

ORREFORS KOSTA BODA AB

SANDVIKS GLASBRUK
MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
2004-2005

<i>Uppdrag</i> Markundersökningar Sandvik	<i>Upprättad av</i> FO	<i>Datum</i> 2005-02-18	<i>Sida</i> 1 (40)
<i>Beställare</i> Orrefors Kosta Boda AB	<i>Kontrollerad av</i> MR	<i>Ändrad den</i>	<i>Ändringsbeteckning</i>
<i>Objektnummer</i> 3103.090.4	<i>Godkänd av</i>	<i>Status-ersätter</i>	<i>Filnamn</i> RAPP Markundersökningar 2004 FO.doc

Innehåll

1. Bakgrund och syfte	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
2. Objektsbeskrivning	5
2.1 Byggnader och anläggningar	5
2.2 Markslag och topografi	6
2.3 Verksamhetsbeskrivning	6
2.4 Ämnen som använts i verksamheten	6
2.5 Avfallshantering	7
2.6 Vattenhantering	8
2.7 Enskilda incidenter	8
3. Samråd	8
3.1 Samrådsmöten	8
4. Utförda undersökningar	9
4.1 Tidigare undersökningar	9
4.2 Intervjuer och arkivstudier	9
4.3 Ytkartering	10
4.4 Resistivitetsmätningar	10
4.5 Provtagning	10
5. Fältmätningar och -observationer	11
5.1 Ledningar i mark	11
5.2 Inmätningar och höjdavvägningar	11
5.3 Grundvattenobservationer	11
6. Analyser	12
6.1 Utförda analyser	12
6.2 Analysresultat	13
6.3 Övriga analyser	13
7. Kvalitetsgranskning	14
8. Tolkning och utvärdering	14
8.1 Ytkartering	14
8.2 Resistivitetsmätningar	15
8.3 Provtagning	15
8.4 Analysresultat, jord	18
8.5 Analysresultat, grundvatten	20
8.6 Analysresultat, sediment	21
9. Hydraulisk utvärdering och kvantifiering	22
9.1 Grundvattenförhållanden	22
9.2 Recipienter och brunnar	23
9.3 Spridningsvägar	23
9.4 Utspädning	23
10. Spridningsförutsättningar och kvantifiering	24
11. Exponeringsscenarier	25
11.1 Humantoxikologiska exponeringsvägar	25
11.2 Ekotoxikologiska exponeringsvägar	27
12. Bedömningsgrunder	28
12.1 Platsspecifika riktvärden	28
13. Riskbedömning	31
14. Riskvärdering	36
15. Bilagor och ritningar	39

Sammanfattning

På uppdrag av Orrefors Kosta Boda AB har en miljöteknisk markundersökning utförts vid Sandviks glasbruk i Hovmantorp, Kronobergs län. Undersökningarna har begränsats till de fastigheter som ägs av Orrefors Kosta Boda AB.

Sandviks glasbruk har producerat handgjort glas sedan 1889. Inom de undersökta fastigheterna har restprodukter från glastillverkningen använts som utfyllnad. Även mer diffusa utsläpp och utsläpp genom olycka har förekommit. Marken befarades därför vara förorenad av bl.a. tungmetaller. Beslut har fattats om glasbrukets nedläggning och verksamheten kommer att upphöra under år 2005. De miljötekniska markundersökningarna har därför utförts för att kunna bedöma behovet och omfattningen av erforderlig sanering.

I huvudsak har två platser inom undersökningsområdet använts som upplag för restprodukter. Det ena, kallat södra upplaget, användes samtidigt med den gamla hyttan. När den nya hyttan togs i bruk i början av 1960-talet låg det närmare till hands att lägga avfall inom ett område strax nordöst om bruket, i utredningen benämnt norra upplaget. I slutet av 1960-talet (möjligen i början av 1970-talet) inträffade ett stort oljeutsläpp inom norra upplaget. Utsläppet sanerades, men oljeförorenade massor har påträffats vid markundersökningarna.

Som ett led i de miljötekniska markundersökningarna har resistivitetsmätningar utförts. Syftet med mätningarna har främst varit att erhålla ett underlag till en rationell provtagningsplan. Av utförd ytkartering framgår att en stor del av marken närmast glasbruket åtminstone ytligt består av fyllnadsmaterial med rester från verksamheten. Okulärbesiktning har visat att glaskross, tegelfliis, kol samt klumpar av organiskt material eller finmaterial är vanligt förekommande i de prover som klassats som fyllnadsmaterial. Naturligt lagrad jord består av sand, underlagrat av en sandig morän.

Provtagning har utförts för jord, grundvatten och sediment. Skruvprovtagning av jord har utförts i sammanlagt 19 punkter. Miljörör av PEH för provtagning av grundvatten installerades i fem punkter. Provtagning av sediment har utförts i två processavloppsbrunnar inom området samt i två punkter i sjön Rottnen. Totalt 23 jordprover, tre sedimentprover och tre grundvattenprover har analyserats med avseende på grundämnen. Lakttest har utförts på tre samlingsprover av jord. För jord har totalt 43 prover undersökts med avseende på flyktiga ämnen genom PID-mätning. Två jordprover har analyserats för fraktionerade alifater/aromater, PAH och BTEX.

Analysresultaten för grundämnen i jord visar på en tydlig påverkan av ämnen förknippade med glasbruksverksamheten såsom bly, arsenik och kadmium. Laktester visar på tämligen hög lakbarhet för antimon, arsenik, barium, koppar och molybden. För grundvatten har antimon påträffats i höga halter.

Försök till beräkning av platsspecifika riktvärden har gjorts utifrån den branschspecifika modell som utarbetats på uppdrag av Svenska Glasbruksföreningen.

För bedömning av åtgärdsbehovet konstateras att:

- aktuella föroreningars farlighet är generellt hög till mycket hög.
- med nuvarande förhållanden finns förutsättningar för föroreningsspridning från glasbruksområdet.
- exponeringen begränsas av att verksamheten inom området även i framtiden kommer att vara av sådan art att den klassas som mindre känslig markanvändning
- platsspecifika riktvärden överskrids för jordprover från såväl upplag som bruksmark (arsenik, barium och bly)

Resultatet av utförd riskbedömning och riskvärdering visar på täckning och tätning av befintliga upplag som det lämpligaste åtgärdsalternativet ur miljömässig, teknisk och ekonomisk synpunkt. Åtgärden bör vid norra upplaget kombineras med en grundvattensänkning.

1. Bakgrund och syfte

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Orrefors Kosta Boda AB har en miljöteknisk markundersökning utförts vid Sandviks glasbruk i Hovmantorp, Kronobergs län. Undersökningarna har begränsats till de fastigheter som ägs av Orrefors Kosta Boda AB, markerat som undersökningsområde i ritning G1001-101. Undersökningarna har utförts av Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Handläggare för markundersökningarna har varit Fredrik Olsson, projektledare har varit Mats Runeson.

1.2 Syfte

Sandviks glasbruk har producerat handgjort glas sedan 1889. Inom de undersökta fastigheterna har restprodukter från glastillverkningen använts som utfyllnad. Även mer diffusa utsläpp och utsläpp genom olycka har förekommit. Marken befarades därför vara förorenad av bl.a. tungmetaller. Beslut har fattats om glasbrukets nedläggning och verksamheten kommer att upphöra under år 2005. De miljötekniska markundersökningarna har därför utförts för att kunna bedöma behovet och omfattningen av erforderlig sanering.

Syftet med undersökningarna har således varit att:

- identifiera förekommande föroreningstyper (ämnen)
- bedöma föroreningsgraden (halter av respektive ämne)
- bedöma föroreningarnas lakbarhet (genom skakförsök)
- lokalisera förorenade områden och punktkällor
- bedöma föroreningarnas utbredning i plan och djup

Resultatet av undersökningarna har legat till grund för en riskbedömning och riskvärdering av objektet. Arbetet har i största möjliga utsträckning följt den metodik för utredning av miljörisker och lämpliga åtgärder vid svenska glasbruk (1) som tagits fram av Svenska Glasbruksföreningen.

2. Objektsbeskrivning

Nedanstående objektsbeskrivning baseras på arkivstudier, intervjuer med anställda och tidigare anställda samt fältobservationer och -mätningar. Till beskrivningen hänvisas även till översiktsritning G1001-101.

2.1 Byggnader och anläggningar

Sandviks glasbruk består av en huvudbyggnad med hytta, lokaler för efterbearbetning, packning, lager och butik. Dessutom finns en fristående administrationsbyggnad strax sydväst om huvudbyggnaden. En inventering och miljöbesiktning av byggnaderna kommer att utföras i en separat utredning och de behandlas därför inte närmare i denna rapport.

2.2 Markslag och topografi

Sandviks glasbruk ligger centralt i samhället Hovmantorp. Glasbrukstomten gränsar därför mot villabebyggelse i norr, väster och söder. Längs fastighetens hela västra sida löper Storgatan (väg 834) medan dess södra del avslutas mot Kullaallén. Även i öster gränsar fastigheten mot en väg, som dock ganska snart övergår i en mindre skogsväg.

I öster gränsar glasbruksområdet mot en blockrik, skogsbevuxen naturmark. Strax sydöst om bruket finns ett större höjdparti som troligen utgörs av berg och blockig morän. Dess högsta del ligger ca 8 m över marken närmast bruket.

En stor del av området närmast glas bruket består av hårdgjord yta. Strax nordöst om bruket finns en grusplan och utanför denna skogsmark. På grusplanen står två oljetankar i en invallning av betong, en syrgastank samt en gasoltank.

Gräsytor närmast bruket består av fyllnadsmaterial, ofta innehållande glaskross, tegel, kol eller liknande i ytliga lager. Större nivåskillnader söder och norr om bruket tyder på att även marken under hårdgjorda ytor består av utfyllda massor.

Närmaste ytvatten är Garvarebäcken som rinner i västlig riktning, ca 100 m norr om glasbrukets huvudbyggnad. Vattendraget mynnar i sjön Rottnen, vars närmaste strandlinje ligger ca 200 m nordväst om bruket.

Generellt ligger områdets södra och sydöstra del högst, varifrån marken sluttar mot nord-nordväst. Områdets topografi framgår även av höjdkurvor i översiktsritning G1001-101.

2.3 Verksamhetsbeskrivning

Sandviks glasbruk grundades 1889 och fick sitt namn av ett torp som tidigare legat på samma plats. Från början tillverkades "vanligt förekommande hushållsglas, både slätt, slipat och målat". Fram till brukets nedläggning har produktionens huvudinriktning varit servis-, bruks- och prydnadsglas. Årsproduktionen uppgick under senare tid till ca 500 - 600 ton. Sandviks glasbruk förvärvades av Orrefors redan 1918. Antalet anställda strax före nedläggningen uppgick till ca 140.

2.4 Ämnen som använts i verksamheten:

Den huvudsakliga beståndsdelen (glasbildare) i glaset består av kvartssand (SiO_2). För att sänka glasmassans smälttemperatur användes ett flussmedel såsom soda (Na_2CO_3) eller pottaska (K_2CO_3). Stabilisatorer såsom blymönja (Pb_3O_4), kalk (CaCO_3), zinkoxid (ZnO) och bariumkarbonat (BaCO_3) användes för att göra det färdiga glaset mer resistent mot kemikalier.

Luttringsmedel används för att driva bort luftbubblor från glassmältan. I Sandvik har arsenikoxid (As_2O_3) och antimontrioxid (SbO_3) använts som luttringsmedel. Färgämnen såsom kadmiumoxid, nickeloxid, koboltoxid och manganoxid har endast använts i mindre mängder. För syrabehandling användes ett flertal syror, bland annat vätefluorid.

De produkter som angivits ovan är sådana vars användning på Sandviks glasbruk kunnat styrkas genom intervjuer eller dokumentation. Sannolikt finns ytterligare ett antal produkter som använts under brukets verksamhetstid.

För uppvärmning av ugnarna i den gamla hyttan användes ved. När den nya hyttan byggdes i början av 1960-talet installerades oljeeldade ugnar. Senare kompletterades uppsättningen av ugnar med el- och gasoluppvärmda enheter.

2.5 Avfallshantering

Restprodukter som kontinuerligt uppstått från verksamheten är huvudsakligen kasserat glas (påträffas oftast som kross eller skärv), avfall från syrapoleringen, sliprester (finpartikulärt material) samt sedimenterat slam i avskiljningsanläggningar. Kontinuerliga, luftburna utsläpp har skett i form av rökgas (stoff). I hanteringen av råvarorna och färdigblandad mängd har ett visst spill varit svårt att undvika.

Under tidiga år användes marken närmast glasbruket för deponering av restprodukter. Glasbruket grundades 1889 och deponering inom området kan därför ha förekommit under mycket lång tid. Lokal deponering pågick ungefär fram till mitten av 1960-talet och upphörde definitivt i samband med kommunsammanslagningen 1971. Därefter forslades allt avfall till kommunens soptipp i Lessebo. Senare, ungefär från slutet av 1980-talet, transporterades avfallet istället till Lidahult i Emmaboda.

