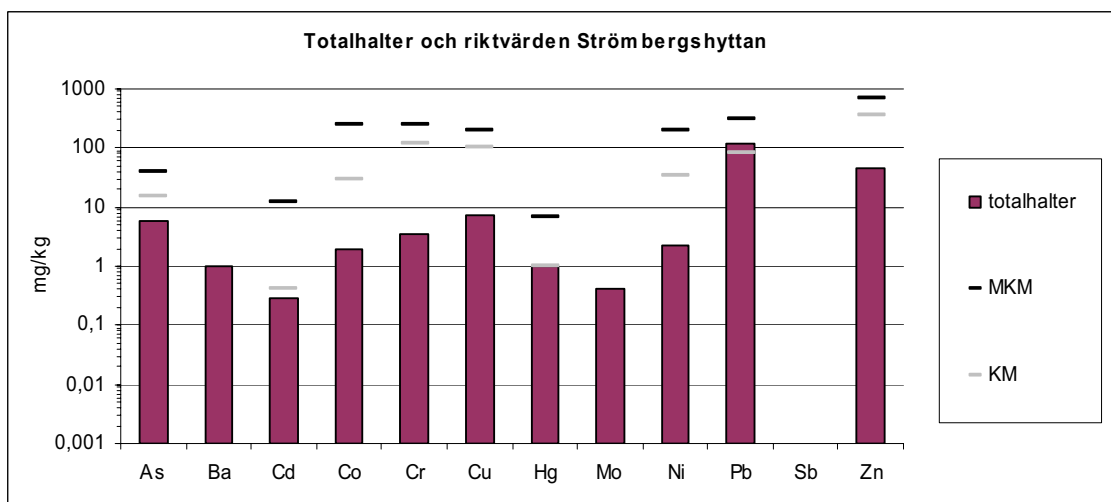
### Lakförsök

Nedan visas resultaten från ackumulerad utlakning vid L/S 10 av ytjorden i Strömbergshyttan jämfört med totalhalter av korresponderande prov (Figur 2). Lakningarna har utförts som tvåstegslakningar. Resultaten visar att en mindre del av materialet lakas ut med vatten.



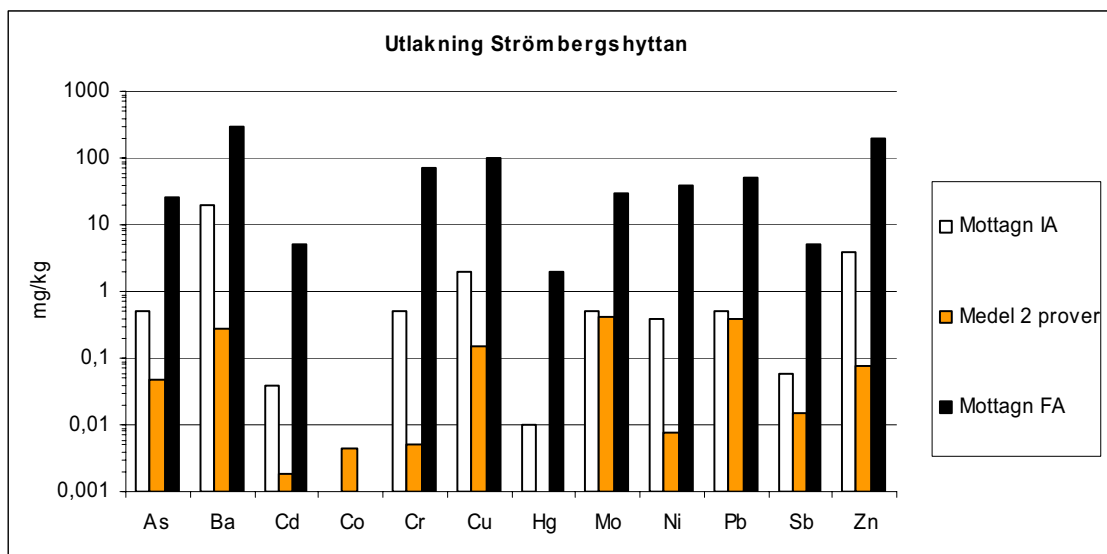
Figur 2 Utlakning vid L/S 10 av ytjord i Strömbergshyttan jämfört med totalhalter. Redovisade resultat är medelvärde av två lakförsök.

Jämförelser med riktvärden presenteras i Figur 3. Eftersom prover från olika platser på bruksområdet sammanslogs före analys så redovisas här medelvärdena. Skillnaderna mellan enskilda resultat uppgick maximalt till 25 % (Pb). Observera att den inlagda halten av kvicksilver är rapporteringsgränsen. För bly överstiger totalhalterna gränsvärdet för KM.



Figur 3 Totalhalter jämförda med riktvärden för KM och MKM. Redovisade resultat är medelvärde av två lakförsök.

Lakresultaten har jämförts med mottagningskriterier för inert avfall (IA) samt för farligt avfall (FA) och presenteras i Figur 4 nedan.



Figur 4 Utlakning från Strömbergshyttan jämfört med mottagningskriterier för inert avfall och farligt avfall enligt NFS 2004:10. Redovisade resultat är medelvärde av två lakförsök.

Mottagningskriterierna beskrivs i Naturvårdsverkets handbok med allmänna råd (Naturvårdsverket, 2007). Handboken är utformad för att minska avfallsdeponeringens negativa effekter så att ett fullgott skydd vid deponering erhålls. De är användbara om sanering och deponering är aktuellt, för att styra materialet till rätt deponiklass

Resultaten av lakningarna visar att materialet inte överstiger nivån för inert avfall för de analyserade ämnena. Om materialet skulle deponeras så skulle kraven som anges för en inertavfallsdeponi vara tillräckliga. Om materialet bedöms kunna användas till något ändamål måste även plats specifika förutsättningarna bedömas.

## Grundvatten

Resultat från laboratorieanalyser av grundvatten presenteras i Tabell 5-3 och Tabell 5-4 samt i bilaga 3. I Tabell 5-3 redovisas resultat från analyser utförda på filtrerade grundvattenprover. Jämförelse görs med rikt- och gränsvärden framtagna av Naturvårdsverket (1996, 1999) och Livsmedelsverket (2001). Arsenik, bly och zink förekommer i höga eller mycket höga halter i något eller flera prov. Arsenik, bly, kadmium, krom, koppar, zink och mangan förekommer i halter över Livsmedelsverkets gränsvärden. I Tabell 5-4 presenteras resultat från analyser utförda på ofiltrerade grundvattenprover. Skillnaden mellan resultaten från filtrerade och ofiltrerade prover ger en uppskattning av andelen av olika metallerna som förekommer partikelbundna. I de fall bly och aluminium förekommer i höga halter är största delen partikelbunden form. I prov från bruksområdet (se Tabell 3-2) är halterna låga eller måttliga, förutom i ett prov där blyhalten är ”mycket hög”. I proverna från deponiområdet är halterna ”måttliga” till ”mycket höga”, särskilt i prov från rör 20GL09. För ett av proverna (20Gv3) var metallhalterna lägre i det ofiltrerade provet jämfört med det filtrerade, vilket är anmärkningsvärt. Fältprotokoll, analysbeställning och analysprotokoll har kontrollerats, men inget tyder på att proven förväxlats.

