



2018-08-08

## RISKBEDÖMNING

# Huvudstudie Älghults f.d. glasbruk

Framställd för:  
Sveriges geologiska undersökning



RAPPORT



**Uppdragsnummer:** 1659901

**Distributionslista:**

Sveriges geologiska undersökning (1 ex)

Golder Associates AB (1 ex)

Övriga Projektgruppen (1 ex)





## Innehållsförteckning

|             |                                                       |           |
|-------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b>  | <b>INLEDNING .....</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>2.0</b>  | <b>VERKSAMHETSHISTORIK.....</b>                       | <b>2</b>  |
| <b>3.0</b>  | <b>OMRÅDESBESKRIVNING .....</b>                       | <b>2</b>  |
| 3.1         | Geologi .....                                         | 4         |
| 3.2         | Grundvatten.....                                      | 6         |
| 3.3         | Recipient.....                                        | 7         |
| 3.4         | Skyddsvärden.....                                     | 7         |
| <b>4.0</b>  | <b>FÖRORENINGSSITUATIONEN .....</b>                   | <b>9</b>  |
| 4.1         | Analyser.....                                         | 9         |
| 4.2         | Jord.....                                             | 9         |
| 4.2.1       | Föroreningsutbredning .....                           | 13        |
| 4.3         | Grundvatten.....                                      | 18        |
| <b>5.0</b>  | <b>GEOFYSIK.....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>6.0</b>  | <b>GEOKEMISK KARAKTÄRISERING .....</b>                | <b>22</b> |
| 6.1         | Skakförsök.....                                       | 22        |
| 6.2         | Sekventiella lakförsök .....                          | 22        |
| 6.2.1       | Resultat.....                                         | 22        |
| 6.2.2       | Biotillgänglighet.....                                | 24        |
| <b>7.0</b>  | <b>ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL.....</b>                   | <b>26</b> |
| <b>8.0</b>  | <b>GENERELL RISKBEDÖMNINGSMETODIK .....</b>           | <b>27</b> |
| <b>9.0</b>  | <b>PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL.....</b> | <b>29</b> |
| 9.1         | Dimensionerande föroreningar .....                    | 29        |
| 9.2         | Skyddsobjekt .....                                    | 30        |
| 9.3         | Spridningsvägar.....                                  | 30        |
| 9.4         | Exponeringsvägar.....                                 | 30        |
| 9.5         | Konceptuell modell .....                              | 31        |
| <b>10.0</b> | <b>FÖRORENINGSSPRIDNING.....</b>                      | <b>31</b> |
| 10.1        | Spridning via grundvatten .....                       | 32        |



|             |                                                       |           |
|-------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 10.2        | Spridning till Lillån.....                            | 33        |
| 10.3        | Framtida spridningspotential.....                     | 35        |
| <b>11.0</b> | <b>PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN (JORD).....</b>          | <b>35</b> |
| <b>12.0</b> | <b>REPRESENTATIVA HALTER .....</b>                    | <b>38</b> |
| <b>13.0</b> | <b>RISKBEDÖMNING .....</b>                            | <b>39</b> |
| 13.1        | Människors hälsa.....                                 | 39        |
| 13.1.1      | Akut toxicitet (arsenik).....                         | 40        |
| 13.1.2      | Korttidsexponering .....                              | 43        |
| <b>13.2</b> | <b>MILJÖRISKER (MARKMILJÖ - BRUKSOMRÅDET).....</b>    | <b>44</b> |
| <b>14.0</b> | <b>OSÄKERHETER.....</b>                               | <b>45</b> |
| <b>15.0</b> | <b>SAMLAD BEDÖMNING.....</b>                          | <b>47</b> |
| 15.1        | Bruksmark.....                                        | 47        |
| 15.2        | Utfyllnadsområdet.....                                | 47        |
| 15.3        | Recipienten.....                                      | 47        |
| 15.4        | Bedömning av framtida förändringar av riskbilden..... | 47        |
| <b>16.0</b> | <b>REFERENSER.....</b>                                | <b>48</b> |