I boken Glas - Kultur - Samhällsdaning (10) återges en intervju med Oscar Franzén, född 1891. Han berättar bl.a. att; "Det etsades mycket glas och den förbrukade syran bara kastades utanför dörren. Lika provisoriskt var det med syrapoleringen."

Vad som framkommit genom senare intervjuer berör av naturliga skäl främst tiden från 1960-talet och fram till idag. Det finns därför relativt lite uppgifter om den lokala deponeringen. Enligt vad som framkommit kan det dock finnas stora mängder avfall i fyllnadsmassorna. Exempelvis rensades 4 - 5 skottkärror med slipslam från golvrännor i bruket ca 1 gång per månad i början av 1960-talet. Enligt uppgift har avfallet huvudsakligen deponerats på två platser inom fastigheten, här benämnda södra och norra upplaget (se ritning G1001-101).

I stora drag brukades det södra upplaget samtidigt med den gamla hyttan. När den nya hyttan tagits i bruk låg det närmare till hands att lägga avfall inom det område som kom att bli det norra upplaget. Utbredningen av respektive upplag är inte klart definierad, därför är de gränser som markerats på ritningen mycket ungefärliga. Upplag kan även finnas på andra ställen inom glasbruksområdet.

Det norra upplaget sägs delvis ha bestått av en sankmark som fylldes ut. Den stora hög som idag ligger i skogsbrynet (i östra delen av norra upplaget) utgörs av schaktmassor från byggnationen av lagret och den nya hyttan och består mest av matjord.

Tämligen nyligen schaktades för en kabelgrav mellan packningsavdelningen och den friliggande administrationsbyggnaden. Då påträffades fyllnadsmaterial med avfall från glasbruksverksamheten (deglar, glaskross m.m.). Detta område har markerats på ritning G1001-101. I den norra delen av (eller strax norr om) nämnda område löpte förr ett dike mellan den gamla hyttan och Storgatan. Diket löpte därifrån vidare parallellt med Storgatan. Idag är diket igenfyllt och det finns inga ytliga spår av dess sträckning. Enligt uppgift släpptes olika restprodukter från glasbruksverksamheten i diket.

Lager- och butiksdelens i nordvästra hörnet av anläggningen byggdes 1987. För grundläggningen tillfördes en stor mängd massor av grovt friktionsmaterial utifrån. Därvid bildades den nuvarande släntkanten norr om lagret.

Den nuvarande parkeringsplatsen i områdets sydvästra del användes tidigare som vedupplag. Upplagets ungefärliga utbredning finns markerad på ritning G1001-101. Veden användes till de vedeldade ugnarna i den gamla hyttan som var placerad strax norr om vedupplaget. Ytan asfalterades i slutet av 1980-talet.

2.6 Vattenhantering

I verksamheten har vatten använts i samband med kylning, slipning, målning samt diskning och sköljning av glaset.

Kylvattnet släpptes i Garvarebäcken utan föregående behandling. Vatten från sliperiet passerade (åtminstone sedan 1980-talet) en trekammarbrunn för sedimentering. 1997 installerades även en flockningsanläggning för slipvattnet. Det behandlade vattnet släpptes därefter i Garvarebäcken via en avloppsledning. Vatten från måleriet leddes före 1997 till det kommunala reningsverket, mellan åren 1997 - 2000 till flockning och därefter till SAKAB. Disk- och sköljvatten släpptes i spillvattennätet för behandling i det kommunala reningsverket.

Lösningsmedel såsom thinner och förtunning spolades före 1990-talet ut i avloppet.

Avloppsledningen mellan glasbrukets reningsverk och brunn B (se ritning G1001-102) spolades ungefär 1997.

2.7 Enskilda incidenter

I slutet av 1960-talet (möjligen i början av 1970-talet) inträffade ett stort oljeutsläpp inom glasbruksområdet. Utsläppet skedde från en oljetank som var belägen på ungefär samma ställe som dagens tankar. Tanken hade fyllts några dagar tidigare, varvid en kran av misstag lämnats öppen. Till en början skedde inget utläckage eftersom en ispropp bildats i ledningen. När isen tinade några dagar senare rann ca 14 m³ olja ut i marken. Genom strömning i mark via lågpartier letade sig oljan till Garvarebäcken. Ingen ytavrinning kunde observeras. Garvarebäcken mynnar i en vik vid Rottnens inlopp, där ett tjockt lager olja samlades. Som en saneringsåtgärd antändes oljan från strandkanten, varvid mycket höga lågor slog upp från sjön. När oljeutsläppet upptäcktes kontaktades Länsstyrelsen. Med hjälp av en grävmaskin schaktades en stor del av den förorenade jorden bort och kördes till soptipp. En expert från en oljedestruktionsfirma i Stockholm tillkallades. Saneringen pågick i tre månader, varefter efterkontroll vidtog.

3. Samråd

3.1 Samrådsmöten

Samrådsmöten har hållits med Plan- och miljökontoret, Lessebo kommun samt Länsstyrelsen i Kronobergs län 2004-08-26, 2004-11-29, 2005-01-20 samt 2005-02-03.

4. Utförda undersökningar

4.1 Tidigare undersökningar

1993 installerades ett observationsrör betecknat 9301 strax nordöst om hyttan. Lessebo kommun har sedan installationen låtit utföra ett antal analyser av grundvatten från detta rör. Grundvattnet har analyserats med avseende på bly, arsenik, antimon och konduktivitet. Vid sondering i samband med installation av röret noterades bergfritt djup till 4,8 m under markytan. Grundvattenytan har vid avläsningstillfällen legat ca 3,0 m under markytan i rör 9301.

2001-01-22 utfördes provgropsgrävning i tre punkter med anledning av en ny gasolledning och en ny vägsträckning inom glasbruksområdet. Provgrop 1 och 2 visade på naturligt lagrad morän från ca 0,7 m under markytan. Moränen överlagras av fyllnadsmaterial med spår av glasskärv och tegelstenar. I provgrop 3 noterades fyllnadsmaterial med morän, mycket tegel, glasskärv, skrot, sten och block till 1,3 m under markytan. Grävningen fick därefter avbrytas p.g.a. stora block. Analys av jordprover från provgrop 1 och 2 visar på en allvarlig förorening med avseende på arsenik respektive bly enligt riktvärden i SNV Rapport 4918. Halterna av bly och arsenik i jordprov från provgrop 3 medför en klassning enligt mindre allvarlig förorening.

Länsstyrelsen i Kronobergs län har utfört en inventering enligt MIFO fas 1 för Sandviks glasbruk. Objektet har därvid placerats i riskklass 2. Enligt inventeringen finns följande tidigare utredningar;

- "Kontrollprogram grundvatten, deponin" (Lessebo kommun).
- "Miljöundersökningar vid Sandvik 1992 - Bly- och arseniknedfall" (Peter Göransson)

Vidare hänvisas till följande källor;

- SGU kartor Ab 4, Ba 44, Ah 10 samt rapporter och meddelanden nr 42 och 73.
- Avfallsplanen deponi nr 11 - kontrollprogram, ingår i Ronnebyåns vattenvårdsförbund
- Kontrollprogram: Ytvatten Garvarebäcken 1 gång/år 1986-1990. pH, konduktivitet, grumlighet och Pb.
- Recipientkontroll: Vattenmossa Garvarebäcken 1992, 1994 och 1998. As, Sb, Ce, Ba och Pb

4.2 Intervjuer och arkivstudier

Intervjuer har genomförts med Thomas Andersson och Allan Lindstedt, anställda vid Orrefors Kosta Boda AB samt Gerhard Nilsson, f.d. platschef vid glasbruket. Vidare har värdefull information erhållits genom sporadiska samtal i samband med fältundersökningarna, bl.a. med Sune Theander, tidigare anställd vid glasbruket.

Litteratursökning på Internet samt statsbiblioteket i Växjö gav ett ganska magert resultat. Objektsbeskrivningen i kapitel 2 ovan baseras till stor del på vad som framkommit av intervjuer och arkivstudier. Huvuddelen av uppgifterna - dock inte samtliga - är verifierade, d.v.s. baseras på minst två samstämmiga källor.

4.3 Ytkartering

Fältundersökningarna vid Sandviks glasbruk inleddes med en ytkartering som utfördes med handredskap. Det främsta syftet var att särskilja markområden med rester såsom glaskross, tegel, kol och dylikt i ytliga jordlager från områden bestående av naturmark utan synliga rester från verksamheten. Resultatet av ytkarteringen presenteras i ritning G1001-101.

4.4 Resistivitetsmätningar

Resistivitetsmätningar används för att kartlägga variationer i elektrisk ledningsförmåga i marken längs en profil eller i en volym. Resistivitet är detsamma som specifik resistans och därmed motsatsen till elektrisk ledningsförmåga. Resistiviteten för jord är beroende av bl.a. jordart och vattenhalt. Berg, block och grovt fyllnadsmaterial har generellt hög resistivitet. Ett högt innehåll av vatten och lerpartiklar ger upphov till låg resistivitet. Föroreningar såsom lösta metalljoner ökar markant markens ledningsförmåga, d.v.s. ger upphov till en minskad resistivitet. Genom att mäta resistiviteten finns således en möjlighet att efter noggrann tolkning avgränsa eventuella föroreningars utbredning inom undersökningsområdet.

Mätningen utförs genom att ett antal elektroder förs ner i marken utmed den valda profilen. Därefter strömsätts två elektroder medan spänningen mäts mellan två andra elektroder. Proceduren upprepas utmed hela profilen enligt ett bestämt mönster. Genom att databehandla mätresultaten med hjälp av invers modellering byggs en bild av markens struktur upp.

Vid resistivitetsmätning utmed en profil (2-dimensionell mätning) kommer marken utanför profilen till viss del att påverka mätningen eftersom det i praktiken är en volym som strömsätts.

Syftet med de resistivitetsmätningar som utförts vid Sandviks glasbruk har främst varit att erhålla ett underlag till en rationell provtagningsplan. För att avgränsa föroreningarnas utbredning krävs en mer omfattande undersökning.

Översiktliga resistivitetsmätningar har utförts i nio profiler, benämnda 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 och 10. Profilernas placering framgår av ritning G1001-102. En utförlig redovisning av resistivitetsmätningarna presenteras i bilaga 1 (fältrapport Turbo Geofysik HB). Profilerna presenteras med riktning från söder mot norr, alternativt väster mot öster beroende på profilens planorientering. (Lägst siffra i längdmätningen på grafens horisontella axel ligger således i söder, alternativt väster).

4.5 Provtagning

Provtagning har utförts för jord, grundvatten och sediment.

Inledande skruvprovtagningar, slagsonderingar samt installation av miljörör utfördes 2004-11-18--19. Totalt utfördes 12 slagsonderingar och 15 skruvprovtagningar i sammanlagt 15 punkter, betecknade 1 - 15. Med anledning av analysresultaten för jordprov från punkt 11 utfördes en kompletterande provtagning 2005-01-25. Syftet var att avgränsa den påträffade bariumföroreningen. De kompletterande undersökningspunkterna betecknas 16 - 19.

Samtliga sonderingar och provtagningar har utförts med en bandvagn av typ GM75GTT av Arne Andersson och Fredrik Olsson, Mark & Vatten Ingenjörerna AB.

Provtagningspunkterna presenteras i plan i ritning G1001-102 och i sektion i ritning G1001-501.

Samtliga jordprover har okulärbesiktigats av Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Jordartsklassificering och ett allmänt synintryck av samtliga prover presenteras i bilaga 2.

Miljörör av PEH för provtagning av grundvatten installerades i fem punkter, betecknade 2, 9, 10, 12 och 14. Provtagning utfördes 2004-11-30. Provtagningsrör 10 och 12 befanns vara torra, d.v.s. en eventuell grundvattenyta är belägen under filterspetsen som placerades i nivå med fast botten. Prov av grundvatten uttogs genom pumpning ur rör 2, 9 och 14. Före provtagning omsattes vattnet i följande omfattning; 96 l från rör 2, 160 l från rör 9 och 92 l från rör 14.

Provtagning av sediment utfördes 2004-11-30 i två nedstigningsbrunnar på processavloppsledning. Brunnarna har i denna utredning betecknats A och B. (Brunnarnas läge framgår av ritning G1001-102).

Provtagning av bottensediment i sjön Rottnen har utförts i två punkter, betecknade S1 och S2. Provtagningen utfördes från borrhål i isen 2005-02-04 av Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Provtagningspunkterna placerades strax utanför vassbältet i förlängningen av Garvarebäckens mynning i sjön. S1 och S2 ligger således ca 35 m respektive ca 45 m från bäckmynningen. (Koordinater S1 ca 1459538, 6295457 och S2 ca 1459529, 6295464).

5. Fältmätningar och -observationer

5.1 Ledningar i mark

Kabelanvisning i fält har utförts av Sydkraft och Telia (genom PlusPeople). För ledningar tillhörande Orrefors Kosta Boda AB erhöles ritningsunderlag med alla kända installationer markerade.