## Ytvatten

Laboratorieresultat från analyser av ytvatten presenteras i Tabell 5-5 och i bilaga 3. Jämförelse görs med bedömningsgrunder framtagna av Naturvårdsverket (2000). Flertalet av de uppmätta halterna hamnar i klass 1 och klass 2, vilket innebär *”inga eller små risker för biologiska effekter”*. I det prov som togs vid utloppet i den västligaste bäcken uppmättes *”hög halt”* av bly, vilket medför *”ökade risker för biologiska effekter”*.

## Sediment

Laboratorieresultat från analyser av sediment presenteras i Tabell 5-6 och i bilaga 3. Jämförelse görs med bedömningsgrunder framtagna av Naturvårdsverket (2000). I provet taget vid den västligaste av de två bäckarna (20 SED1) är halterna av koppar, zink, kadmium, bly och arsenik förhöjda. Arsenikhalterna betecknas som *”mycket höga”*. Halterna är generellt något lägre i de översta 5 centimetrarna jämfört med 5-10 cm under sedimentytan.

I det prov som togs nära utloppet i den bäck som passerar bruksområdet (20 SED2) förekommer bly och arsenik i något förhöjda halter i de översta 5 centimetrarna. I prover från övriga analyserade nivåer (10-17 resp. 25-38 cm) är halterna låga.

Tabell 5-3 Metallhalter i filtrerade grundvattenprover. Uppmätta halter jämförs med bedömningsgrunder för miljökvalitet, (Naturvårdsverket, 1999), och Livsmedelsverkets dricksvattennormer (SLVFS 2001:30). Uppmätta halter har färgmarkerats efter tillståndsklass enligt: klass 1: blått, klass 2: grönt, klass 3: gult, klass 4: orange och klass 5: rött. Halter som överstiger bakgrundshalter har markerats med fet text. Gränsvärden för dricksvatten överskrider för antimon och arsenik (ett prov), bly (två prover), mangan (fyra prover) samt aluminium och järn (alla fem proverna), detta anges med kursiv text. Halter och riktvärden anges i µg/l, utom för järn där värdena anges i mg/l.

Provpunkt	Sb (µg/l)	As (µg/l)	Pb (µg/l)	B (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Hg (µg/l)	Ni (µg/l)	Zn (µg/l)	Al (µg/l)	Fe (mg/l)	Mn (µg/l)
20 GV3 flit	1.41	<b>4.51</b>	<b>18.8</b>	22.7	<b>0.114</b>	<b>1.2</b>	<b>8.5</b>	<0,02*	1.46	<b>13.6</b>	766	1.47	<b>169</b>
20 GV6 flit	4.75	<b>&lt;1*</b>	<b>2.06</b>	53	<0,05	<b>0.765</b>	<b>15.1</b>	<0,02*	3.44	<b>4.29</b>	396	0.428	28.3
20 GV7 flit	1.69	<b>8.29</b>	<b>1.75</b>	<20	<0,05	<0,5*	<1	<0,02*	0.678	<b>5.98</b>	150	1.63	<b>495</b>
20 GL9 flit	88.2	<b>883</b>	<b>94.3</b>	93.5	<b>0.209</b>	<b>1.25</b>	<b>7.73</b>	<0,02*	14.9	<b>1110</b>	124	14.1	<b>3570</b>
20 GL11 flit	4.04	<b>6.24</b>	<b>4.11</b>	124	<b>0.235</b>	<b>1.57</b>	<b>11.6</b>	<0,02*	3.65	<b>94.8</b>	393	0.508	<b>518</b>
SNV4915, klass 1, mycket låg halt		≤1	≤0,2		≤0,05					≤5			
SNV 4915, klass 2, låg halt		1-5	0,2-1		0,05-0,1					5-20			
SNV 4915, klass 3, måttlig halt		5-10	1-3		0,1-1					20-300			
SNV 4915, klass 4, hög halt		10-50	3-10		1-5					300-1000			
SNV 4915, klass 5, mycket hög halt		>50	>10		>5					>1000			
<b>SNV 4915, Bakgrundshalter</b>		0,5	0,2		0,1	0,4	1,5	0,001		45			100
SLVFS 2001:30 <i>Otjänligt</i>	5,0	10	10	1000	5,0	50	2000	1,0	20				
SLVFS2001:30 <i>Tjänligt m. anm.</i>											100	0,100	50

\* detektionsgränsen överstiger bakgrundshalten

Tabell 5-4 Metallhalter i ofiltrerade grundvattenprover.

Provpunkt	Sb (µg/l)	As (µg/l)	Pb (µg/l)	B (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Hg (µg/l)	Ni (µg/l)	Zn (µg/l)	Al (µg/l)	Fe (mg/l)	Mn (µg/l)
20 GV3 ofilt	0.48	<1	<0,6	25.4	<0,05	<0,9	1.54	<0,02	<0,6	<4	<20	<0,02	1.8
20 GV6 ofilt	3.95	2.03	28.6	54.2	0.1	8.8	24.7	0.03	8.27	52.5	9280	11.7	374
20 GV7 ofilt	2.42	9.77	21.4	<20	<0,05	<0,9	1.72	<0,02	0.84	9.91	773	2.35	585
20 GL9 ofilt	63	1900	860	93	0.62	3.74	17	0.02	15.2	1310	2050	32.4	6210
20 GL11 ofilt	4.64	11.4	30.5	128	0.38	6.77	19.2	<0,02	5.59	136	5340	5.08	608

Tabell 5-5 Metallhalter i ytvattenprover. Uppmätta halter jämförs med bedömningsgrunder för miljöklassen, (Naturvårdsverket, 2000). Uppmätta halter har färgmarkerats efter tillståndsklass enligt: klass 1: blått, klass 2: grönt, klass 3: gult, klass 4: orange och klass 5: rött. Halter och riktvärden anges i µg/l.

Provpunkt	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Cr (µg/l)	Ni (µg/l)	As (µg/l)
20 YV1 ofilt	1	4.7	<0,05*	<0,6*	<0,9*	<0,6	<1*
20 YV2 ofilt	1.03	4.89	<0,05*	<0,6*	<0,9*	<0,6	<1*
20 YV3 ofilt	1.54	15.1	<0,05*	10.8	<0,9*	<0,6	3.99
SNV4913, klass 1, mycket låga halter	≤0,5	≤5	≤0,01	≤0,2	≤0,3	≤0,7	≤0,4
SNV 4913, klass 2, låga halter	0,5-3	5-20	0,01-0,1	0,2-1	0,3-5	0,7-15	0,4-5
SNV 4913, klass 3, måttligt höga halter	3-9	20-60	0,1-0,3	1-3	5-15	15-45	5-15
SNV 4913, klass 4, höga halter	9-45	60-300	0,3-1,5	3-15	15-75	45-225	15-75
SNV 4913, klass 5, mycket höga halter	>45	>300	>1,5	>15	>75	>225	>75

\* rapporteringsgränsen överstiger gränsen mellan klass 1 och klass 2

Tabell 5-6 Metallhalter i sedimentprover. Uppmätta halter jämförs med bedömningsgrunder för miljökvalitet, (Naturvårdsverket, 2000). Uppmätta halter har färgmarkerats efter tillståndsklass enligt: klass 1: blått, klass 2: grönt, klass 3: gult, klass 4: orange och klass 5: rött. Halter och riktvärden anges i mg/kg TS.