### TABELLFÖRTECKNING

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 1: Kemiska analyser .....                                                                                                              | 9  |
| Statistik över föroreningsituationen med avseende på metaller inom utfyllnads- respektive bruksområdet redovisas i.....                       | 12 |
| Tabell 2: Statistik över föroreningshalter i jord inom utfyllnadsområdet (mg/kg TS) .....                                                     | 12 |
| Tabell 3: Statistik över föroreningshalter i jord inom bruksområdet (mg/kg TS) .....                                                          | 13 |
| Tabell 4: Bedömningsgrunder för grundvatten (µg/l) .....                                                                                      | 18 |
| Tabell 5: Uppmätta maxhalter i grundvatten (µg/l) .....                                                                                       | 18 |
| Tabell 6: Mängdberäkningar för de två delområdena.....                                                                                        | 21 |
| Tabell 7: Föroreningsmängder (ton) .....                                                                                                      | 21 |
| Tabell 8: Biotillgänglighet, steg 1-3 (%).....                                                                                                | 25 |
| Tabell 9: Dimensionerande föroreningar .....                                                                                                  | 29 |
| Tabell 10: Årlig belastning från grundvatten (kg/år). De ämnen som har uppmätts i förhöjda halter i grundvattnet är markerade i fet stil..... | 32 |
| Tabell 11: Belastning i förhållande till totalhalt (kg) .....                                                                                 | 33 |
| Tabell 12: Årligt halttillskott på Lillån från grundvattnet i bruksområdet.....                                                               | 34 |
| Tabell 13: Avvikelse i scenarioparametrar för scenario PRV.....                                                                               | 36 |



|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 14: Envägskoncentrationer samt platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden (PRV-hälsa kroniska effekter) för metaller (mg/kg TS).....                  | 37 |
| Tabell 15: Envägskoncentrationer samt platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden utfyllnadsområde (PRV-hälsa kroniska effekter) för metaller (mg/kg TS)..... | 37 |
| Tabell 16: Riskkaraktärisering hälsa bruksområde (mg/kg TS).....                                                                                              | 39 |
| Tabell 17: Riskkaraktärisering hälsa utfyllnadsområde (mg/kg TS).....                                                                                         | 39 |
| Tabell 18: PRV arsenik akuttoxicitet (mg/kg TS).....                                                                                                          | 41 |
| Tabell 19: PRV arsenik akuttoxicitet (mg/kg TS).....                                                                                                          | 41 |
| Tabell 20: Korttidsexponering (mg/kg TS).....                                                                                                                 | 43 |
| Tabell 21: Riskkaraktärisering markmiljö bruksområde (mg/kg TS).....                                                                                          | 44 |

### FIGURFÖRTECKNING

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 4: SGUs karta över markens genomsläpplighet; gul = medelhög genomsläpplighet, grönt = låg genomsläpplighet.....                                   | 6  |
| Figur 6: Bruks- och utfyllnadsområde.....                                                                                                               | 10 |
| Figur 7: Situationsplan som visar placeringen av samtliga provpunkter inom undersökningsområdet. Resultaten redovisas i sin helhet i Fältrapporten..... | 11 |
| Figur 8: Antimon i jord och grundvatten.....                                                                                                            | 14 |
| Figur 9: Arsenik i jord och grundvatten.....                                                                                                            | 15 |
| Figur 10: Barium i jord och grundvatten.....                                                                                                            | 16 |
| Figur 11: Bly i jord och grundvatten.....                                                                                                               | 17 |
| Figur 12: Interpolerat utfyllnadsområde utifrån jordprovtagning samt geofysiska undersökningar.....                                                     | 20 |
| Figur 16: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening.....                                                                                        | 27 |
| Figur 17: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening inkl. olika typer av barriärer som kan minska eller eliminera risken.....                   | 28 |
| Figur 18: Konceptuell modell för Älgghults f.d. glasbruk.....                                                                                           | 31 |