5.2 Inmätningar och höjdavvägningar

Inmätning och höjdavvägning av undersökningspunkterna har utförts av Mark & Vatten Ingenjörerna AB. Inmätningarna utfördes med mätband utifrån befintliga installationer och byggnader. Höjdavvägningarna utfördes utifrån polygonpunkt 2031, nivå +153,64. Uppgifter om polygonpunkten har tillhandahållits av Lessebo kommun, Ove Ståhl.

Allt ritningsunderlag är upprättat i digitalt format. Digital underlagsritning har tillhandahållits av Lessebo kommun.

5.3 Grundvattenobservationer

I södra delen av området (vedupplaget) finns en infiltrationsbrunn för dagvatten från kringliggande parkeringsytor (se ritning G1001-102). Vattennivån i denna brunn uppmättes 2004-10-30 till ca +151,98.

I samband med provtagningen 2004-11-30 lodades den stabiliserade grundvattennivån i samtliga installerade provtagningsrör samt rör 9301. Nivåerna redovisas i nedanstående tabell.

rör nr.	2	9	10	12	14	9301
nivå rör överkant	+154,31	+154,01	+155,04	+154,66	+154,31	+154,50
gvv 2004-11-30	+151,56	+150,32	torrt	torrt	+151,57	+151,64

tabell 1. Grundvattennivåer

6. Analyser

6.1 Utförda analyser

I bilaga 4:1 presenteras en sammanfattning av de kemiska analyser som utförts inom projektet. För jord har totalt 43 analyser av flyktiga ämnen gjorts genom PID-mätning¹. Med ledning av resultatet utfördes två analyser av fraktionerade alifater/aromater, PAH och BTEX. Totalt 23 jordprover, tre sedimentprover och tre grundvattenprover har analyserats med avseende på grundämnen. För de tre grundvattenproverna utfördes även en pH-mätning. Tre samlingsprover av jord skapades utifrån flera provtagningspunkter, varefter laktest med tillhörande analys av lakvatten i två steg utfördes.

Av sammanställningen i bilaga 4:1 framgår även anlitade laboratorium, provtagningsdatum, laboratoriets datum för provregistrering samt rapportnummer för respektive analys.

Grundämnesanalyser har valts med utgångspunkt från ämnen med känd användning på glasbruket samt branschspecifika föroreningar. Ett urval av jord- och sedimentprover har således analyserats med avseende på arsenik (As), bly (Pb), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu) och zink (Zn). Ett mindre urval har även analyserats för bor (B), antimon (Sb), selen (Se) och fluor (F). Grundvattenprover har analyserats med avseende på arsenik (As), bly (Pb), bor (B), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Co), antimon (Sb), selen (Se), zink (Zn), fluor (F), cerium (Ce), molybden (Mo), neodym (Nd), nickel (Ni), praseodym (Pr), strontium (Sr), uran (U) och aluminium (Al).

Laktest har utförts för tre samlingsprover. Testet har utförts som skaktest enligt SS-EN 12457-3. Vid skaktestet siktas provet på 4 mm och skakas med avjoniserat vatten i två steg med olika förhållanden mellan volymen vätska och jord (L/S, Liquid/Solid), först vid L/S 2 i sex timmar och därefter vid L/S 8 i 18 timmar. Den sammanlagda laktiden är 24 timmar och den ackumulerade L/S-kvoten blir 10. Efter filtrering analyseras lakvattnen var för sig.

De tre samlingsproverna har skapats av delprover från tre olika områden.

- Samlingsprov (1, 2, 3); norra upplaget
- Samlingsprov (7, 9); södra upplaget
- Samlingsprov (5, 10, 11); fyllnadsmaterial kring glasbruket

¹ Photo Ionization Detector eller fotojonisationsdetektor, handhållet instrument för detektering av lättflyktiga organiska föreningar

Siffrorna inom parentes anger de provtagningspunkter varifrån samlingsprovet hämtats. Till samlingsproverna har endast material klassat som fyllning använts. Provmängden (uttryckt som vikt) från respektive provtagningspunkt står i relation till mäktigheten i den punkten i förhållande till totala mäktigheten för respektive samlingsprov. På samma sätt har provmängden från en delnivå i en provtagningspunkt vägts så att förhållandet mellan delprovets vikt och totala vikten av prov från den aktuella punkten överensstämmer med kvoten mellan delnivåns mäktighet och fyllningens totala mäktighet. Sammansättningen av respektive samlingsprov redovisas i bilaga 5.

I samband med provtagning i punkterna 1 och 4 noterades en stark oljedoft från vissa nivåer av jordprofilen. Oljan härrör med största sannolikhet från det utsläpp som beskrivits i kap. 2.7. Särskilda jordprover (kylförvarade i glasburk) togs i nedanstående punkter och nivåer:

- 1) 2,5-3,0 m *)
- 1) 3,5 m
- 4) 1,0-2,0 m
- 4) 2,0-3,0 m *)
- 8) 1,0-2,0 m

Av dessa jordprover har de markerade med asterisk analyserats med avseende på alifater, aromater, PAH och BTEX. För att kunna bedöma oljeföroreningens spridning utfördes en PID-mätning på samtliga prover från punkterna 1, 2, 3, 4, 5, 6 och 15. Protokoll från denna mätning redovisas i bilaga 3.

Två sedimentprover från provtagningspunkten S1 har analyserats med avseende på grundämnen. Därvid valdes sediment från skikten 0 - 3 cm respektive 5-20 cm under sjöbotten.

6.2 Analysresultat

En sammanställning av analysresultaten med tillhörande bedömningsgrunder redovisas i bilaga 4:1. Analysrapporter i original presenteras i bilaga 4:2.

6.3 Övriga analyser

Utanför detta projekt har (ungefär kvartalsvis) provtagning och analys av utgående vatten från Sandviks glasbruks reningsverk till recipient utförts sedan september 1994. Analyserna omfattar bly, arsenik, barium, antimon, kadmium, pH-värde och suspenderade ämnen. (Dock med något varierande omfattning per provtagningstillfälle).

7. Kvalitetsgranskning

Fältarbeten har utförts i enlighet med kvalitetsklass B (standard), SGF Rapport 1:2004. Dock har provtagningsutrustning tvättats och sköljts mellan varje provtagningsnivå och provtagningspunkt, vilket motsvarar en högre kvalitetsklass.

Inmätning av undersökningspunkter har utförts enligt mättningsklass B, SGF Rapport 1:96.

Analyser har utförts av laboratorium vid Analytica AB samt ALcontrol AB. Företagens laboratorier är ackrediterade av SWEDAC för ett flertal analysmetoder. Det innebär att den internationella standarden ISO 17025 uppfylls. Av detta följer också att laboratoriet i sin ackrediterade verksamhet uppfyller kraven i ISO 9001:2000 (Analytica AB).

Val av provtagningskärl och förvaring av uttagna prover från mark, vatten och sediment har skett enligt laboratoriernas anvisningar.

Mark & Vatten Ingenjörerna AB har ett internt kvalitetsledningssystem som omfattar

- styrning av företaget huvudprocesser, ledningsprocesser och stödprocesser
- styrning av verksamhetens dokumentation
- ledningens ansvar
- hantering av resurser
- kundanknutna processer
- mätning analys och förbättringar av kvalitetsledningssystemet

Mål och medel för företagets kvalitetsarbete finns angivna i en kvalitetspolicy. Alla slutliga handlingar som upprättas i projektet genomgår en intern granskning innan de levereras till beställaren.

8. Tolkning och utvärdering

8.1 Ytkartering

Resultatet från den utförda ytkarteringen presenteras i ritning G1001-101. Inom korsskafferad yta har glaskross, tegel, kol eller dyl. påträffats i ytliga jordlager. Ytkarteringen genomfördes i ett inledningsskede som ett underlag för fortsatta undersökningar. Ytindelningen av området har inte reviderats efter den utökade provtagningen och skall därför betraktas som översiktlig. Av karteringen framgår dock att en stor del av marken närmast glasbruket åtminstone ytligt består av fyllnadsmaterial med rester från verksamheten.

Inom undersökningsområdet saknas tydliga partier av berg i dagen.

8.2 Resistivitetmätningar

Profilerna 1, 3, 4 och 8 utfördes i anslutning till södra upplaget. Resistivitetsfördelningen i dessa profiler indikerar samstämmigt en övergång mellan massor av olika sammansättning. Den uppmätta resistiviteten är högst i den norra delen av profilerna, vilket kan tyda på ytligt berg eller grovt fyllnadsmaterial. Ledningsförmågan är större i den södra delen av profilerna 1 och 8, ett område som sammanfaller med vad som utpekats som det södra upplaget. I profil 3 uppmättes ett tämligen lågresistivt, ca fem meter brett parti ovan den förmodade grundvattenytan i profilens södra del. Senare provtagningar koncentrerades till lågresistiva partier.

Profilerna 5, 6 och 10 utfördes i anslutning till norra upplaget. I profilerna finns partier med resistiviteter under och strax över 100 Ω m. I provtagningsplanen har dessa partier med låg resistivitet varit vägledande för valet av undersökningspunkter. Senare analys av ett prov från nivån 2,0 - 2,4 m under markytan i punkt 2 (belägen ungefär vid +15 i resistivetsprofil 6) visade på speciellt höga halter av bly och arsenik. Med ledning av resistivetsfördelningen i den aktuella profilen bedöms dock utbredningen av massor med likvärdiga halter vara begränsad. Som jämförelse kan refereras till ett analyserat prov från punkt 1 (belägen ungefär vid -5 i samma profil). Detta prov är taget från i princip samma nivå (2,0 - 2,5 m under markytan) som provet i punkt 2. De uppmätta halterna av bly och arsenik är dock ca 50 respektive 20 gånger lägre.

Resistivetsprofil 7 utfördes utmed brukets östra sida, utanför de områden som identifierats som upplag. Resistiviteterna är generellt tämligen höga. Något lägre resistiviteter noterades i två begränsade partier av sektionen. Värdena är dock inte så låga att de skulle indikera exceptionellt höga föroreningshalter.

Även resistivetsprofil 9 utfördes utanför de områden som identifierats som upplag. Profilen lades parallellt med Storgatan väster om bruket. I hela profilen är resistiviteterna höga, vilket kan förklaras av relativt litet djup till tät morän eller tämligen ytligt berg. Mitt i profilen finns en zon med något lägre resistivitet än omgivande material. Detta mätresultat var vägledande för placeringen av undersökningspunkt 11.

8.3 Provtagning

Provtagning har utförts för jord, grundvatten och sediment.

All provtagning av jord har i denna utredning utförts genom skruvprovtagning. Metoden medger inte att större föremål såsom glasstycken eller metallföremål följer med i det uttagna provet.

Den utförda okulärbesiktningen visar att glaskross, tegelflis, kol samt klumpar av organiskt material eller finmaterial är vanligt förekommande i de prover som klassats som fyllnadsmaterial.

Naturligt lagrad jord består av sand, huvudsakligen i fraktioner mellan finsand och mellansand, vilken underlagras av en sandig morän. Djup till fast botten uppmättes till mellan 3,6 och 7,0 meter vid norra upplaget. Vid södra upplaget/vedupplaget noterades sonderingsdjup av mellan 3,2 och 7,4 m medan fast botten påträffades på mellan 0,7 - 3,2 m under markytan strax väster om glasbruket.

Nedan ges en översiktlig beskrivning av jordproverna från olika delar av glasbruksområdet. För en mer detaljerad beskrivning av lagerföljder och materialklassificering hänvisas dock till okulärbesiktningsprotokollet i bilaga 2

Jordprover från norra upplaget

Tidigare provgröpsgrävningar (utförda 2001) visade att större föremål såsom metallskrot och tegelstenar förekommer i det norra upplaget. Hur vanligt förekommande det är i det övriga undersökningsområdet går dock inte att fastställa med de utförda undersökningarna.

Fyllnadsmaterialet är av övervägande sandig karaktär. För den del av upplaget som ligger närmast angränsande naturmark i norr och öster innehåller fyllningen tämligen mycket organiskt material. (Baserat på undersökningspunkt 2 och 3). Det organiska inslaget kan med största sannolikhet förklaras av den "sankmark" som ska ha funnits på platsen innan utfyllnaden. Synliga föroreningar i fyllningen består till största del av enstaka glas- och tegelfragment. I punkt 3 påträffades tämligen mycket glaskross. Fyllningens mäktighet uppgår i undersökningspunkterna till mellan 2 och 3 m.

Jordprover från södra upplaget

Fyllnadsmaterialet är av övervägande sandig karaktär. Synliga föroreningar i fyllningen utgörs huvudsakligen av glas- och tegelkross, ställvis i riklig mängd. Fyllningen är mörkfärgad med en uppmätt mäktighet av mellan ca 1 m och drygt 2 m. Det mörka inslaget utgörs till viss del av organiskt material.