Provpunkt	Cu (mg/kg TS)	Zn (mg/kg TS)	Cd (mg/kg TS)	Pb (mg/kg TS)	Hg (mg/kg TS)	Cr (mg/kg TS)	Ni (mg/kg TS)	As (mg/kg TS)
20 SED1 0-5	50.2	976	1.9	330	0.388	8.58	13	268
20 SED1 5-10	136	1810	4.79	1450	0.685	12.3	16.5	352
20 SED2 0-5	23.3	240	1.09	423	0.231	5.75	6.27	14.7
20 SED2 10-17	15	142	0.58	36.5	0.0614	6.74	7.31	4.09
20 SED2 25-38	5.16	24.2	0.0692	7.39	<0,04	3.75	1.51	0.157
SNV4913, klass 1, mycket låga halter	≤15	≤150	≤0,8	≤50	≤0,15	≤10	≤5	≤5
SNV 4913, klass 2, låga halter	15-25	150-300	0,8-2	50-150	0,15-0,3	10-20	5-15	5-10
SNV 4913, klass 3, måttligt höga halter	25-100	300-1000	2-7	150-400	0,3-1,0	20-100	15-50	10-30
SNV 4913, klass 4, höga halter	100-500	1000-5000	7-35	400-2000	1,0-5	100-500	50-250	30-150
SNV 4913, klass 5, mycket höga halter	>500	>5000	>35	>2000	>5	>500	>250	>150

### **5.3 Sammanfattande beskrivning av föroreningsituationen**

#### **Föroreningsutbredning och bedömd avgränsning**

Ytterligare bedömning av föroreningsutbredning och avgränsning har inte gjorts i denna etapp. Beskrivning av denna återfinns i rapport från Etapp 1, bilaga 6 (Nimark, 2006).

#### **Översiktliga spridningsvägar**

Spridning av förorening sker troligen via grundvattnet, från bruksområdet ut i bäcken som sedan mynnar i Kvarnsjön. Detta indikeras av höga halter bly och måttligt höga halter av arsenik i ytsedimenten, och av mycket höga halter bly i ett uppströms beläget grundvattenrör 20 Gv3. Det genomsläppliga materialet i 20Gv7 kan innebära att en del av transporten av lättlösliga ämnen redan har skett till bäcken.

Den höga hydrauliska konduktiviteten särskilt vid punkt 20Gv7 gör att spridning via grundvattnet även av partikelbundna ämnen bedöms som möjlig.

Från deponiområdet bedöms transport ske via grundvattnet ut i sjön. De mycket höga halterna av arsenik samt höga halter av koppar zink, kadmium och bly i sedimenten i den västra bäcken (20SED1) visar att detta skulle kunna vara en mer omfattande transport än den som sker från bruksområdet.

Anmärkningsvärd är den höga blyhalten som uppmättes i vattenprovet i den västra bäcken. För att kunna utesluta andra källor än deponin till denna höga halt borde ytvattenprovtagning ske uppströms och nedströms vägen samt eventuellt uppströms den pågående studiotillverkningen av glas, och utloppet i sjön. Denna provtagning bör genomföras vid samma tillfälle.

#### **Översiktliga exponeringsvägar**

Eftersom det finns butiker, utställningar, värdshus m.m. på området, besöks det av både barn och vuxna. Deponiområdet vid Kvarnsjön är däremot inte lika lättillgängligt.

I nuläget är bruksområdet till stor del täckt med asfalt och gräsmatta, vilket gör att risken för exponering för föroreningar via intag av/hudkontakt med jord eller genom damning bedöms som liten, möjligen finns risk för exponering vid vistelse utanför det iordningställda området. Förekommande föroreningar är inte flyktiga, varför exponering via inandning av ånga inte bedöms föreligga.

Vid undersökningen i Etapp 1 (Nimark, 2006) karterades glasavfall i dagen endast vid deponiområdet. Vid undersökningarna 2007 gjordes liknande erfarenheter. Glasavfall i dagen fanns i spridda fläckar vid slutningen mot delar av västra bäcken och vid kanten mot våtmarksdelen av sjön i söder. Totala ytan är svår att bedöma men en försiktig gissning är att ytan var ca 5 m<sup>2</sup>. Eftersom detta område delvis är våtmark och delvis bevuxet med högt gräs och glaset inte syns tydligt, är det mindre troligt att människor vistas på området och letar "godbitar" i avfallet.

Enligt SGU:s brunnsarkiv finns inga brunnar i anslutning till objektet, närmsta brunn är belägen en dryg kilometer väster om glasbruket (SGU, 2007). Därför finns inte heller någon risk för



exponering via dricksvatten. Grönsaker odlas inte på området och intag via vilda bär (t.ex. hallon) bedöms vara mycket litet.

Den största exponeringsrisken bedöms vara via intag av fisk. Ytvatten och sediment är förorenade, vilket kan påverka fisken i Kvarnsjön.

## Beräkning av föroreningstransport

Föroreningsspridningen kan beräknas på olika sätt. Ett sätt är att använda sig av halter i grundvatten och infiltrationsområdets storlek, samt data över nederbörd och avdunstning. Detta tillvägagångssätt har genomförts i flera studier i Etapp 1. Ett annat sätt är att genom framräknade eller uppskattade Kd-värden beräkna hastigheten för mobilisering och spridning av föroreningar. Kd är en fördelningskoefficient som beskriver förhållandet mellan halten i fast fas och löst fas. I princip bör Kd ange fördelningen då ett porvatten står i jämvikt med en fast fas. För en genomgång av Kd, lakbarhet och sorption se Elert m.fl.(2006). Med hjälp av Darcys lag kan transporten av ämnen beräknas, antingen genom att sätta in värden för grundvattenhalter eller genom att även där använda sig av Kd-värden som ett mått ”inbromsningen” av föroreningar jämfört med vattenflödet. Vi har nedan valt att göra på två sätt

- ”Kd-beräkningar” med data som består av totalhalter samt halter i lakvatten vid L/S 2.
- Utnyttja de bestämningar av den hydrauliska konduktiviteten som utförts inom Etapp 2.