### BILAGOR

#### BILAGA A

Uttagsrapport - Platsspecifika riktvärden



### 1.0 INLEDNING

Golder Associates AB (Golder) har av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) fått uppdraget att genomföra en huvudstudie över det f.d. glasbruket i Älgthult, Uppvidinge kommun. Rapportering inom huvudstudien görs i flera delrapporter. Föreliggande rapport utgör en riskbedömning som främst baseras på de undersökningar som utförts av Golder under 2016 och 2017. Arbetet har utförts och redovisats enligt Naturvårdsverkets riktlinjer och kvalitetsmanual.

Även följande tidigare utförda undersökningar har beaktats:

- Geolnova, 2006: Miljötekniska undersökningar Etapp 1, Älgthult.

Riskbedömningen omfattar de föroreningar som uppmätts i förhöjda halter inom det undersökta området, och som kan kopplas till den tidigare glasbruksverksamheten. En indelning görs i bruksområde och utfyllnadsområde. Det senare är ett område som är ca 4 500 m<sup>2</sup> och som har fyllts ut med restprodukter från glasproduktionen och även rivningsmassor från när bruksbyggnaderna revs. Med "undersökningsområdet" avses i rapporten nedan hela det aktuella området, d.v.s. bruks- och utfyllnadsområdet.

Målsättningen med föreliggande rapport är att ge en sammanfattande bild av föroreningssituationen och av eventuell pågående spridning samt att utreda huruvida några risker för negativa effekter på människors hälsa eller miljön föreligger.

Det aktuella området ligger i utkanten av samhället Älgthult. De gamla glasbruksbyggnaderna står kvar, och används i viss utsträckning för småskalig industriell verksamhet, vilket innebär att markanvändningen bedöms vara mindre känslig i enlighet med Naturvårdsverkets definition. Såvitt Golder erfar finns inga planer på ändrad markanvändning, men en översiktlig bedömning av hur riskbilden kan komma att förändras i ett långsiktigt framtida perspektiv utförs.

De kvarvarande byggnaderna har inte inkluderats i de utförda undersökningarna och föreliggande riskbedömning omfattar således inte potentiellt förorenade byggnadsmaterial.

I huvudstudien för projektet Huvudstudie Älgthults f.d. glasbruk ingår följande rapporter:

- Riskbedömning
- Fältrapport
- Översiktlig åtgärdsutredning
- Resultatrapport geofysik
- Sekventiella lakförsök



### 2.0 VERKSAMHETSHISTORIK

I Småland har en omfattande glasindustri funnits ända sedan 1700-talet. Området, som ofta kallas *Glasriket* består av de fyra kommunerna Lessebo och Uppvidinge i Kronobergs län samt Nybro och Emmaboda i Kalmar län. Ett hundratal glasbruk har varit i drift inom Glasriket sedan 1700-talet. Vid tillverkningen har såväl arsenik som antimon använts som luttringsmedel, bly använts som stabilisator i kristallglas och andra metaller (exempelvis kadmium) som pigment. Som en följd av detta har glasbruksområdena förorenats och vid ett flertal glasbruk finns såväl förorenad jord som deponier med glasavfall (glasskärv, glaskross m.m.)

Älghults glasbruk anlades 1933, och verksamhet bedrevs fram till 2002. På bruket producerades både sodaglas och kristallglas samt blyhaltigt glas. Före 1980-talet tillverkades egen mängd. Osäkra uppgifter gör gällande att produktionen av blyhaltigt glas avslutades någon gång under 1970-talet. Arsenik har använts som luttringsmedel, men ersattes med antimon i halvkristall 1990, och i helkristall 2001. Förutom bly, arsenik och antimon finns uppgifter om användning av mangan, krom, koppar och kobolt, för färgning av glaset.