Jordprover från vedupplaget

Fyllnadsmaterialet mellan 0,4 - 2,0 m under markytan i punkt 8 var mycket mörkfärgat av kol och förmultnat trä (se bild 1). En riklig mängd glas- och tegelkross i fyllningen visar att upplaget även fyllts ut med rester från glasframställningen.



bild 1. Jordprov från punkt 8, 1,0 - 2,0 m under m.y.

Undersökningspunkt 9 placerades i yttre begränsningen (slänten) av vedupplaget. Jordprov från ytliga lager i denna punkt uppvisade ett finkornigt, blågrått material (se bild 2). Provet sammanfaller med det jordlager som uppvisade låg resistivitet under de ovan beskrivna geoelektriska mätningarna. I övrigt påträffades i denna punkt glasfragment i en fyllning av heterogen karaktär. Fyllningens mäktighet uppgick till 1,4 m.



bild 2. Jordprov från punkt 9, 0,1 - 0,7 m under m.y.

Jordprover från övriga områden

I bruksmarken strax öster om den nya hyttan påträffades en 2 m mäktig fyllning med inslag av glas- tegel- och metallbitar. (Undersökningspunkt 5).

En provtagning (punkt 10) utfördes inom det område strax norr om administrationsbyggnaden som i ritning G1001-101 betecknats med färdigt påträffat vid schaktning. Den fyllning som påträffades var drygt en meter mäktig, mörkfärgad och innehöll mycket glas- och tegelkross.

I punkt 13 gjordes ett försök till provtagning strax norr om lagerbyggnaden (i asfaltsplanen). Det till synes mycket steniga, översta fyllnadsmaterialet var dock mycket svårt att tränga igenom med skruvprovtagningsutrustningen. Enligt tidigare beskrivning har utfyllnaden gjorts på senare tid i samband med byggnationen av lagret. Materialet har hämtats utanför glasbruksområdet och det finns inga indikationer på att förorenade massor skulle förekomma under den utfyllda ytan. Provtagningen avbröts därför efter 2 m och inget jordprov från punkt 13 har analyserats.

I punkt 15, ca 40 m norr om grusplanen vid norra upplaget påträffades endast naturligt lagrat material i form av sand och sandig morän.

Grundvattenprover

Grundvattenprover kunde tas ut från provtagningsrören 2, 9 och 14. Efter rensumpning var vattenprovet från punkt 9 klart medan provet från punkt 2 var något färgat. I punkt 14 var vattnet tydligt färgat även efter ordentlig omsättning. Samtliga grundvattenprover som skickats för analys filtrerades i fält.

Sedimentprover

Sedimentprov från nedstigningsbrunn B bestod till övervägande del av friktionsmaterial.

De sedimentprov som togs från sjön Rottnen hade en lös, finkornig struktur. Okulärt bedömdes sedimenten även ha ett tämligen stort organiskt innehåll.

8.4 Analysresultat, jord

Grundämnen

Analysresultaten för grundämnen i jord visar på en tydlig påverkan av ämnen förknippade med glasbruksverksamheten såsom bly, arsenik och kadmium. I Naturvårdsverkets rapport 4918 görs en indelning av markens tillstånd baserat på riktvärden för förorenad mark. Föroreningsgraden delas därvid in i fyra nivåer; "mindre allvarligt", "måttligt allvarligt", "allvarligt" och "mycket allvarligt". Tillståndindelningen är inte heltäckande för de analyser som utförts, d.v.s. för vissa ämnen saknas bedömningsgrunder.

Av totalt 20 prover från specifika nivåer överskrids gränsen "mycket allvarligt" för arsenik i sex prover, varav fyra är tagna från norra upplaget och två från södra upplaget/intilliggande vedupplag. Endast fem prover uppvisar arsenikhalter som understiger gränsen "mindre allvarligt". För bly överskrids gränsen "mycket allvarligt" i fyra prover från norra upplaget, ett ifrån södra upplaget och ett ifrån undersökningspunkt 11 strax väster om bruket. Åtta prover uppvisar blyhalter som understiger gränsen "mindre allvarligt". För kadmium uppnås inte gränsen "mycket allvarligt" i något prov. För två prover från södra upplaget fås klassningen "allvarligt" medan 14 prover har halter som understiger gränsen "mindre allvarligt".

I samma urval av prover påvisas inga förhöjda halter av kobolt, krom, nickel, vanadin, eller zink. Bedömningsgrunder saknas för bl.a. bor, litium, molybden, antimon, selen och fluor.

Även barium saknar bedömningsgrund enligt rapport 4918. Ett prov, från undersökningspunkt 11 på djupet 1,0 - 1,4 m under markytan, uppvisar dock en anmärkningsvärt hög halt av ämnet; 13 900 mg/kg TS. Analys av jordprov från de kompletterande, intilliggande provtagningspunkterna 16-19 visar på betydligt lägre halter av ämnet (mellan 33 och 680 mg/kg TS).

Andra ämnen som saknar bedömningsgrunder men som uppvisar avvikande höga halter är järn, mangan och strontium.

Trots den stora mängden glaskross som påträffades i punkt 10 överstiger inga analyserade ämnen gränsen för "mycket allvarlig" förorening. Detta kan indikera att den största delen av fyllningen föreligger i förglasad form.

Laktest

Laktest i form av skakförsök har utförts för tre samlingsprover enligt kap. 6.1. Halten arsenik och bly i jord överstiger gränsen för "allvarlig" förorening i alla samlingsprover. Kadmium och koppar förekommer i varierande omfattning.

Skakförsöket visar på en tämligen hög lakbarhet för arsenik och antimon för samlingsprov från norra upplaget (punkt 1, 2 och 3). Beräknade utlakbara mängder överskrider gränsen för inert avfall, dock inte gränsen som anges för deponi för icke-farligt avfall enligt TAC².

För samlingsprov från södra upplaget (punkt 7 och 9) överstiger beräknad utlakbar mängd arsenik gränsen för inert avfall, dock inte gränsen som anges för deponi för icke-farligt avfall.

Det tredje samlingsprovet utgjordes av fyllnadsmaterial från marken kring glasbruket (punkt 5, 10 och 11). Skakförsöket visar en lakbarhet för barium som överskrider gränsen för inert avfall, dock inte gränsen som anges för deponi för icke-farligt avfall.

Vid betraktande av den procentuellt utlakbara mängden av varje ämne bedöms lakbarheten vara tämligen hög för arsenik, barium och koppar. Störst procentuellt utlakbar mängd (mellan 3,2 - 5,6 % för L/S 10) uppvisar dock molybden.

Vid framtagande av platsspecifika riktvärden används det så kallade Kd-värdet, vilket definieras som kvoten mellan halten av ett ämne i fast fas och halten av samma ämne i en lösning som jämviktats med det fasta materialet (3).

Olja

PID-mätning av samtliga jordprover från punkterna 1, 2, 3, 4, 5, 6 och 15 visar tydligt förhöjda halter av lättflyktiga ämnen i hela markprofilen i punkt 4 samt från ca 2 m djup i punkt 1. De betydligt lägre mätresultaten för punkt 2 och 3 visar att oljeföroreningens utbredning är begränsad till den gamla oljetankens närområde, helt inom norra upplaget. Dock kan oljeföroreningen ha spridits längre i ledningsgravar, dräneringslager eller liknande grovkornigt material. Nedan visas en sektion mellan undersökningspunkterna 4, 1 och 2 i norra upplaget med resultatet av PID-mätningen redovisat grafiskt.

² TAC = Technical Adaption Committee, handhar anpassningen till EU:s deponeringsdirektiv.

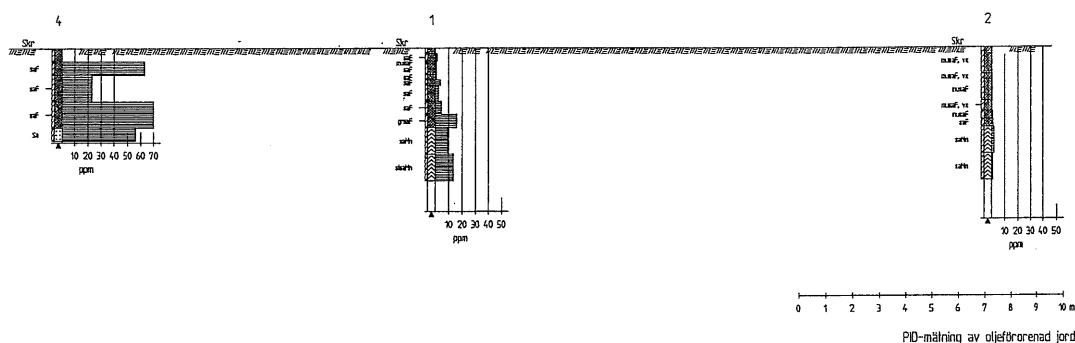


bild 3. Sektion mellan undersökningspunkterna 4 - 1 - 2 med resultat av PID-mätning av oljeförorenad jord (enhet ppm).

De delprover som uppvisade högst mätvärden vid PID-mätningen skickades för analys med avseende på alifater, aromater, PAH och BTEX. Resultaten jämförs med riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 4889, "Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer". Fyllningen på nivån 2,5 - 3,0 m i punkt 1 har klassats som genomsläpplig medan materialet på provtagningsnivån 2,0 - 3,0 m i punkt 4 har bedömts vara en normaltät jordart. För prov från punkt 4 finns fraktionshalter av såväl alifater som aromater som överstiger riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM). Halten för summan av cancerogena PAH:er överstiger riktvärdet för känslig markanvändning (KM), dock ej riktvärdet för MKM. Även i punkt 1, där prov från nivån 2,5 - 3,0 m analyserats, överstiger halten för summan av cancerogena PAH:er riktvärdet för känslig markanvändning (KM), dock ej riktvärdet för MKM. Halterna av alifater och aromater understiger dock gränsen för KM i provet från punkt 1.

8.5 Analysresultat, grundvatten

I samband med provtagningen av grundvatten från punkterna 2, 9 och 14 mättes pH-värdet hos de tre proverna. Värdet varierade mellan 5,9 (punkt 14) och 6,7 (punkt 9), vilket kan anses vara normalt för området.

Proverna har även analyserats med avseende på 30 grundämnen. Av dessa finns bedömningsgrunder för arsenik, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly och antimon. Liksom för jordproverna används bedömningsgrunder enligt Naturvårdsverkets rapport 4918 med föroreningsgraden indelad i fyra nivåer; "mindre allvarligt", "måttligt allvarligt", "allvarligt" och "mycket allvarligt". Halten antimon i grundvattnet överstiger gränsen för "allvarlig" förorening i punkt 14 och gränsen för "måttligt allvarligt" i punkt 9. För övriga ämnen med bedömningsgrund understiger halterna gränsen för "mindre allvarligt".

Stora variationer mellan de tre provtagningspunkterna för ett specifikt ämne noteras för bl.a. järn och aluminium. De högsta värdena är dock inte anmärkningsvärda ur förorenings synpunkt.

8.6 Analysresultat, sediment

Sediment i ledningsnät

Analys av sediment från nedstigningsbrunn B med avseende på grundämnen visar på höga halter av bl.a. arsenik och bly. Resultatet är väntat med tanke på den långvariga tillförseln av processvatten. Analysresultaten bör inte relateras till bedömningsgrunder för förorenad mark. Vid jämförelse med föreslagna haltgränser för farligt avfall enligt RVF³ (8) framgår dock att halterna inte är så höga att sedimentet skall klassas som farligt avfall.

I motsats till förorenad mark ligger ledningssedimenten i en relativt kontrollerad miljö.

Sediment i sjön Rottnen

Provindelingen för analys av sediment från sjön Rottnen motiveras med att sediment till ca 3 cm under sjöbotten utsätts för omrörning genom båtpropellrar, bottenlevande organismer etc. medan skiktet mellan ca 5 - 20 cm under botten ger en bild av historiska utsläpp till sjön. Det undre skiktet kan dock frigöras i samband med muddring eller läggning av sjöledning.

Uppmätta halter redovisas i bilaga 4:1 tillsammans med avvikelse från jämförvärde enligt SNV Rapport 4918. Jämförvärdet är gränsen mellan "ej trolig påverkan från punktkälla" och "trolig påverkan från punktkälla". Jämförvärdet avspeglar den nivå över vilken det är säkert att objektet är punktkällepåverkat. Objekt med halter under jämförvärdet kan vara punktkällepåverkat men nivåerna kan också vara naturliga eller påverkade av diffus spridning av föroreningar.

För sedimentprov från skiktet mellan ca 5 - 20 cm under sjöbotten understiger samtliga analysresultat motsvarande jämförvärde. I sedimentprovet från det högre skiktet mellan 0 - 3 cm överstiger halten arsenik gränsen för "trolig påverkan av punktkälla". Övriga analysresultat understiger motsvarande jämförvärde.