### *Kd-beräkning*

I Etapp 1 beskrevs en uträkning av Kd med hjälp av de data som var tillgängliga för grundvatten och halter i marken. Motsvarande uträkning av fördelningen har gjorts i denna rapport med hjälp av data från laktester över utlakning av metaller i ytjorden på bruksområdet vid L/S 2 och korresponderande totalhalter. Som framgår ovan är inget av dessa sätt att beräkna Kd helt korrekt eftersom en analys av porvattnets halt inte gjorts. I båda angreppssätten är en utspädning inkluderad i beräkningen Som underlag för transportberäkning bör värdena emellertid kunna användas. För att inte blanda samman med riktiga Kd kommer därför beteckningarna K-grv respektive K-lak att användas.

	Beräknad K-grv, Etapp 1	Generellt Kd	Beräknat K-lak, I
Arsenik	54600	30	1200
Bly	288100	1000	300
Kadmium	3200	30	830
Koppar	22000	500	330
Krom	79400	2000	5200
Nickel	3200	100	1500
Zink	3800	100	4100

I allmänhet ligger K-lak mellan de Kd-värden som använts för framtagning av Naturvårdsverkets generella riktvärden och K-grv som tagits fram i Etapp 1. Undantag är halterna av koppar och bly där halterna baserade på lakningar ligger lägre än de generella riktvärdena. I Etapp 1 användes *inte* de framräknade värdena för att bedöma föroreningstransporten, utan i stället användes de generella Kd-värdena. I Etapp 2 har vi däremot använt oss av de framräknade värdena för att bedöma föroreningstransporten.

Antalet lakningar är för litet för att några mer generella slutsatser skall kunna dras. I etapp 1 bedömdes transporten baserad på generella riktvärden till följande: As 4,5 kg/år, Pb 1,2 kg/år och Zn till 5,1 kg/år. Motsvarande mängder med beräknat värde (K-lak) i Etapp 2 var As 36 g/år, Pb 284 g/år och Zn 79 g/år.

Värt att uppmärksamma är emellertid det låga K-lak värdet för bly, något som också antyds av de ställvis höga halterna i grundvatten eller ytvatten. En risk finns att den omfattande blyanvändningen kring glasbruk skulle kunna medföra en mättnad av adsorptionsplatser för bly i jorden och därmed medföra en risk att blyutlakningen är större än vad som kan antas av de generella riktvärdena.

Här beräknade utlakade mängder är lägre än mängder från Etapp 1. Detta beror främst på att halterna i ytjord (dessa beräkningar) är lägre än halter i jordprov från större djup (Etapp 1). Här kan därför konstateras att lakning från den ytligaste jord, t.ex. vid regn, är begränsad.

### *Darcys lag*

Utifrån halter i uttagna grundvattenprover och resultat från hydrauliska tester kan överslagsberäkning av flödet av metaller från bruksområdet till bäcken göras enligt formeln:

$$Q = k \times i \times A$$

där

Q – grundvattenflöde

k – hydraulisk konduktivitet

i – gradient

A – tvärsnittsarean

Den hydrauliska konduktiviteten har från slugtester beräknats till, som lägst  $2 \times 10^{-7}$  m/s. Vid rör 20GvSkr7 är konduktiviteten betydligt högre, möjligen upp till  $10^{-4}$  m/s.

Gradienten, beräknad från grundvattennivåer i de tre rören på bruksområdet, sätts till 0,025.

Antaget att tvärsnittsarean utgörs av den sträcka av bruksområdet som gränsar till ån (135 m) och att flödet sker i markens två översta metrar (där förorening förekommer), blir strömningsarean  $A = 135 \times 2 = 270 \text{ m}^2$ .

Detta ger ett flöde om  $2 \times 10^{-7} \times 0,025 \times 270 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$  till  $10^{-4} \times 0,025 \times 270 = 7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ , beroende på hydraulisk konduktivitet. Årsvattenflödet blir därmed 43-21 000  $\text{m}^3$ . Det lägre värdet bedöms vara orimligt lågt. Vid fortsatta beräkningar används därför det högre värdet, vilket också ett "värsta fall" för uttransporten av metaller.

Mängder som transporteras ut från området till bäcken blir då 175 g arsenik, 395 g bly och 285 g zink, beräknat på högsta uppmätta halt från filtrerade prover inom bruksområdet. Används istället halter i ofiltrerade prover blir uttransporten 205 g arsenik, 450 g bly och 210 g zink. Resultatet från ofiltrerat prov från rör 20GvSkr6 har uteslutits här, eftersom detta prov var

mycket grumligt och inte bedöms vara representativt för det vatten som transporteras ut från området. Transportsträckan till bäcken är längre än för övriga rör, vilket också ökar möjligheten för att partiklar ska adsorberas i marken.

Dessa resultat (beräknade från halter i grundvatten och uppmätt hydraulisk konduktivitet) visar att viss utlakning av metaller från området sker. Denna utlakning sker troligen i huvudsak från något djupare jordlager och inte från ytjord (se föregående avsnitt). Jämfört med beräkningar utförda i Etapp 1, fås här mindre mängder utlakade metaller per år.

Den huvudsakliga föroreningstransporten från området beror troligen på transporten från deponin till sjön, vilket betyder att en mer omfattande beräkning av föroreningstransporten bör anstå tills resultat från lakningar av glasavfall finns tillgängliga.



## 6 BEDÖMNING AV BEHOV AV VIDARE UNDERSÖKNINGAR

Kvarnsjön har tidigare provtagits i 10 punkter (Ekologgruppen, 2006). Analyserade nivåer var 0-2 cm; 8-10 cm och i 4 punkter 18-20 cm. Arsenik och bly förekommer i sedimenten i måttligt höga eller höga halter i alla punkter på nivån 0-2 cm, i 4 av 5 punkter på nivån 8-10 cm, men i endast 1 av 3 punkter på nivån 18-20 cm. En mer detaljerad undersökning (fler nivåer i några punkter) skulle ge ett bättre underlag för mängdberäkningar samt en tydligare uppfattning om i vilken grad utläckaget har ökat eller minskat över tiden.

Prov taget i sjön strax efter den västra bäckens utlopp, uppvisar höga föroreningshalter på nivån 5-10 cm. I detta område (den nordvästra viken) bör prover tas på några platser och till ett större djup än tidigare.

Undersökning av ytvatten vid den västra bäcken bör utföras för att klarlägga om de höga halterna i ytvatten vid utloppet till sjön helt kan förklaras med utläckage från deponin. Provtagning bör utföras åtminstone strax nedströms väg 25 samt vid bäckens inlopp i Kvarnsjön, eventuellt också ovanför nuvarande studioglastillverkning och uppströms väg 25. Undersökning av metallhalter i ytvatten kan med fördel göras som passiv provtagning (passiva provtagare eller vattenmossa). På så sätt fås en bild av utlakningen under en längre tid, eftersom ytvattenprovtagning ger en ögonblicksbild och kan påverkas av tillfälligheter.



## 7 SLUTSATSER

Vi instämmer i huvudsak med de slutsatser som drogs i Etapp 1. I Etapp 1 föreslogs en noggrannare avgränsning av bruksområdets föroreningar, vilket inte har utförts.