Föroreningar som vanligen påträffas i anslutning till glasbruk är metaller som arsenik, bly och kadmium, men även andra såsom antimon, barium och bor. Vidare kan PAH förekomma, då verksamheten vanligen kräver höga temperaturer som uppnås genom eldning.

### 3.0 OMRÅDESBESKRIVNING

Älghults f.d. glasbruk ligger i den södra delen av Älghults samhälle, inom fastigheten Älghult 4:45, Uppvidinge kommun. Älghult ligger ca 5 mil öster om Växjö och har drygt 400 invånare.

De f.d. glasbruksbyggnaderna står kvar inom området. Ytorna runt omkring dem är generellt inte fullständigt asfalterade (dock delvis hårdjorda). De byggnader som fanns inom verksamheten var själva hyttan, ett sliperi, en transformatorstation och en gastank. Kemikaliehanteringen ägde rum i en källare under hyttan.

Norrut avgränsas området av en väg med bostadshus, belägen ca 80 meter från bruksområdet. Närmsta bostadshuset ligger ca 50 meter sydöst om området. Utfyllnadsområdet med glaskross, vilket har en brant slänt mot söder och gränsar mot ett sankt område som ligger rakt söder om utfyllnadsområdet. Blötare områden finns även väst och sydväst om bruksområdet.



- Drygt 100 m nordväst om undersökningsområdet finns enligt Länsstyrelsens MIFO-inventering ett sågverk med doppling (riskklass 2).
- Ca 700 m sydost om undersökningsområdet finns ett objekt som tilldelats riskklass 3 (glasindustri samt ytbehandling av trä).
- Ca 1,7 km österut, precis sydväst om Älgasjön, finns ett mindre industriområde med ett MIFO-objekt i klass 1 (ytbehandling av metaller), ett i klass 2 (bilvårdsanläggning) samt ett i klass 3 (verkstadsindustri utan halogenerade lösningsmedel)