Då flera industrier (såsom sågverk och andra glasbruk) bidragit till utsläppen i sjön Rottnen är det inte möjligt att kvantifiera hur stor del av den påvisade arsenikförekomsten som kan relateras till just Sandviks glasbruk. Resultaten bör därför endast användas för utvärdering av det allmänna tillståndet i sjön. Det förhöjda arsenikvärdet i det övre bottenskiktet indikerar dock en påverkan av antropogena verksamheter.

³ Svenska Renhållningsverksföreningen, har i angiven rapport tagit fram bedömningsgrunder för när förorenade massor ska anses utgöra farligt avfall.

9. Hydraulisk utvärdering och kvantifiering

9.1 Grundvattenförhållanden

Korrigerad årsnederbörd för området uppgår till ca 750 mm/år enligt (9). Skillnaden mellan korrigerad nederbörd och verklig avdunstning uppgår till ca 240 mm/år.

Närmare hälften av den sammanlagda ytan av undersökningsområdet består för närvarande av hårdgjord yta eller byggnader (se tabell 2), vilket innebär att grundvattenbildningen inom själva området är begränsad.

markslag	Sandvik 7	Sandvik 8	totalt undersökningsområdet
gräs, naturmark	2 485	10 155	12 640
grus		1 545	1 545
hårdgjord yta		8 470	8 470
byggnad		5 315	5 315
	2 485 m ²	25 485 m ²	27 970 m ²

tabell 2. Ytfördelning, undersökningsområdet

Topografin, förekomsten av berg och kringliggande vägar inverkar på grundvattenströmningen genom glasbruksområdet. Den huvudsakliga strömningsriktningen är riktad mot sjön Rottnen. Lodning i installerade provtagningsrör visar att grundvattenytan ligger på nivån ca +151,6 vid norra upplaget (2004-11-30). Detta motsvarar en nivå ca 2 m under markytan.

Vid det södra upplaget uppmättes grundvattennivån i rör 9 till +150,3 vid samma tidpunkt. I den tämligen närbelägna infiltrationsbrunnen för dagvatten uppmättes en betydligt högre vattennivå en månad tidigare (ca +152,0). Vattenytan i infiltrationsbrunnen sammanfaller dock inte nödvändigtvis med grundvattennivån eftersom dagvatten tillförs och infiltrationshastigheten kan förväntas vara låg i det naturligt lagrade moränmaterial som är beläget strax under den aktuella vattennivån.

Vid sondering strax väster om glasbruket påträffades fast botten på 0,7 - 3,2 m under markytan i undersökningspunkterna 10 - 12 samt 16 - 19. Detta motsvarar en nivå mellan +151,4 och +152,7, vilket är något högre än vad som uppmätts inom övriga delar av undersökningsområdet. I samband med lodningen befanns provtagningsrören 10 och 12 vara torra. Spetsen för dessa rör är placerad strax ovan fast botten. Den grundvattenströmning som kan förekomma i rakt västlig riktning i höjd med huvudbyggnaden sker i berg eller relativt tät morän och kan därför förmodas vara begränsad.

Fyllnadsmaterialet inom området är huvudsakligen sandig i sin struktur. Naturligt material består av friktionsmaterial inom sandfraktionen samt sandig morän.

9.2 Recipienter och brunnar

Recipienter för grundvattenströmningen utgörs av Garvarebäcken i norr samt sjön Rottnen väster om glasbruket. Garvarebäcken mynnar i Rottnen ca 200 m nordväst om glasbruket. Öppna, vattenförande diken saknas inom undersökningsområdet. I Kullaallén finns ledningsgravar som kan verka dränerande. Dränering kan även ske genom dräneringsledning utmed husgrunder.

Sjön Rottnen utgör råvattentäkt för ortens dricksvattenförsörjning och glasbrukstomten ligger inom vattentäktens yttre skyddsområde.

Inventering av brunnar i glasbrukets närmaste omgivning har inte utförts i samband med denna utredning. Troligen är alla närliggande fastigheter anslutna till det kommunala dricksvattnätet. Enligt den av Länsstyrelsen utförda inventeringen enligt MIFO 1 finns fyra borrade brunnar med stort uttag på samma ställe i glasbrukets närområde.

9.3 Spridningsvägar

Potentiella spridningsvägar för de identifierade föroreningarna är grundvatten, ytvatten och luft. Spridning via grundvatten initieras genom att regnvatten infiltrerar genom förorenade massor till grundvattnet, varvid lakning sker. Vidare spridning sker sedan genom den naturliga grundvattenströmningen. För de ämnen som studerats är det i huvudsak antimon som visat benägenhet för urlakning och spridning via grundvattnet.

Spridning av markföroreningar till ytvatten förutsätter en föregående grundvattentransport. Direkt ytavrinning från förorenad mark till ytvattendrag bedöms inte förekomma med nuvarande marktäckning. Spridning kan även ske direkt via utsläpp av processvatten från ledningsnätet. I denna utredning har inga ytvattenprover analyserats. Garvarebäcken och Rottnen har varit ytvattenrecipienter för ett flertal industrier, bl.a. Hovmantorps nya glasbruk, vilket gör det svårt att särskilja eventuella föroreningar från just det studerade området.

Spridning via luft kan tänkas ske genom damning från ytliga jordlager. Luftspridning från djupare jordlager kan endast ske i samband med schaktning.

9.4 Utspädning

När en förorening spridits till grundvattnet kommer en viss utspädning att ske under den fortsatta transporten. Spridningen sker genom dispersion och är bl.a. beroende av kornstorleksfördelningen i det material varigenom grundvattnet strömmar.

Utspädning i ytvatten kan beräknas genom att kvantifiera utströmningen av förorenat grundvatten och jämföra flödet med vattenflödet i vattendraget. I följande kapitel görs en kvantifiering av grundvattenströmning och föroreningsspridning från området. Då flödesuppgifter för Garvarebäcken saknas har det dock inte varit möjligt att beräkna utspädningen i vattendraget. Undersökning av vattenmossa i Garvarebäcken uppströms respektive nedströms utloppet från glasbruket påvisar ingen förhöjning av föroreningar med avseende på bly, arsenik, kadmium, zink, antimon eller cerium. Undersökningen utfördes 1998 och 2001.

På grund av att ingen brunnsinventering utförts utanför undersökningsområdet har det heller inte varit möjligt att beräkna utspädningen till eventuella brunnar i närområdet.

10. Spridningsförutsättningar och kvantifiering

Undersökningarna visar att det material som klassats som fyllnadsmaterial i norra upplaget till viss del ligger under grundvattenytan. (Cirka 1 m med de grundvattenförhållanden som rådde vid mättillfället 2004-11-30).

Med en preliminär bedömning av norra upplagets utbredning kan ytan antas vara ca 2500 m², varav ca 1000 m² utgörs av grönyta och resterande ca 1500 m² av grusbelagd köryta. Mängden infiltrerande vatten i norra upplaget beräknas (med antagandet att ytavrinningen är försumbar) med

$$\text{medelavrinning} = 240 \text{ mm/år} = 0,240 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år}$$

$$\text{yta upplag} = 2500 \text{ m}^2$$

$$\text{vilket ger } Q_v = 0,240 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år} \cdot 2500 \text{ m}^2 = \underline{600 \text{ m}^3/\text{år}}.$$

Den horisontella grundvattenströmningen genom den del av fyllnadsmaterialet som ligger under grundvattenytan beräknas med följande antaganden:

$$k, \text{hydraulisk konduktivitet} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$i, \text{grundvattenytans gradient} = 0,013$$

$$b, \text{bredd upplag vinkelrätt strömningsriktningen} = 50 \text{ m}$$

$$h, \text{mäktighet av fyllning under grundvattenytan} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Darcys lag ger } Q_h = k \cdot i \cdot b \cdot h = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,013 \cdot 50 \cdot 1 = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \approx \underline{4100 \text{ m}^3/\text{år}}.$$

I tabell 3 redovisas beräknad föroreningstransport för norra upplaget med utgångspunkt från uppmätta halter i provtagningsrören 2 och 14.

I södra upplaget/vedupplaget ligger det konstaterade fyllnadsmaterialet över grundvattenytan. Dock sker en form av konstgjord infiltration inom området genom att brunnen i södra delen av det gamla vedupplaget får ta emot dagvatten från hela den hårdgjorda parkeringsytan. Detta kan eventuellt medföra grundvattenfluktuationer som leder till att grundvatten kommer i kontakt med fyllnadsmaterialet.

Med en preliminär bedömning av södra upplagets utbredning kan dess yta antas vara ca 750 m². I stort sett hela denna yta utgörs av gräsmatta. Vedupplaget, som även konstaterats innehålla förorenade massor, har en yta av ca 1250 m², varav ca 980 m² består av hårdgjord yta.

Under förutsättning att ytavrinningen är försumbar beräknas mängden infiltrerande vatten i södra upplaget/vedupplaget till $Q_v = 0,240 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år} \cdot (750 + 1250 - 980) \text{ m}^2 = \underline{245 \text{ m}^3/\text{år}}.$

Det ytvatten som avrinner från parkeringsplatsen och därefter leds till infiltrationsbrunnen i vedupplaget beräknas med

$$\text{nederbörd} = 750 \text{ mm/år} = 0,750 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år}$$

$$\phi, \text{avrinningskoefficient} = 0,8$$

$$\text{asfalterad yta} = 980 \text{ m}^2$$

$$\text{vilket ger } Q = 0,8 \cdot 0,750 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år} \cdot 980 \text{ m}^2 \approx \underline{590 \text{ m}^3/\text{år}}$$

Då brunnskonstruktionen inte är känd är det oklart hur stor del av detta flöde som passerar fyllnadsmaterial.

Kring hela glasbruket finns mark med fyllnadsmaterial som inte specifikt använts som upplag, men där ett visst innehåll av föroreningar konstaterats. Ytan av denna bruksmark uppgår till ca 7500 m², varav ca 6800 m² utgörs av hårdgjord yta och resterande ca 700 m² består av gräsbevuxen mark. Infiltration i anslutning till hårdgjord yta försummas medan mängden infiltrerande vatten beräknas till $Q_v = 0,240 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{år} \cdot 700 \text{ m}^2 = 170 \text{ m}^3/\text{år}$.

Norra upplaget (punkt 2 och 14)

uppmätta halter

	As	B	Ba	Cd	Ce	Cu	Mo	Nd	Ni	Pb	Pr	Sb	Se	Sr	U	Zn
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
max	9,73	377	93,9	0,0079	6,07	0,934	1,83	3,07	7,65	1,04	0,798	56,1	0,179	407	0,497	18,9
min	1,86	93,5	80,0	0,0073	4,26	0,25	0,584	1,7	1,59	0,665	0,428	0,792	0,0636	125	0,182	15,1
medel	5,80	235,3	87,0	0,0076	5,17	0,59	1,21	2,39	4,62	0,85	0,61	28,45	0,12	266	0,34	17,0

beräknad föroreningstransport vid flödet 4100 m³/år

	As	B	Ba	Cd	Ce	Cu	Mo	Nd	Ni	Pb	Pr	Sb	Se	Sr	U	Zn
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
max	40	1550	390	0,03	25	4	8	13	31	4	3	230	0,7	1670	2	78
min	8	380	330	0,03	18	1	2	7	7	3	2	3	0,3	510	0,8	62
medel	24	970	360	0,03	22	2	5	10	19	4	3	120	0,5	1090	1	70

tabell 3. Beräknad föroreningstransport för norra upplaget

11. Exponeringsscenarier

Vid betraktande av olika exponeringsscenarier görs en indelning i två huvudsakliga exponeringsvägar. Därvid betraktas exponeringar med effekter på människors hälsa (humantoxikologiska) samt exponeringar med och påverkan på miljön (ekotoxikologiska).

När det gäller humantoxikologiska exponeringsvägar antas exponerade grupper vid mindre känslig markanvändning vara personer som vistas på objektet under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas på området tillfälligt.

11.1 Humantoxikologiska exponeringsvägar

De toxikologiska parametrarna som används vid beräkningarna utgörs av värden som angivits i Naturvårdsverkets Rapport 4639: Development of generic guideline values.

Beräkningar görs dels avseende exponering av barn (0-6 år, medelvikt 15 kg) och en vuxen (7-64 år, 70 kg). De toxikologiska referensvärdena är gemensamma för samtliga exponeringsvägar. För kronisk exponering (gäller för krom och koppar) görs beräkningarna utifrån daglig exponering. För cancerogena ämnen (som arsenik i detta fall) används däremot ett integrerat livstidsmedelvärde på exponeringen.

Referensdata har inte hittats för vissa metaller (Ba, Sb). För dessa metaller har

Kemaktas beräkningar från Åfors och Pukebergs bruksområden använts. För humanexponeringen bedöms förhållandena i Åfors överensstämma tämligen väl med förhållandena för Sandviksområdet.

Intag av jord

Antagandena är de samma som för de generella riktvärdena med ett dagligt intag av 50 mg/dag under 5 dagar i veckan under 6 sommarmånader.