I ytjorden har påträffats halter av bly större än KM, vilket kan ha betydelse eftersom lekplats, bord och kiosk finns på området. Vi bedömer att detta kan öka risken för exponering (ofrivilligt intag av jord).

Vi bedömer att transportriktningen från bruksområdet är sydostlig, d.v.s. riktad mot den östra bäcken och inte som tidigare antagits, sydlig. Detta innebär troligtvis att grundvatten från bruksområdet inte transporteras genom deponin. Därmed har troligen åtgärder inriktade på att minska transporten från deponin ingen effekt på transporten från bruksområdet. Nu redovisade beräkningar visar också på att det inte föreligger något betydande spridningsbidrag från bruksområdet och att denna transport överskattats i Etapp 1.

Däremot bedömer vi att det finns en uppenbar risk att deponin läcker. Utlakningen är beroende av sjöns nivåvariationer och möjligheten för kapillär stigning i det deponerade materialet. Deponin är troligen anlagd i tidigare våtmark, vilket ytterligare underlättar spridningen. De höga halterna av metaller i sedimentprov från Kvarnsjön indikerar att utlakning pågått under en längre tid.





## 8 REFERENSER

Cooper, H. H., Bredehoeft, J. D. och Papadopoulos, I. S., 1967, *Response of finite-diameter well to an instantaneous charge of water*, Water Resour. Res., 3(1), 263.

Davidsson, T. och Holmström, K., 2006, Glasbruksprojektet, Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar, Ronnebyån, (17 Kosta glasbruk med deponi, 15 Bergdala glasbruk, 20 Strömbergshyttans glasbruk med deponi), Ekologgruppen i Landskrona AB, Rapport inom glasbruksprojektet.

Elert, M., Fanger, G., Höglund, L.-O., Jones, C., Suér, P., Wadstein, E., Bjerre\_Hansen, J., Grøn, C., 2006. Lakteter för riskbedömning av förorenade områden. Naturvårdsverket, Huvudrapport och underlagsrapport 1a.

Hvorslev, M.J., 1951, *Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations*, bul.no.26, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, U.S. Army, Vicksburg, Mississippi.

Livsmedelsverket (2001): Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30 version med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10.

Naturvårdsverket (1996): Generella riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprinciper och vägledning för tillämpning, Efterbehandling och sanering, Rapport 4638.

Naturvårdsverket (1999): Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Grundvatten, Rapport 4915.

Naturvårdsverket (2000): Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Sjöar och vattendrag, Rapport 4913.

Naturvårdsverket (2007): Mottagningskriterier för avfall till deponi, Handbok 2007:1 med allmänna råd till Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall. (2004:10). Handbok 2007:1.

Nimark, S., (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1, 20, Strömbergshyttans glasbruk och deponi, FB Engineering AB, Rapport inom Glasbruksprojektet.

Stanford, K.L. och McElwee, C.D., 2000, *Analyzing Slug Tests in Wells Screened Across the Watertable: A Field Assessment*, Natural Resources Research, Vol. 9. No 2.

Svenska Geotekniska Föreningen, 2004, *Fälthandbok – Miljötekniska markundersökningar*, Rapport 1:2004, Linköping.

Sveriges geologiska undersökning, 2007, *Brunnsarkivet*, www.sgu.se, access 2007-08-27.

Örlander, Ingrid, 2007, Länsstyrelsen i Kronobergs län, muntlig kontakt.

## **8.1 Rapportering inom Glasbruksprojektet**

- Höglund L. O., Fanger G. och Yesilova H. (2007): Slutrapport – Glasbruksprojektet 2006-2007, Kemakta Konsult AB, 2007-12-10.
- Höglund L. O., Fanger G. och Yesilova H. (2007): Syntesrapport Etapp 1 – Resultat och tolkningar från undersökningar av 25 glasbruksobjekt och 6 glasbruksåar, Kemakta Konsult AB, 2007-06-04.
- Höglund L. O. (2007): Utdrag ur Syntesrapport – Föroreningssituation – Jämförelser med haltgräns för akuttoxicitet, Kemakta Konsult AB, Reviderad 2007-05-07.
- Davidsson T. och Holmström K. (2007): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – .Alsterån (Objekt: 25 Älghults Glasbruk, 22 Alsterfors Glasbruk, 7 Alsterbro glasbruk, 18 Björkå glasbruk), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2007-11-10.
- Davidsson T. och Holmström K. (2006): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – Hagbyån (Objekt: 1 Boda glasbruk, 2 Boda glasbruksdeponi), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2006-10-26.
- Davidsson T. och Holmström K. (2007): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – Ljungbyån (Objekt: 12 Målerås glasbruk, 11 Gullaskruvs glasbruk, 13 Orrefors glasbruk, 9 Flygsfors glasbruk, 8 Flerohopps fd glasbruk, 10 Gadderås glasbruk, 14 Pukebergs glasbruk), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2007-12-10.
- Davidsson T. och Holmström K. (2007): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – Lyckebyån (Objekt: 16 Kosta Glasbruk, 21 Transjö Glasbruk, 4 Åfors glasbruk, 5 Åfors deponi, 3 Johansfors glasbruk, 6 Emmaboda glasverk och 19 Skrufs glasbruk), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2007-12-10.
- Davidsson T. och Holmström K. (2007): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – Ronnebyån (Objekt: 17 Kosta glasbruk med deponi, 15 Bergdala glasbruk, 20 Strömbergshyttans glasbruk med deponi), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2007-12-10.
- Davidsson T. och Holmström K. (2007): Glasbruksprojektet – Sedimentundersökningar av sex glasbruksåar – Mörrumsån (Objekt: 23 Lindshammars Glasbruk, 24 Rosdala glasbruk), Ekologgruppen i Landskrona AB, 2007-12-10.
- Palm J. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 19 Skrufs Glasbruk och deponi, FB Engineering AB, 2006-10-20.
- Nimark S. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 20 Strömbergshyttans glasbruk och deponi, FB Engineering AB, 2006-10-20.
- Nimark S. och Palm J. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 21 Transjö Glasbruk, FB Engineering AB, 2006-10-20.
- Håkansson K. och Ländell M. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 22 Alsterfors, Geo Innova AB, Reviderad 2006-12-13.