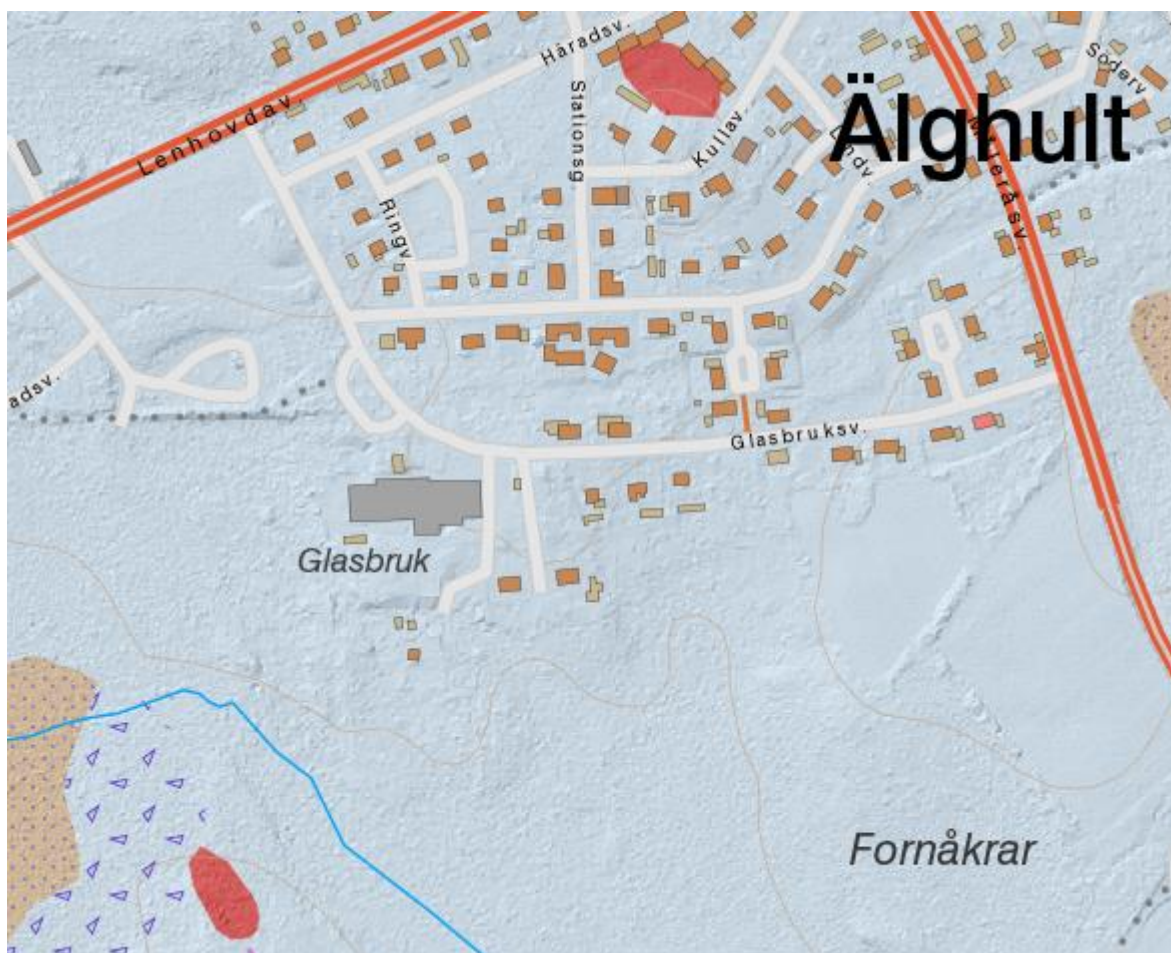


### 3.1 Geologi

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs den naturliga jordarten inom området av sandig morän, se Figur 2. Sydost om undersökningsområdet finns ett område med lite berg i dagen i anslutning till en blockrik yta och även en del kärrtorv. Berggrunden inom området utgörs i övrigt av smålandsgranit.

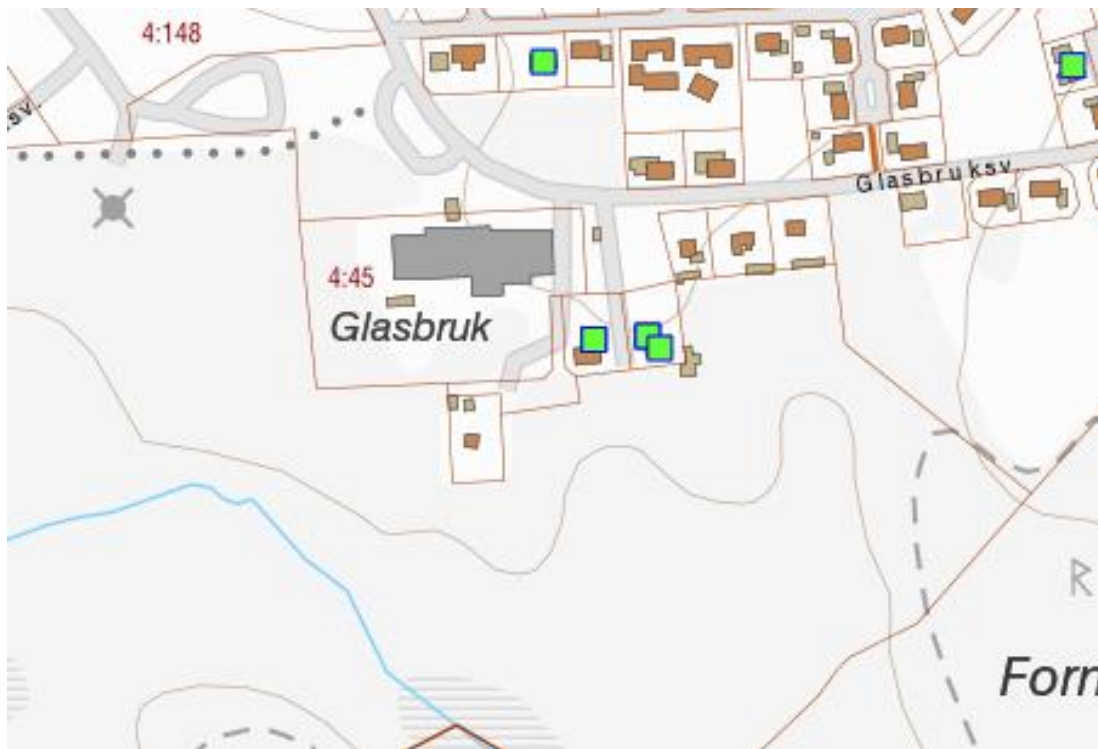
Den naturliga jord som påträffats i samband med utförda undersökningar utgörs i huvudsak av sandig morän, ofta med inslag av silt, men även av stenig sand. Fyllningen inom bruksområdet utgörs generellt av sand, ibland med inslag av mull. I utfyllnadsområdet noteras främst sand, uppblandad med glas och en del tegel. Djupet till berg är mellan ca 0,5 och 4 meter, baserat på fältnoteringar (även om borrhning till bergytan inte skett i alla provpunkter). Schaktning och provgrovsgrävning fick i flera fall avbrytas när stora stenar/block påträffades.