Hudkontakt

Antagandena är de samma som för de generella riktvärdena med en antagen jordexponering av 0,51 mg/cm² både för vuxna och för barn. Barn har en exponerad hudyta av 0,28 m² och vuxna 0,17 m².

Inandning av damm och ångor

Antagandena för inandning av damm är de samma som för de generella riktvärdena med en antagen koncentration av förorenat damm i inandningsluften av 41 µg/m³. Barn antas andas in 7,6 m³ luft per dag och vuxna 20 m³/dag. Inandning av ångor är inte aktuellt för någon av metallerna.

Intag av grundvatten

Beaktas inte eftersom området förväntas utgöra industrimark även i framtiden. Glasbruket samt all bebyggelse runt om glasbruket är anslutet till kommunalt dricksvatten.

Intag av grönsaker

Beaktas inte eftersom området förväntas utgöra industrimark även i framtiden. Det medför att det inte är aktuellt med odling av växter för konsumtion.

Intag av svamp och bär

Beaktas inte eftersom området förväntas utgöra industrimark även i framtiden. Det medför att det inte förväntas att det plockas svamp eller bär för konsumtion inom området.

Intag av fisk

Rottnen utnyttjas för fiske, men spridningen av metaller från glasbruksområdet till sjön bedöms ske via urlakning till grundvatten som avvattnas till Rottnen via Garvarebäcken, varför denna exponeringväg beskrivs under "Effekter i närliggande vattendrag" nedan. Väl ute i Rottnen sker det en mycket stor utspädning av Garvarebäckens vatten.

Sammanvägning av integrerat värde för hälsa

Vid sammanvägningen av exponeringsvägarna vägs de humantoxikologiska ihop för sig och jämförs sedan med de ekotoxikologiska exponeringsvägarna.

11.2 Ekotoxikologiska exponeringsvägar

Vid beräkning av acceptabla koncentrationer för de ekotoxikologiska exponeringsvägarna tittar man på effekter inom området för sig ("on site") och effekter i närliggande vattendrag för sig ("off site").

Effekter inom området

När hänsyn ska tas till effekter på ekosystem inom området används ekotoxikologiska värden som tagits fram i Nederländerna, där en av världens mest omfattande ekotoxikologiska databaser finns. Det nederländska värdet motsvarar den koncentration i jorden över vilken allvarliga störningar av markfunktionerna kan inträffa. Skyddsnivån motsvarar ett skydd av 50 % av arterna i ekosystemet.

För riktvärdet Industri görs samma antaganden som för MKM, d.v.s. referenskoncentrationen motsvaras av det nederländska värdet. Detta värde bedöms dock ge tillräckligt skydd för effekter utanför området som skulle kunna orsakas av transport av föroreningar.

Effekter i närliggande vattendrag

Beräkningsgången i Naturvårdsverkets Rapport 4639: Development of generic guideline values är oklar, och tills vidare har Kemaktas resultat från Pukebergs bruksområde använts.

Sandviks glasbruks totala tomtyta uppgår till ca 2,8 ha. En stor del av ytan är idag hårdgjord och avvattnas därför via dagvattennätet. Grundvattenbildningen sker på resterande icke hårdgjorda ytor samt utmed den närliggande höjden. Totalt uppskattas grundvattenbildning ske på ca 2 ha.

Rottens avrinningsområde uppges vara 24 200 ha (Länsstyrelsen i Kronobergs län, Sjöregister) varav ca 10 500 ha ligger uppströms råvattenintaget till Hovmantorps vattenverk (planimetrerat av Mark & Vatten Ingenjörerna AB).

För beräkning av miljöeffekterna i närliggande vattendrag spelar utspädningen mellan porvatten, grundvatten och ytvatten in.

Som ytvattenkriterium har gränsen mellan låga och måttlig höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag använts. I likhet med beräkningarna för de generella riktvärdena tas ingen hänsyn till spridning via ytavrinning, eftersom ytvattnet till större delen avleds som dagvatten och därmed inte kommer i kontakt med föroreningen. Övrigt ytvatten infiltreras inom fastigheten och ger därmed upphov till grundvatten. Grundvatten från närliggande kulle passerar via tomten och skall därför tas med i beräkningen.

12. Bedömningsgrunder

De bedömningsgrunder som kan vara aktuella för värdering av uppmätta halter är miljökvalitetsnormer, bakgrundshalter samt generella och platsspecifika riktvärden.

Beträffande miljökvalitetsnormer finns i dagsläget normer för kvävedioxid, kväveoxider, svaveldioxid, kolmonoxid, bly, bensen, partiklar (PM10) och ozon i utomhusluft samt för olika parametrar i fisk- och musselvatten. Inga av dessa normer är aktuella för Sandviks glasbruk.

Bakgrundshalter av de studerade ämnena utgör inget direkt beräkningsunderlag för de platsspecifika riktvärdena, men skulle kunna vara begränsande då det inte är rimligt att ange ett platsspecifikt riktvärde som skulle vara lägre än bakgrundsvärdet. Som bakgrundshalt används halterna i provpunkt 15 (0,8-1,2 m), förutom för antimon där analys saknas.

Platsspecifika riktvärden har beräknats för arsenik, barium, bly och kadmium. Dessa ämnen har använts vid glasframställningen och har i samband med utförda undersökningar påträffats i förorenad jord inom undersökningsområdet. För olja och andra föroreningar som kan förekomma inom området men som inte är direkt förknippade med glasframställning används generella riktvärden enligt SNV rapporter 4638, 4889 och 4918.

Liksom de generella riktvärdena framtagna av Naturvårdsverket är de platsspecifika riktvärdena att betrakta som rekommendationer som ej är juridiskt bindande. Provhantering och analysmetoder förutsätts vara likvärdiga med de som gäller för generella riktvärden.

12.1 Platsspecifika riktvärden.

Försök till beräkning av platsspecifika riktvärden har gjorts med syfte att bedöma de risker som föroreningarna på tomten runt Sandviks Glasbruk kan utgöra för kommande generationer, såväl för människor som vistas på platsen eller dess närhet, som för det biologiska livet på området och nedströms i recipienten.

Beräkningarna har gjorts utifrån den branschspecifika modell som utarbetats på uppdrag av Svenska Glasbruksföreningen. Denna bygger i grunden på Naturvårdsverkets generella riktvärden (Naturvårdsverket Rapport 4639: Development of generic guideline values, 1996), men har reviderats i vissa delar, bl.a. med avseende på exponeringsvägar för hälsoeffekter och med avseende på spridningen med grundvatten. Det är viktigt att notera att de platsspecifika riktvärdena beräknats på mycket teoretiska grunder och det är nödvändigt att tillämpa dem med försiktighet med utgångspunkt från de faktiska förutsättningarna som gäller för området.

Tyvärr har det, med det publicerade underlaget som grund, inte varit möjligt att följa modellens beräkningsgång avseende framför allt de humantoxikologiska riktvärdena. Vi förutsätter att beräkningsmodellen är riktig och publicerade resultaten är relevanta för bedömning av föroreningarnas hälsofarlighet. I stället för att redovisa resultat från våra egna beräkningar, används delresultat som redovisats i den branschspecifika modellen för Åfors och Pukebergs Glasbruk. För varje hälsoeffekt har det resultat använts som bäst bedöms likna förhållandena för Sandviks Glasbruk.

Av tabell 5 framgår att det för samtliga metaller (förutom för antimon och eventuellt även för arsenik) är miljöeffekterna i jord (in site) som är den begränsande

exponeringsvägen. För antimon är det spridningen till närliggande vattendrag (off site) som är den begränsande exponeringsvägen. När det gäller arsenik ligger den sammanvägda humantoxikologiska halten på samma nivå som för miljöeffekten i jord.

Ingen indelning har gjorts av riktvärdena med djupet eftersom huvuddelen av föroreningen ligger inom den översta metern och eftersom det bedöms miljömässigt motiverat och ekonomiskt rimligt med den extra säkerhetsgrad som detta innebär.

Aktuella exponeringsvägar i jämförelse med Naturvårdsverkets generella riktvärden visas nedan i tabell 4.

HÄLSOEFFEKTER	Industri vuxna/barn (dygn/år)	MKM vuxna/barn (dygn/år)
Direktintag	129 / -	129 / -
Hudkontakt	27 / 15	27 / 15
Inandning av damm	122 / 122	122 / 122
Inandning av ångor	ej relevant	122 / 122
Intag av grundvatten	NEJ	NEJ
Intag av bär/svamp	NEJ	NEJ
Intag av fisk	NEJ	NEJ
MILJÖEFFEKTER		
Inom området	MKM	MKM
Spridning med grundvatten	Utspädning 1/20 000	Utspädning 1/4 000

tabell 4. Exponeringsvägar och spridningsförhållanden som påverkar hälso- och miljöeffekter vid beräkning av platsspecifika riktvärden. Jämförelse med Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM).

Beräkningarna har gjorts med antagandet att området även fortsättningsvis kommer att vara industrimark, vilket innebär att beräkningarna till stor del utgått från de antaganden som gjorts för beräkningen av de generella riktvärdena för mindre känslig markanvändning (MKM).

Acceptabel föroreningskoncentration beräknas för varje exponeringsväg, där de humantoxikologiska exponeringsvägarna och de ekotoxikologiska exponeringsvägarna vägs samman för sig. Riktvärdet kommer därefter att utgöras av det lägsta av dessa värden.

I tabell 5 redovisas acceptabla koncentrationer för respektive exponeringsväg samt platsspecifika riktvärden för Sandviks glasbrukstomt.

HÄLSORISKER¹	Antimon (mg/kgTS)	Arsenik (mg/kgTS)	Barium (mg/kgTS)	Bly (mg/kgTS)	Kadmium (mg/kgTS)
Direktintag jord ²	1 200	63	69 000	4 700	1 400
Hudkontakt ²	4 100	180	360 000	83 000	1 000
Inandning ²	190 000	180	Ej begränsade	36 000	360
Dricksvatten	-	-	-	-	-
Grönsaker	-	-	-	-	-
Bär/svamp	-	-	-	-	-
Fisk	-	-	-	-	-
INTEGRERAT VÄRDE HÄLSA	924	37	57 900	3 959	223
MILJÖRISKER					
Inom området ²	2 800	40	650	300	12
Närliggande vattendrag ³	48	690	87 000	16 000	180
Bakgrundshalt	0,33	<1	20	10	<0,05
PLATSSPECIFIKT RIKTVÄRDE⁴	50	40	650	300	12
Bestämmande humantoxisk	Intag jord	Intag jord	Intag jord	Intag jord	hudkontakt
Begränsande exponeringsväg	Närliggande vattendrag	Miljöeffekt jord	Miljöeffekt jord	Miljöeffekt jord	Miljöeffekt jord

¹ Skydd för grundvattnet finns indirekt via skyddet via spridning med grundvatten.

² Uppgiften hämtad från Åfors Glasbruk

³ Uppgiften hämtad från Pukebergs Glasbruk

⁴ Avrundat värde.

fetstil avser den begränsande effekten för respektive metall

tabell 5. Acceptabla koncentrationer för respektive exponeringsväg samt platsspecifika riktvärden för Sandviks glasbrukstomt

13. Riskbedömning

Som underlag för riskbedömningen görs utifrån det material som presenterats i tidigare kapitel en bedömning av

- vilka föroreningar som skall beaktas - deras farlighet
- föroreningarnas spridningsförutsättning
- områdets kommande markanvändning

Med detta underlag görs därefter en bedömning av

- risker för hälsa och miljö
- åtgärdsbehovet

Med konstaterat åtgärdsbehov lämnas slutligen förslag till åtgärder.

Föroreningar som skall beaktas - deras farlighet

Genom analyser av jord, grundvatten och sediment har förhöjda halter av antimon (grundvatten), arsenik (jord, sediment), bly (jord, sediment), barium (jord), järn (jord), kadmium (jord), mangan (jord) och strontium (jord) konstaterats. Av dessa ämnen har arsenik, bly, kadmium och koppar påträffats i halter motsvarande "måttligt allvarligt" eller högre. För antimon och barium saknas riktvärden, men dessa ämnen har påträffats i halter som är tydligt högre än bakgrundsvärdet.

Laktester visar på tämligen hög lakbarhet för antimon, arsenik, barium, koppar och molybden.

Sammanfattningsvis bör följande ämnen beaktas i riskbedömningen för området: antimon, arsenik, barium, bly, kadmium, koppar och molybden.

I den metodikbeskrivning (3) som arbetats fram av Kemakta Konsult AB finns i tabell B5.2 en sammanställning av relevanta ämnen och en klassning av deras farlighet enligt MIFO. MIFO-klassningen utgår ifrån Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 2001:3). I sammanställningen enligt tabell B5.2 har hänsyn tagits till den kemiska form av ämnet som anses vara relevant för glasbruk. Den MIFO-klassning som anges för respektive ämne nedan är hämtad från nämnda tabell B5.2.