- Håkansson K. och Ländell M. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 16/17  
Kosta glasbruk och glasdeponi, Geo Innova AB, 2006-12-13.
- Håkansson K. och Ländell M. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 25  
Älghult, Geo Innova AB, Reviderad 2006-12-12.
- Bergelin A., Jansson M., Tapper M. och Bylin S. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
– Objekt 11 Gullaskröv, Geosigma AB, Version 1.1, 2006-10-05.
- Bergelin A., Jansson M., Tapper M. och Bylin S. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
– Objekt 23 Lindshammar, Geosigma AB, Version 1.1, 2006-12-29.
- Bergelin A., Jansson M., Tapper M. och Bylin S. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
– Objekt 13 Orrefors, Geosigma AB, Version 1.1, 2006-11-06.
- Bergelin A., Jansson M., Tapper M. och Bylin S. (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
– Objekt 24 Rosdala, Geosigma AB, Version 1.1, 2006-12-18.
- Werkelin D. och Gustavsson S., (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 01  
(Glasbruk) och 02 (Deponi) - Boda Glasbruk och Deponi, Emmaboda, Kalmar Län, AB  
PentaCon och WSP Samhällsbyggnad AB, 2006-12-12.
- Werkelin D. och Gustavsson S., (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 06 -  
Emmaboda Glasverk, Emmaboda. Kalmar Län, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad  
AB, 2006-11-20.
- Werkelin D. och Gustavsson S., (2006): Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 03 -  
Johansfors Glasbruk, Emmaboda, Kalmar Län, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad  
AB, 2006-11-20.
- Ungvari L. , Olofsson J., Sandberg L. och Jansson H. (2006): Miljötekniska undersökningar  
Etapp 1 – Objekt 07 Alsterbro Glasbruk, Swepro Project Management AB, 2006-11-23.
- Ungvari L. , Olofsson J., Sandberg L. och Jansson H. (2006): Miljötekniska undersökningar  
Etapp 1 – Objekt 08 Flerohopp Glasbruk, Swepro Project Management AB, 2006-11-23.
- Ungvari L. , Olofsson J., Sandberg L. och Jansson H. (2006): Miljötekniska undersökningar  
Etapp 1 – Objekt 09 Flygsfors Glasbruk, Swepro Project Management AB, 2006-11-23.
- Ungvari L. , Olofsson J., Sandberg L. och Jansson H. (2006): Miljötekniska undersökningar  
Etapp 1 – Objekt 10 Gadderås, Swepro Project Management AB, 2006-11-23.
- Håkansson K. och Ländell M. (2007): PM – Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 02  
Boda glasbruksdeponi, Kompletterande undersökningar, Geo Innova AB, 2007-05-04.
- Håkansson K. och Ländell M. (2007): PM – Miljötekniska undersökningar Etapp 1 – Objekt 03  
Johansfors glasbruk, Kompletterande undersökningar, Geo Innova AB, 2007-05-04.
- Werkelin D. och Gustavsson S., (2006): PM – Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
Kompletteringar Objekt 07 Alsterbro, Nybro kommun, Kalmar Län, AB PentaCon och  
WSP Samhällsbyggnad AB, 2007-01-31.
- Werkelin D. och Gustavsson S., (2006): PM – Miljötekniska undersökningar Etapp 1  
Kompletteringar Objekt 13 Orrefors Nybro kommun, Kalmar Län, AB PentaCon och WSP  
Samhällsbyggnad AB, 2007-01-31.

- Håkansson K., Gustavsson S., Ländell M. och Werkelin D. (2007): Miljötekniska undersökningar Etapp 2 – Objekt 22 Alsterfors glasbruk och deponi, Geo Innova AB, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad AB, Reviderad 2007-12-10.
- Håkansson K., Gustavsson S., Ländell M. och Werkelin D. (2007): Miljötekniska undersökningar Etapp 2 – Objekt 09 Flygsfors glasbruk och deponi, Geo Innova AB, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad AB, Reviderad 2007-12-10.
- Håkansson K., Gustavsson S., Ländell M. och Werkelin D. (2007): Miljötekniska undersökningar Etapp 2 – Objekt 10 Gadderås glasbruk och deponi, Geo Innova AB, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad AB, Reviderad 2007-12-10.
- Håkansson K., Gustavsson S., Ländell M. och Werkelin D. (2007): Miljötekniska undersökningar Etapp 2 – Objekt 20 Strömbergshyttan glasbruk och glasbruksdeponi, Geo Innova AB, AB PentaCon och WSP Samhällsbyggnad AB, Reviderad 2007-12-10.
- Fanger, G., Höglund, L. O., Jones, C. and Svensson, H. (2004): Undersökning och fördjupad riskbedömning av fem glasbruk i Kalmar och Kronobergs län samt förslag på generell metodik för riskbedömningar vid glasbruk, Svenska Glasbruksföreningen, Kemakta AR 2003-07.

# Bilaga 1 Provmärkning

## Provmärkning för undersökningar vid glasbruksområden

Exempel 1      04Gv3_3.5-4		
	04	Glasbruksobjektets Id-nr. Tilldelas av projektledaren för respektive undersökningsobjekt
	Gv	Vattenprov taget i grundvattenrör
	3	Provpunkt inom objekt 04
	_3.5-4	Filterdjup 3.5-4 m under markytan
Exempel 2      04Gv6_Ref		
	_Ref	Som ovan med tillägg av Ref för referensprov
Exempel 3      04GL2_0-0.05		
	GL	Glaskross, mängd mm från deponi
	_0-0.05	Provtagningsdjup 0-0.05 m under markytan
Exempel 4a      04JSkr5_0.1-0.3		
	JSkr	Jordprov från bruksmark taget med skruvborr
	_0.1-0.3	Provtagningsdjup 0.1-0.3 m under markytan
Exempel 4b      04JPg5_0.1-0.3		
	JPg	Jordprov från bruksmark taget i provgrop
	_0.1-0.3	Provtagningsdjup 0.1-0.3 m under markytan
Exempel 5      04JPg_Mix_2,3,6,9		
	_Mix_2,3,6,9	Samlingsprov från punkterna 2, 3, 6 och 9. Specifikation ges i fältprotokollet av från vilka nivåer de olika delproven härrör.
Exempel 6      04JSkr6_Ref		
	_Ref	Tillägg av Ref för referensprov
Exempel 7      04Y9		
	Y	Ytvattenprov, tex i grävd brunn, dike etc

Kompletterande uppgifter innefattar bland annat:

Hur provet tagits (tex engångsbailer eller sänkbar pump med engångsslang)