Fem energibrunnar nära undersökningsområdets sydvästra hörn har enligt SGUs kartvisare ett jorddjup på mellan 1 och 2 meter.



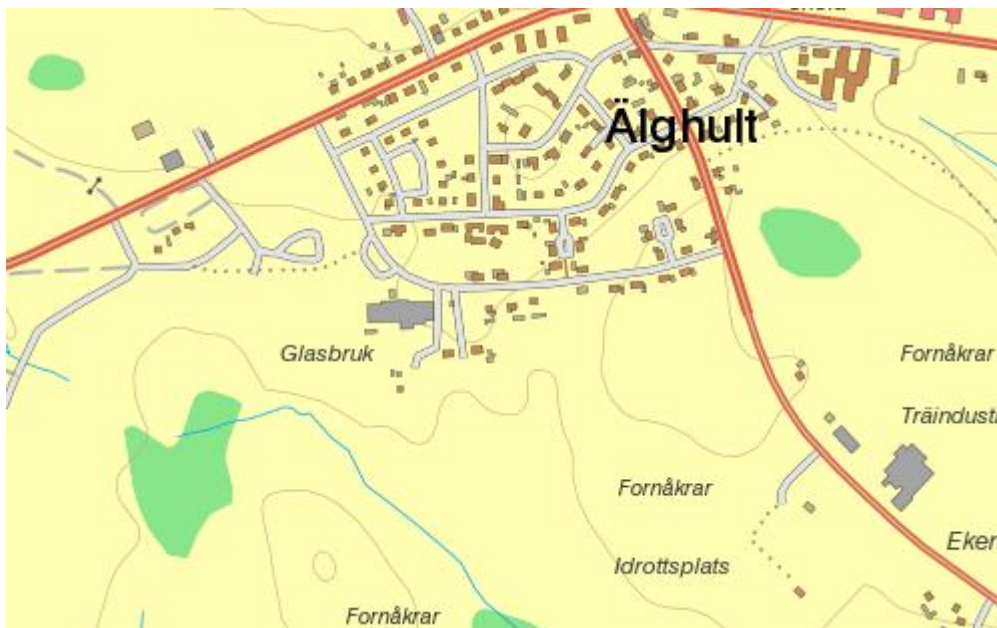
Figur 2: Utdrag från SGUs jordartskarta. Ljusblått = morän (sandig morän), rött = urberg, prickigt brunt = kärrtorv, lila punkter = blockrik yta.





Figur 3: Brunnar i närområdet enligt SGU:s kartvisare.