Giftigheten hos antimon är inte helt klarlagd. Den akuta giftigheten på däggdjur är dock måttlig. Hudkontakt, inandning och förtäring leder till irritation. Ämnet lagras i levern under en viss tid och vissa föreningar av ämnet är cancerframkallande för djur och kanske även för människor. Antimonoxid har normalt låg löslighet i regnvatten, men lösligheten ökar med minskande pH-värde. Antimon har hög farlighet enligt MIFO-klassning.

Föreningar av arsenik har hög akut giftighet för vattenlevande organismer och däggdjur. Ämnet är giftigt vid såväl hudkontakt, förtäring som inandning. Förgiftning hos människor kan drabba hjärta, nervsystem, hud och lungor. Arsenik är i vissa former mutagen och cancerframkallande. Ämnet har mycket hög farlighet enligt MIFO-klassning.

Barium är ett metalliskt grundämne som är giftigt vid förtäring. Detsamma gäller flertalet av dess oorganiska föreningar. Organiska bariumföreningar har lägre giftighet. Barium har hög farlighet enligt MIFO-klassning.

Bly är giftigt för vattenlevande organismer och däggdjur, även om den akuta giftigheten är måttlig. Ämnet är bioackumulerbart, d.v.s. efter förtäring eller inandning lagras det i kroppen. Exponering kan ge skador på nervsystemet och påverka människors intellektuella utveckling och prestationsförmåga. I vissa former har bly konstaterats vara cancerframkallande på djur. Eventuellt kan det även orsaka cancer hos människor. Bly har mycket hög farlighet enligt MIFO-klassning.

Kadmium är giftigt för vattenlevande organismer och däggdjur. Ämnet har hög rörlighet och en mycket långsam utsöndring ur människokroppen. Koncentrationen av kadmium i organ som lever och njure ökar därför med åldern. Kadmium uppges även vara cancerframkallande. Ämnet har mycket hög farlighet enligt MIFO-klassning.

Koppar finns naturligt i såväl växter som djur. Medan för låga halter kan leda till bristsjukdomar är koppar giftigt i högre halter. För större däggdjur såsom människor är dock koppar och kopparföreningar endast måttligt giftiga. Lägre stående organismer är mer känsliga. Koppar har hög farlighet enligt MIFO-klassning.

För stort intag av molybden kan leda till allvarlig, hämmad kopparomsättning. Ämnet har måttlig farlighet enligt MIFO-klassning.

Sammanfattningsvis är flera av de föreningar som påträffats giftiga för vattenlevande organismer och däggdjur. Ett antal är även bioackumulerbara eller cancerframkallande. Föreningarnas farlighet är generellt hög till mycket hög.

Föreningarnas spridningsförutsättning

Den huvudsakliga spridningsvägen bedöms vara via grundvattnet. Spridning via luft kan främst ske i samband med eventuell schaktning i förorenade områden. Horisontell grundvattenströmning genom fyllning i det norra upplaget under nuvarande förhållanden har beräknats till 4100 m³/år. Mängden infiltrerande vatten från grundvattenbildning bedöms uppgå till ca 600 m³/år. Motsvarande mängd infiltrerande vatten i södra upplaget/vedupplaget har beräknats till 835 m³/år och för annan bruksmark 170 m³/år.

Lakbarheten har funnits vara tämligen hög för ett antal ämnen vars farlighet klassats som hög eller mycket hög (arsenik, antimon, barium och koppar). Ett grundvattenprov taget nedströms det norra upplaget visar på en allvarlig förorening av antimon.

Sammantaget finns med nuvarande förhållanden förutsättningar för föroreningsspridning från glasbruksområdet. Recipienter för förorenat grundvatten är Garvarebäcken samt sjön Rottnen.

Områdets kommande markanvändning

Den framtida markanvändningen för området är avgörande för i vilken grad människor kommer att exponeras för de aktuella föroreningarna. Verksamheten vid Sandviks glasbruk kommer att upphöra under 2005. Ägaren Orrefors Kosta Boda AB har för avsikt att avyttra de båda fastigheterna inom undersökningsområdet.

Enligt gällande detaljplan är de båda fastigheterna avsatta som industrimark. Utmed större delen av undersökningsområdets gräns finns även en administrativ begränsning i form av mark som inte får bebyggas.

Den framtida verksamheten inom fastigheterna förutsätts vara av sådan art att markanvändningen även fortsättningsvis kan klassas som mindre känslig. Som en följd av detta kommer grundvattenuttag inom glasbruksområdet inte att bli aktuellt. Vidare kan man i riskbedömningen bortse ifrån odling av växter för konsumtion eller svamp- och bärplockning som möjliga exponeringsvägar.

Risker för hälsa och miljö

Bedömningen av risker för hälsa och miljö utgår ifrån de framtagna platsspecifika riktvärdena för Sandviks glasbruk.

Det platsspecifika riktvärdet 50 mg/kg TS för antimon överskrids inte i något jordprov från upplag eller bruksmark.

Det platsspecifika riktvärdet 40 mg/kg TS för arsenik överskrids i 11 av 20 nivåspecifika jordprover samt i samtliga tre samlingsprover. De prover för vilka riktvärdet överskrids härrör från såväl upplag som bruksmark.

Det platsspecifika riktvärdet 650 mg/kg TS för barium överskrids i 7 av 20 nivåspecifika jordprover samt i två av tre samlingsprover. I ett prov överskrids riktvärdet med drygt 20 gånger. Genom kompletterande provtagning har dock denna förorenings utbredning konstaterats vara begränsad. Förutom nämnda förorening (belägen väster om glasbruket) härrör de prover för vilka riktvärdet överskrids från dokumenterade upplag.

Det platsspecifika riktvärdet 300 mg/kg TS för bly överskrids i 9 av 20 nivåspecifika jordprover samt i samtliga tre samlingsprover. De prover för vilka riktvärdet överskrids härrör från såväl upplag som bruksmark.

Det platsspecifika riktvärdet 12 mg/kg TS för kadmium överskrids inte i något jordprov från upplag eller bruksmark.

Koppar och molybden har enligt tidigare beskrivning ansetts vara ämnen som bör beaktas i riskbedömningen. För dessa ämnen saknas dock platsspecifika riktvärden. För koppar finns inget prov med halter som överstiger det generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning enligt SNV rapport 4638 (1996). För molybden saknas bedömningsgrunder, men uppmätta halter är närmast att jämföras med bakgrundsvärden för området.

För bedömningen av åtgärdsbehovet kan konstateras att:

- aktuella föroreningars farlighet är generellt hög till mycket hög.
- med nuvarande förhållanden finns förutsättningar för föroreningsspridning från glasbruksområdet.
- exponeringen begränsas av att verksamheten inom området även i framtiden kommer att vara av sådan art att den klassas som mindre känslig markanvändning
- platsspecifika riktvärden överskrids för jordprover från såväl upplag som bruksmark (arsenik, barium och bly)

Begränsande exponeringsväg för de platsspecifika riktvärden som överskrids är miljöeffekter i jord, d.v.s. påverkan på marklevande organismer etc.

Åtgärdsbehov och åtgärdsförslag

På grund av skilda förutsättningar studeras dokumenterade upplag och bruksmark var för sig vid bedömningen av åtgärdsbehov.

Upplag

Genom intervjuer, fältundersökningar och analyser har två särskilt förorenade delområden identifierats; norra upplaget och södra upplaget/vedupplaget. 11 av 12 jordprover med halter som överskrider gränsen "mycket allvarligt" vid indelning av tillstånd enligt SNV rapport 4918 är tagna från något av dessa områden. Platsspecifika riktvärden överskrids i nästan samtliga provtagningspunkter. Halterna, i kombination med en tämligen stor utbredning, gör att mängden förorening kan anses vara stor i upplagen.

I norra upplaget har fyllning under grundvattenytan konstaterats. Föroreningsspridning via grundvattnet bör begränsas genom att infiltrationen minimeras samt genom att fyllningen inte tillåts komma i kontakt med grundvatten. Minskning av infiltrationen kan åstadkommas genom urgrävning eller täckning av förorenade massor. Åtgärder för att förhindra kontakt med grundvattnet kan vara anläggande av en dräneringsledning som sänker av grundvattenytan inom upplaget och begränsar inströmningen av grundvatten från kringliggande områden, alternativt urgrävning av massorna. En eventuell dräneringsledning måste placeras på upplagets östra sida, varifrån grundvatteninströmningen sker. Se även förslag till utformning i ritning M1001-101.

Den föroreningstransport som beräknades i tabell 3 är direkt proportionell mot det horisontella flödet genom fyllningsmaterial i upplaget. I beräkningen antogs en genomsnittlig mäktighet av fyllning under grundvattenytan av 1 m. Om grundvattennivån sänks 1 m inom hela upplaget blir därför den teoretiskt förväntade föroreningstransporten noll för samtliga ämnen. Vid en högre grundvattenyta kommer den beräknade föroreningstransporten att öka linjärt med stigande grundvattenyta, upp till de mängder som anges i tabell 3.

I södra upplaget/vedupplaget ligger det konstaterade fyllnadsmaterialet över grundvattenytan. Liksom för norra upplaget bör dock infiltrationen begränsas. För vedupplaget rekommenderas att befintlig infiltrationsbrunn tas ur bruk snarast möjligt. I övrigt är liksom för norra upplaget urgrävning eller täckning av förorenade massor möjliga alternativ.

Då samtliga upplag är täckta av gräs, mullhaltigt jordtäckte, asfalt eller slitlager (grus) finns inga direkta risker för skärskador. Höga föroreningshalter har dock påträffats i ytliga jordlager (norra upplaget). Risken för direktexponering bör därför begränsas. Även detta kan åstadkommas genom urgrävning eller täckning.

Bruksmark

I den arbetsmetodik som tagits fram av Svenska Glasbruksföreningen (1) anges att "En slutsats som kan dras rörande den föreslagna undersökningsmetodiken är att den går att tillämpa för deponiområden men att den inte är tillräcklig för bedömning av åtgärdsbehovet vid marken runt bruksbyggnaderna (bruksmarken). När en bedömning av omfattningen av åtgärder skall göras för markområdena runt bruken, t. ex. omfattningen av eventuella urschaktningar, krävs vidare detaljerade markundersökningar."

Framtagna platsspecifika riktvärden överskrids i några provtagningspunkter utanför dokumenterade upplag (i bruksmark). Den mer diffusa tillförseln av föroreningar gör att volymen av förorenad mark är mer svårbedömd för bruksmark. Med stöd av de utförda resistivitetmätningarna bedöms provtagningspunkterna ha placerats i särskilt förorenade delar av bruksmarken. Grundvatten har inte påträffats i fyllning i bruksmark.

Halten barium i analyserat jordprov från punkt 11 är exceptionellt hög, drygt 20 gånger högre än tillhörande platsspecifikt riktvärde. Vidare överskrids även platsspecifika riktvärden för arsenik och bly i denna punkt. Med anledning av den höga bariumhalten utfördes en kompletterande markundersökning i punkterna 16 - 19. I punkt 17 överskrids platsspecifika riktvärden för arsenik och barium. I punkt 16, 18 och 19 ligger samtliga ämnen under motsvarande platsspecifika riktvärden. Med tanke på den exceptionellt höga bariumhalten rekommenderas en urgrävning av förorenade massor. Urgrävningen bör då inledas vid punkt 11 och utföras i riktning mot punkt 17. Urgrävningens omfattning bestäms lämpligast genom fältmätningar i samband med schaktningsarbetena (exempelvis med XRF-instrument). Ett möjligt alternativ är att täcka samma område, men med tanke på den begränsade volymen av förorenad jord och det arbete som återställande av köryta, parkering och grönyta innebär, uppvägs den relativt lilla ekonomiska skillnaden av den miljömässiga vinsten av att helt avlägsna föroreningen från undersökningsområdet.

Föroreningen i punkt 11 kan betraktas som en hot-spot. Generellt förekommer förorenade massor i bruksmark inte i sådana sammanhängande volymer att de kan betraktas som upplag.

Platsspecifika riktvärden för arsenik och bly överskrids i provtagningspunkt 5. Punkten är belägen i bruksmark på glasbrukets östra sida. Mäktigheten av fyllning i punkt 5 uppgår till 2 m. Det analyserade provet är taget från nivån mellan 1 - 2 m under markytan. Platsspecifikt riktvärde för arsenik överskrids med någon enhet i prov av fyllning från de tidigare undersökningspunkterna Pg 1 och Pg 2, även de belägna på glasbrukets östra sida. Mäktigheten av fyllning i dessa provgröpar är dock mindre, mellan 0,6 - 0,7 m.

Bruksmark på glasbrukets östra sida dräneras med stor sannolikhet av en dräneringsledning utmed hyttans grundkonstruktion. Bruksmarken är här täckt med gräs (punkt 5) eller asfalt (Pg 1 och Pg 2). Således finns ingen risk för skärskador eller direktexponering. Resistivitetmätningarna ger ingen indikation på att det övre jordlagret skulle vara förorenat utmed mätprofilen. Med tanke på att inget grundvatten var märkbart i fyllnadsmaterialet bedöms spridningsförutsättningarna vara begränsade.