Provtagarens namn

Provtagningsdatum

Ofiltrerat/Filtrerat 0,45 µm i fält

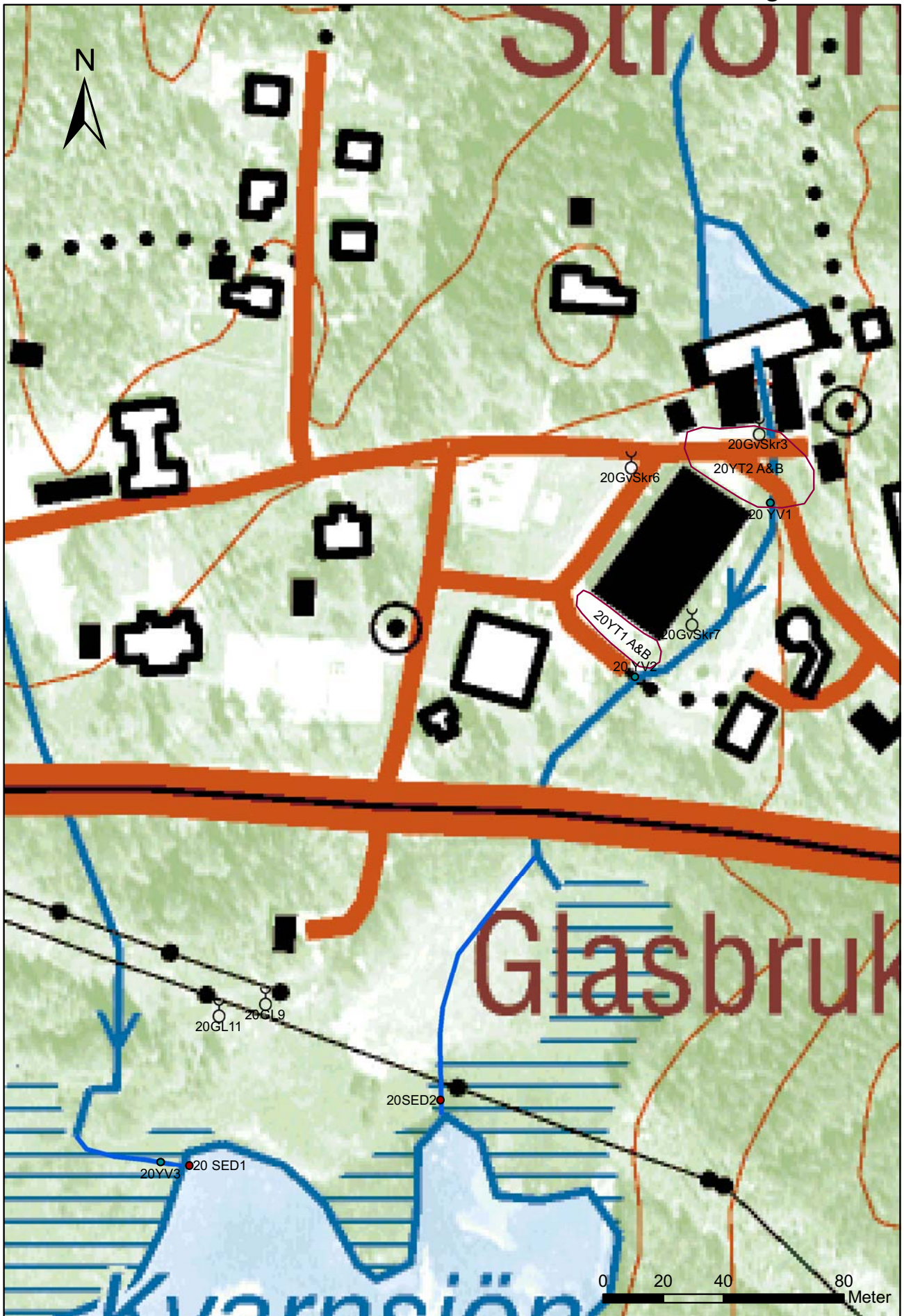
Särskilda noteringar (tex grumligt, avvikande doft etc)



## **Bilaga 2 Karta med provtagningspunkter**









## **Bilaga 3 Sammanställning av analysdata**



## Sammanställning av analysdata

### Totalhalter ytjord Strömbergshyttan

		20 Ström 20 YT 1A-2A	20 Ström 20 YT 1B-2B
TS	%	94.8	95
As	mg/kg TS	6.56	5.52
B	mg/kg TS	<1	<1
Ba	mg/kg TS	18.5	21.5
Be	mg/kg TS	0.309	0.282
Cd	mg/kg TS	0.27	0.296
Co	mg/kg TS	1.83	2.11
Cr	mg/kg TS	3.68	3.54
Cu	mg/kg TS	7.11	6.92
Fe	mg/kg TS	7090	6830
Hg	mg/kg TS	<1	<1
Li	mg/kg TS	5.64	5.71
Mn	mg/kg TS	239	232
Mo	mg/kg TS	0.437	<0.4
Ni	mg/kg TS	2.02	2.4
P	mg/kg TS	328	361
Pb	mg/kg TS	131	104
Sb	mg/kg TS	<3	<3
Sr	mg/kg TS	11.8	15.6
V	mg/kg TS	6.74	7.06
Zn	mg/kg TS	46.1	45
LabID		U10330698-00	U10330699-00

## Sammanställning av analysdata - Lakning Strömbergshyttan

		20 Ström1A-2A		20 Ström1B-2B	
		L/S 2	L/S 10	L/S 2	L/S 10
Ca	mg/kg TS	61.6	123	131	290
Fe	mg/kg TS	0.916	5.72	0.512	5.22
K	mg/kg TS	16.1	29.2	16.4	29.6
Mg	mg/kg TS	5.48	10.2	7.28	12.6
Na	mg/kg TS	20.4	26.2	21.8	27.5
S	mg/kg TS	8.76	11.3	13.3	18.3
Al	mg/kg TS	1.15	6.1	0.64	7.14
As	mg/kg TS	0.0108	0.0462	0.00938	0.0499
B	mg/kg TS	0.0502	<0.2	0.0482	<0.2
Ba	mg/kg TS	0.123	0.267	0.141	0.303
Cd	mg/kg TS	0.000848	0.00213	0.00058	0.00149
Co	mg/kg TS	0.00194	0.00433	0.00124	0.00439
Cr	mg/kg TS	0.00149	<0.005	0.00132	0.005
Cu	mg/kg TS	0.0358	0.139	0.0508	0.152
Hg	mg/kg TS	<0.00004	<0.0002	<0.00004	<0.0002
Mn	mg/kg TS	0.618	1.35	0.438	0.954
Ni	mg/kg TS	0.00294	0.00785	0.0031	0.00786
Pb	mg/kg TS	0.138	0.451	0.0518	0.36
Zn	mg/kg TS	0.0264	0.0896	0.0191	0.0669
Sb	mg/kg TS	0.00686	0.0149	0.00708	0.0159
pH		7.2	7.9	7.6	8.1
Kond.		24.1	5.22	40.8	11.3

## Sammanställning av analysdata - grundvatten Filtrerade prover

		20 GV3 filt	20 GV6 filt	20 GV7 filt	20 GL9 filt	20 GL11 filt
Ca	mg/l	20.7	31.4	9.92	54.5	35.7
Fe	mg/l	1.47	0.428	1.63	14.1	0.508
K	mg/l	1.96	6.86	0.98	9.99	6.18
Mg	mg/l	1.77	3.87	1.52	7.54	4.66
Na	mg/l	6.79	58.8	6.5	38.4	26.4
S	mg/l	1.44	8.61	1.75	4.25	4.6
Al	µg/l	766	396	150	124	393
As	µg/l	4.51	<1	8.29	883	6.24
B	µg/l	22.7	53	<20	93.5	124
Ba	µg/l	41.1	65.6	42.4	13100	149
Cd	µg/l	0.114	<0,05	<0,05	0.209	0.235
Co	µg/l	1.39	0.208	0.705	11.2	2.69
Cr	µg/l	1.2	0.765	<0,5	1.25	1.57
Cu	µg/l	8.5	15.1	<1	7.73	11.6
Hg	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mn	µg/l	169	28.3	495	3570	518
Ni	µg/l	1.46	3.44	0.678	14.9	3.65
Pb	µg/l	18.8	2.06	1.75	94.3	4.11
Sb	µg/l	1.41	4.75	1.69	88.2	4.04
Zn	µg/l	13.6	4.29	5.98	1110	94.8