Gällande markens genomsläpplighet (i naturlig jord) visar SGUs kartvisare (Figur 4) att den är medelhög i området. Enligt den indelning av jordarternas genomsläpplighet som görs i Naturvårdsverkets rapport 4918 (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) indikerar sandig morän att jorden är genomsläpplig till normaltät (i storleksordningen  $1E-06$  till  $1E-08$  m/s). Fyllnadsmassorna är mycket heterogena, de utgörs av sand samt exempelvis rivningsmassor, tegel och glas. Sand har hög genomsläpplighet (i storleksordningen  $1E-03$  till  $1E-05$  m/s enligt NV4918), och uppblandningen med grova fyllnadsmaterial gör att den potentiellt är ännu högre.



Figur 4: SGUs karta över markens genomsläpplighet; gul = medelhög genomsläpplighet, grönt = låg genomsläpplighet

### 3.2 Grundvatten

Enligt SGUs kartvisare för grundvatten är uttagsmöjligheterna i urberget goda (mediankapacitet om 2000 till 6000 l/h), i ett stort område runt Älgåhult.

Topografin indikerar en övergripande sydlig/sydöstlig flödesriktning för grundvattnet, vilket styrks av observationer i fält och de utförda geofysiska undersökningarna. En höjdrygg föreligger i anslutning till glasbruksområdets södra del (se Figur 2). Denna indikerar att grundvattnet här skulle kunna flöda åt väster. Vattenfyllda bergssprickor påvisades ca 4 m u my vid två provpunkter (16GA07, norr om byggnaderna och 16GA06 i den sydöstra delen av undersökningsområdet), och det kan inte uteslutas att grundvattenspridning i berg kan ske via denna/dessa (under förutsättning att den är sammanhängande och vattenförande).

Merparten av grundvattenflödena bedöms avvattnas till den å som rinner drygt 100 meter söder om undersökningsområdet, och som mynnar i Lillån, ca två kilometer österut. Lillån mynnar i sin tur i Alsterån efter ca 3 km.

I syfte att kunna beräkna eventuell spridning av förorening från undersökningsområdet behöver ett utgående grundvattenflöde kvantifieras.

Då huvuddelen av fyllnadsmassorna bedöms ligga ovanför grundvattenytan under normala omständigheter bedöms grundvattenflödet genom det förorenade området bäst genom att uppskatta mängden grundvattenbildande infiltrerande nederbörd. Denna beräknas med hjälp av en enkel vattenbalanskvation enligt nedan, samt uppskattad områdesarea (för bruks- respektive utfyllnadsområdet).

$$R = P - E - \Delta s$$

Där  $R$  = grundvattenbildning,  $P$  = nederbörd,  $E$  = avdunstning och  $\Delta s$  = magasinförändringar.

Nederbördsdata har hämtats från SMHI (1981-2010), som anger en årsmedelnederbörd på ca 700 mm/år och en avdunstning på ca 500 mm/år. Parametern magasinförändringar kan i ett långsiktigt perspektiv sättas till noll. Sammantaget ger detta en grundvattenbildning om ca 0,2 m/år.



Multiplikeras denna siffra med arean för bruksområdet (ca 20 000 m<sup>2</sup>) respektive utfyllnadsområdet (4 500 m<sup>2</sup>) erhålls en uppskattning av grundvattenbildningen i respektive delområde:

$$R_{\text{bruksområde}} = 4\,000 \text{ m}^3/\text{år}$$

$$R_{\text{utfyllnadsområde}} = 900 \text{ m}^3/\text{år}$$

Se avsnitt 5.0 och Resultatrapport geofysik för vidare beskrivning av hur areorna för respektive delområde tagits fram.

### 3.3 Recipient

Älgkult ligger strax väster om Lillån, och undersökningsområdet ligger i utkanten av Lillåns avrinningsområde, se Figur 5. Medelflödet i den aktuella sträckan av Lillån är enligt SMHI 0,65 m<sup>3</sup>/s (flödesstatistik 1981-2010).