Allmänt

Förutom åtgärdsalternativen urgrävning med deponering på extern deponi och täckning och tätning finns möjlighet att behandla avfallet. Olika behandlingsalternativ presenteras i Svenska Glasbruksföreningens metodbeskrivning (1). De alternativ som tas upp är behandling med jordtvätt, stabilisering och deponering samt solidifiering och deponering.

14. Riskvärdering

Valet av åtgärdsalternativ skall vara motiverat ur miljömässig, teknisk och ekonomisk synpunkt. Den miljömässiga och tekniska motiveringen till respektive alternativ har i viss mån diskuterats i föregående kapitel. Nedan görs en överslagsmässig beräkning av kostnaden för de olika åtgärdsalternativen vid Sandviks glasbruk samt en sammanvägning av de olika aspekterna. Framtida brukande av tomten förutsätts vara industrimark eller annan mindre känslig markanvändning.

Urgrävning och deponering på extern deponi

Miljömässigt motiveras en urgrävning av att de mest förorenade massorna avlägsnas från området. Vinsten ur miljöhänseende förutsätter att den externa deponeringsplatsen är bättre beskaffad ur spridnings- och exponeringssynpunkt än glasbruksområdet. Andra miljöaspekter är lastbilstransporter till och från den externa deponin samt effekter av schaktningen i upplagen. Vid schaktning över grundvattenytan finns en ökad risk för exponering genom inandning av damm. Schaktning under grundvattenytan kommer att innebära en viss omrörning av jordmassorna i grundvattnet, vilket medför en ökad risk för föroreningsspridning. Effekterna av transporter och schaktning är dock kortvariga i sammanhanget.

Tekniskt sett är urgrävning en enkel lösning. Arbetet kräver dock noggrann planering vad gäller arbetsmiljö, rengöring av utrustning och liknande. Innan arbetena påbörjas bör den eventuella miljövinsten av en föregående grundvattensänkning utredas. Schaktningsarbetena bör utföras under en tidpunkt då damning och exponeringsrisken kan minimeras.

Vid urgrävning kommer även en stor del av den konstaterade oljeföroreningen inom norra upplaget att tas bort.

De massor som tillförs området efter att förorenade massor avlägsnats behöver inte vara helt rena ur föroreningssynpunkt. Tillförda massor kommer i viss utsträckning att förorenas bl.a. genom grundvatteninströmning från kringliggande mark. Miljömässigt och ekonomiskt är det fördelaktigt om någon form av restprodukt eller behandlade massor kan användas till återfyllnad. Förutsättningen är givetvis att de uppfyller gällande riktvärden för mindre känslig markanvändning och att en ny typ av förorening inte tillförs området. Samtidigt måste massornas egenskaper uppfylla de geotekniska kraven från områdets framtida verksamhet.

Utifrån halten av och lakbarheten hos förekommande föroreningar hänförs förorenade massor till en av tre olika klasser; inert avfall, icke-farligt avfall eller farligt avfall. Kostnaden för urgrävning och deponering är starkt beroende av hur massorna klassats. För Sandvik överskrider gränsen för farligt avfall endast av ett prov. Om denna förorening avgränsas och hanteras separat kan en ekonomisk bedömning göras med icke-farligt avfall som utgångspunkt.

Med de avgränsningar som presenteras i ritning M1001-101 beräknas volymen av massor som bör grävas ur till:

Fyllning inom norra upplaget; yta: 2500 m², djup: 3 m, volym: 7500 m³.
Fyllning inom del av södra upplaget/vedupplag; yta: 1320 m², djup: 2 m, volym: 2640 m³.

Angivet djup baseras för norra upplaget på undersökningspunkter 1, 2, 3, 4 och 14, för södra upplaget på punkterna 6, 7, 8 och 9.

Densitet för fyllning, ca: 1,8 ton/m³.

Kostnad för uppgrävning och deponering av farligt avfall, ca: 2100 - 2500 kr/m³.

(Prisuppgift från Svenska Glasbruksföreningens metodbeskrivning (1)).

Kostnad för uppgrävning och deponering av icke-farligt avfall, ca: 1000 kr/ton.

(Prisuppgift från lokal entreprenör)

Kostnaden för urgrävning av icke-farligt avfall med efterföljande deponering på extern deponi kan därmed beräknas till:

$$(7500 + 2640) \text{ m}^3 \cdot 1,8 \text{ ton/m}^3 \cdot 1000 \text{ kr/ton} = \underline{18 \text{ Mkr.}}$$

Motsvarande kostnad för urgrävning av massor klassade som farligt avfall med efterföljande deponering på extern deponi kan uppgå till:

$$(7500 + 2640) \text{ m}^3 \cdot 2500 \text{ kr/m}^3 = \underline{25 \text{ Mkr.}}$$

Då i stort sett alla massor kan klassas som icke-farligt avfall är den sista beräkningen dock inte relevant.

Beräkningarna inkluderar ej urgrävning av förorening vid provtagningspunkt 11, då den åtgärden förutsätts genomföras oberoende av valt åtgärdsalternativ för upplagen. Kostnaden inkluderar ej heller särskilt omhändertagande av farligt avfall vid provtagningspunkt 2.

Täckning och tätning av befintliga upplag

Genom täckning och tätning av de dokumenterade upplagen kan exponering och spridning minskas i stor utsträckning. Täckning bör minst omfatta de områden som markerats i ritning M1001-101. Begränsningen har gjorts med hänsyn till resultatet av utförda undersökningar och omfattar norra upplaget samt del av södra upplaget tillsammans med vedupplaget. Kravet på tätningens egenskaper styrs av klassningen av massorna som icke-farligt avfall. Kravet för täckning av massor med icke-farligt avfall (deponi klass 2) är att tätskiktet skall släppa igenom mindre än 50 l/m²,år. (För massor med farligt avfall är motsvarande krav mindre än 5 l/m²,år).

Förutom täckningen finns möjlighet att begränsa markanvändningen och tillgängligheten för området genom en ändring eller komplettering av kommunens detaljplan. Restriktionerna kan även skrivas in i fastighetsboken. Detta förfarande säkerställer långsiktigheten för skyddsåtgärderna.

Genom att grundvattnet sänks inom norra upplaget kommer den konstaterade oljeföroreningen till större del än tidigare ligga över grundvattenytan. Halten av alifater och aromater i den mest oljeförorenade provtagningspunkten (4) överstiger riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM). Genom täckning begränsas urlakning och exponering, samtidigt som schaktning i förorenade massor förhindras (tillgängligheten begränsas). I samband med undersökningarna har inga spår av olja påträffats utanför norra upplaget. Utsläpp och efterföljande sanering skedde för mellan 30 och 40 år sedan. Med tanke på den konstaterade, begränsade spridningsbilden (jämför bild 3) bedöms risken för fortsatt spridning vara liten. En ökad syretillförsel till följd av grundvattensänkningen kan bidra till nedbrytning av föroreningen. Sammantaget ses inga miljömässiga nackdelar med att täcka och täta oljeförorenade massor.

Med de avgränsningar som presenteras i ritning M1001-101 beräknas ytan av de massor som bör täckas till:

Fyllning inom norra upplaget; yta: 2500 m²

Fyllning inom del av södra upplaget/vedupplag; yta: 1320 m²

Kostnad för terrassering, tätning och täckning av upplag, ca: 420 - 890 kr/m²
(Prisuppgift från Svenska Glasbruksföreningens metodbeskrivning (1)).

Kostnaden kan därmed beräknas till:

$$(2500 + 1320) \text{ m}^2 \cdot (420 \text{ till } 890) \text{ kr/m}^2 = \underline{1,6 \text{ till } 3,4 \text{ Mkr}}$$

Beräkningarna inkluderar ej urgrävning av förorening vid provtagningspunkt 11, då den åtgärden förutsätts genomföras oberoende av valt åtgärdsalternativ för upplagen. Kostnaden inkluderar ej heller särskilt omhändertagande av farligt avfall vid provtagningspunkt 2. Alternativet med täckning och tätning bör kombineras med avledning av grundvatten enligt tidigare beskrivning. Kostnaden för schaktning och läggning av dräneringsledning tillkommer med uppskattningsvis 100 - 200 kkr, beroende av mängden bergschakt. (Uppgift från lokal entreprenör).

Tätningen kan utföras med hjälp av geomembran med skyddande geotextil på ömse sidor. Geomembranet bör vara av HDPE eller PP med en tjocklek av minst 1,5 mm. Det är svårt att beräkna tätskiktets genomsläpplighet. För geomembran är det främst utförandet som är avgörande för tätheten hos den färdiga konstruktionen. Med ett korrekt utförande kommer dock kravet på 50 l/m²,år att kunna uppfyllas.

Behandling

I Svenska Glasbruksföreningens metodbeskrivning (1) har urgrävning eller täckning befunnits vara de mest lämpliga saneringsåtgärderna för glasbruk.

Jordtvättning bedöms inte vara lämplig som förbehandlingsmetod vid efterbehandling av glasbruksområden eftersom större delen av föroreningarna består av glaskross, som finns fördelade över alla kornstorlekar. Kostnaden anges till 850 kr/ton inklusive schakt, tvättning, omhändertagande av filterkaka etc.

Inte heller stabilisering och deponering bedöms vara användbar vid efterbehandling av glasbruksområden. Kostnaden anges till 700 kr/ton exklusive schaktning och omhändertagande av stabiliserade massor.

Solidifiering uppges kunna bli nödvändigt att använda på massor med en utlakning som är större än acceptanskriterier för deponering på deponier för farligt avfall. Kostnaden för solidifiering och deponering är dock mycket hög och anges till 1600-1700 kr/ton som totalkostnad.

Sammanfattning av åtgärdsförslag

Sammantaget framstår täckning och tätning av befintliga upplag som det lämpligaste åtgärdsalternativet ur miljömässig, teknisk och ekonomisk synpunkt. Täckning av norra upplaget och del av södra upplaget/vedupplaget bör utföras med minst den omfattning som anges i ritning M1001-101. Åtgärden bör kombineras med läggning av dräneringsledning med sträckning enligt samma ritning. Dräneringsledningen skall läggas på en tillräckligt låg nivå för att grundvattnet skall sänkas av till en nivå under fyllnadsmassorna i norra upplaget.

15. Bilagor och ritningar

Bilaga 1	Fältrapport resistivitetmätningar, daterad 2004-11-10
Bilaga 2	Protokoll från okulärbesiktning
Bilaga 3	Protokoll PID-mätning
Bilaga 4:1	Sammanställning av analysresultat
Bilaga 4:2	Analysprotokoll
Bilaga 5	Provuttag för laktest
Bilaga 6	Fotobilaga
G1001-101	Översiktlig ytkartering samt tidigare undersökningar, plan
G1001-102	Miljötekniska markundersökningar, plan
G1001-501	Miljötekniska markundersökningar, sektion
M1001-101	Åtgärdsförslag, plan

Växjö 2005-02-18

MARK & VATTEN INGENJÖRERNA AB



Fredrik Olsson



Mats Runeson

Referenser

- 1) Metodik för utredning av miljörisker och lämpliga åtgärder vid svenska glasbruk. (Svenska Glasbruksföreningen)
- 2) Metodik för inventering av förorenade områden, rapport 4918 (SNV)
- 3) Undersökning och fördjupad riskbedömning av fem glasbruk i Kalmar och Kronobergs län samt förslag på generell metodik för riskbedömningar vid glasbruk (Kemakta Konsult AB)
- 4) Bakgrundshalter i mark. Halter av vissa metaller och organiska ämnen i jord i tätort och på landsbygd, rapport 4640 (SNV)
- 5) Fälthandbok Miljötekniska markundersökningar, Rapport 1:2004 (Svenska Geotekniska Föreningen)
- 6) Geoteknisk fälthandbok, Allmänna råd och metodbeskrivningar, Rapport 1:96 (Svenska Geotekniska Föreningen)
- 7) Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer, Rapport 4889 (SNV)
- 8) Bedömningsgrunder för förorenade massor, RVF Utveckling 02:09, (Reningsverksföreningen)
- 9) Beskrivning till kartan över grundvattnet i Kronobergs län, Serie Ah (Sveriges Geologiska Undersökning)
- 10) Glas - Kultur - Samhällsdaning, 120 år i Hovmantorp (ABF och Svenska Fabriksarbetareförbundet i Kalmar och Kronobergs län)
- 11) Inventering av förorenade områden vid Glasbruk i Kalmar och Kronobergs län. (Länsstyrelsen i Kronobergs län)
- 12) Sammanställning av lakteter för oorganiska ämnen, Rapport 5207 (Naturvårdsverket)
- 13) Metallerna i miljön (B. Rosén)
- 14) Åtgärdsutredning med inriktning på metodutveckling för glasbruk, Svenska glasbruksföreningen (Envipro Miljöteknik AB)