## Sammanställning av analysdata - grundvatten Ofiltrerade prover

		20 GV3 ofilt	20 GV6 ofilt	20 GV7 ofilt	20 GL9 ofilt	20 GL11 ofilt
Ca	mg/l	20.4	31.9	9.98	65.4	38.6
Fe	mg/l	<0,02	11.7	2.35	32.4	5.08
K	mg/l	2.17	8.52	1.13	12.6	7.35
Mg	mg/l	1.72	5.59	1.62	10.5	5.68
Na	mg/l	6.32	45.4	6.48	54.4	28.3
S	mg/l	1.58	6.34	1.61	3.72	4.68
Al	µg/l	<20	9280	773	2050	5340
As	µg/l	<1	2.03	9.77	1900	11.4
B	µg/l	25.4	54.2	<20	93	128
Ba	µg/l	19.5	122	51	15800	207
Cd	µg/l	<0,05	0.103	<0,05	0.62	0.376
Co	µg/l	<0,2	5.26	1.19	19.4	4.17
Cr	µg/l	<0,9	8.8	<0,9	3.74	6.77
Cu	µg/l	1.54	24.7	1.72	17	19.2
Hg	µg/l	<0,02	0.0256	<0,02	0.0237	<0,02
Mn	µg/l	1.8	374	585	6210	608
Ni	µg/l	<0,6	8.27	0.844	15.2	5.59
Pb	µg/l	<0,6	28.6	21.4	860	30.5
Sb	µg/l	0.478	3.95	2.42	63	4.64
Zn	µg/l	<4	52.5	9.91	1310	136



## Sammanställning av analysdata - ytvatten

	20 YV1 ofilt	20 YV2 ofilt	20 YV3 ofilt
Ca mg/l	8.23	8.27	8.98
Fe mg/l	1.36	1.35	1.89
K mg/l	0.643	0.62	0.682
Mg mg/l	1.02	1.04	1.18
Na mg/l	4.26	4.23	4.64
S mg/l	2.02	2.06	2.26
Al µg/l	505	486	620
As µg/l	<1	<1	3.99
B µg/l	<20	<20	<20
Ba µg/l	20.7	20.7	36
Cd µg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Co µg/l	0.301	0.266	0.714
Cr µg/l	<0,9	<0,9	<0,9
Cu µg/l	1	1.03	1.54
Hg µg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Mn µg/l	54.8	52.8	290
Ni µg/l	<0,6	<0,6	<0,6
Pb µg/l	<0,6	<0,6	10.8
Sb µg/l	0.176	0.124	0.433
Zn µg/l	4.7	4.89	15.1

## Sammanställning av analysdata - sediment

		20 SED1 0-5	20 SED1 5-10	20 SED2 0-5	20 SED2 10-17	20 SED2 25-38
TS	%	10.7	12.6	9.7	37.4	75.9
As	mg/kg TS	268	352	14.7	4.09	0.157
B	mg/kg TS	22.3	20.8	6.76	<2	<2
Ba	mg/kg TS	896	505	140	68.6	14.2
Cd	mg/kg TS	1.9	4.79	1.09	0.58	0.0692
Co	mg/kg TS	3.07	2.81	13.7	15.2	1.67
Cr	mg/kg TS	8.58	12.3	5.75	6.74	3.75
Cu	mg/kg TS	50.2	136	23.3	15	5.16
Hg	mg/kg TS	0.388	0.685	0.231	0.0614	<0,04
Ni	mg/kg TS	13	16.5	6.27	7.31	1.51
Pb	mg/kg TS	330	1450	423	36.5	7.39
Sb	mg/kg TS	4.41	8.94	1.15	0.112	<0,04
V	mg/kg TS	21.3	42.8	18.8	21.1	10.1
Zn	mg/kg TS	976	1810	240	142	24.2

## **Bilaga 4 Fältnoteringar och protokoll**



## Provtagning av grundvatten

Grundvattenrör	Rörmaterial	Nivå (rök) (m ö h)	Nivå (my) (m ö h)	Lodad nivå (m u r ö k)	Vattenyta (m ö h)	Datum för lodning	Rörets höjd över markytan (m)	Brunnsdjup (m u r ö k)	Rördiameter (inner-) (mm)	Kommentar
<b>Strömbergshyttan</b>										
20GvSkr3	PEH	153.623	152.965	1.98 2.57	151.643 151.053	2007-07-10 2007-08-09	0.58	3.04	50	
20GvSkr6	PEH	153.255	153.15	0.91 1.34	152.345 151.915	2007-07-10 2007-08-09	0.03	1.95	50	
20GvSkr7	PEH	152.695	151.617	2.05 2.52	150.645 150.175	2007-07-10 2007-08-09	1.01	3.85	50	
20GvPg9	PEH	151.823	150.92	1.66	150.163	2007-07-10	-	-	50	
20GvPg11	PEH	152.07	150.962	1.87	150.2	2007-07-10	-	-	50	

## Provtagning av grundvatten

Grundvattenrör/brunn	Temperatur	pH	Elektrisk konduktivitet ( $\mu\text{S/cm}$ )	Prov sänt för analys	Provtagnings- och omsättningsmetod	Kommentar
	(°C)					
<b>Strömbergshyttan</b>						
20GvSkr3	13	6.52	151	20GV3 filt, 20GV3 ofilt	Bailer	
20GvSkr6	16.6	6.61	393	20GV6 filt, 20GV6 ofilt	Bailer	Omsättning med mer än tre rörvolymmer hade varit önskvärd, men kunde inte göras, p.g.a. vattenbrist.
20GvSkr7	-	6.17	98	20GV7 filt, 20GV7 ofilt	Bailer	
20GvPg9	13.5	6.75	831	20GL9 filt, 20GL9 ofilt	Bailer	
20GvPg11	12.2	6.14	387	20GL11 filt, 20GL11 ofilt	Bailer	

Prover har filterats i fält genom 0.45  $\mu\text{m}$  filter.

## Provtagningspunkt

### Provtagningspunkt

Provtagningspunkt	Temperatur (°C)	pH	Elektrisk konduktivitet ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Prov sänt för analys	Provtagningsmetod	Kommentar
<b>Strömbergshyttan</b>						
20YV1	16	7.18	63	20 YV1 ofilt	direkt i flaska	
20YV2	15.9	6.46	63	20 YV2 ofilt	direkt i flaska	
20YV3	-	-	-	20 YV3 ofilt	direkt i flaska	fältanalyser ej utförda