Figur 5: Översiktsskarta över delavrinningsområde "Mynnar i Ljungbyån" (SMHI Vattenweb).

### 3.4 Skyddsvärden

Närmsta identifierade ytvattenförekomst i VISS är Lillån, som rinner österut mot och genom Älgasjön. Närmsta ytvattendrag är en bäck som går ca 200 meter söder om området. Denna mynnar i Lillån ca 2 km längre bort, sydost om undersökningsområdet. Lillån avrinner i sin tur till Alsterån. Närmsta identifierade grundvattenförekomst ligger ca 5 km söder om det aktuella området, söder om Höneskruv.

Lillån bedöms i VISS i dagsläget uppfylla måttlig ekologisk status. Statusen är sämre än god på grund av fysisk påverkan, i form av tre definitiva vandringshinder och negativ påverkan på fårans form. Den kemiska statusen anges som ej god baserat på förekomst av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (som är vad som bedöms vara överallt överskridande ämnen). Ingen klassning har utförts med avseende på övriga kemiska parametrar.



Enligt SGUs brunnskarta finns inga brunnar inom en radie om minst 500 meter, och Älgkult är anslutet till kommunalt vatten.

Med hjälp av Länsstyrelsens webbGIS har följande ytterligare skyddsvärden identifierats i närheten av undersökningsområdet:

- Tre stycken identifierade fornlämningar ("fossil åker") ca 500 meter söder om det fd glasbruket. Något närmare ligger en s.k. "källa med tradition".
- En utpekad sumpskog finns ca 400 meter sydväst om undersökningsområdet.
- Närmsta utpekade badplats finns ca 2 km öster om området, i Älgasjön.



## 4.0 FÖRORENINGSSITUATIONEN

I föreliggande avsnitt redovisas resultaten från de undersökningar som utförts under 2016 och 2017. Dessa redovisas i sin helhet i Fältrapporten.

### 4.1 Analyser

De uttagna proverna har främst analyserats med avseende på metaller, i enstaka punkter även organiska ämnen (alifater, aromater, BTEX, PAH). Analyserna har utförts av ALS Scandinavia AB.

**Tabell 1: Kemiska analyser**

| Medium      | Analys                                   | Antal | Kommentar                                                                              |
|-------------|------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Jord        | M-KM1 + Hg +B                            | 20    | Analys av metaller/ grundämnen i bruksmark samt i ytliga lägen inom utfyllnadsområdet. |
|             | MG-2 + Sb+B                              | 14    | Analys av metaller/ grundämnen och oxider inom utfyllnadsområdet                       |
|             | OJ-21a                                   | 5     | Analys av PAH och oljekolväten i utfyllnadsområde och bruksmark.                       |
|             | Skakförsök enligt L/S 2 och L/S 10       | 6     | Material från utfyllnadsområdet (3 st)<br>Glas (3 st)                                  |
|             | Sekventiella lakförsök                   | 3     | Siktat utfyllnadsmaterial (1st)<br>Glas (1st)<br>Material från bruksområdet (1st)      |
| Grundvatten | V-2+Sb+B                                 | 4x10  | Analys av metaller/grundämnen vid 4 tillfällen (filterade prover).                     |
|             | Fluorid, klorid, Nitrit, bromid, sulfat. | 4x10  | Analys av lösta joner vid 4 tillfällen.                                                |
|             | OV12a                                    | 10    | GC-MS screening av semivolatila föreningar.                                            |

### 4.2 Jord

Med avseende på provtagning i jord delades undersökningsområdet in i två huvudsakliga delområden; bruksområdet och utfyllnadsområdet. Till bruksområdet räknas ca 20 000 m<sup>2</sup> runt om de gamla bruksbyggnaderna. Utfyllnadsområdet, som är ca 4 500 m<sup>2</sup>, är beläget direkt söder om byggnaderna, helt inneslutet av bruksområdet. De båda delområdena redovisas i Figur 6 nedan.

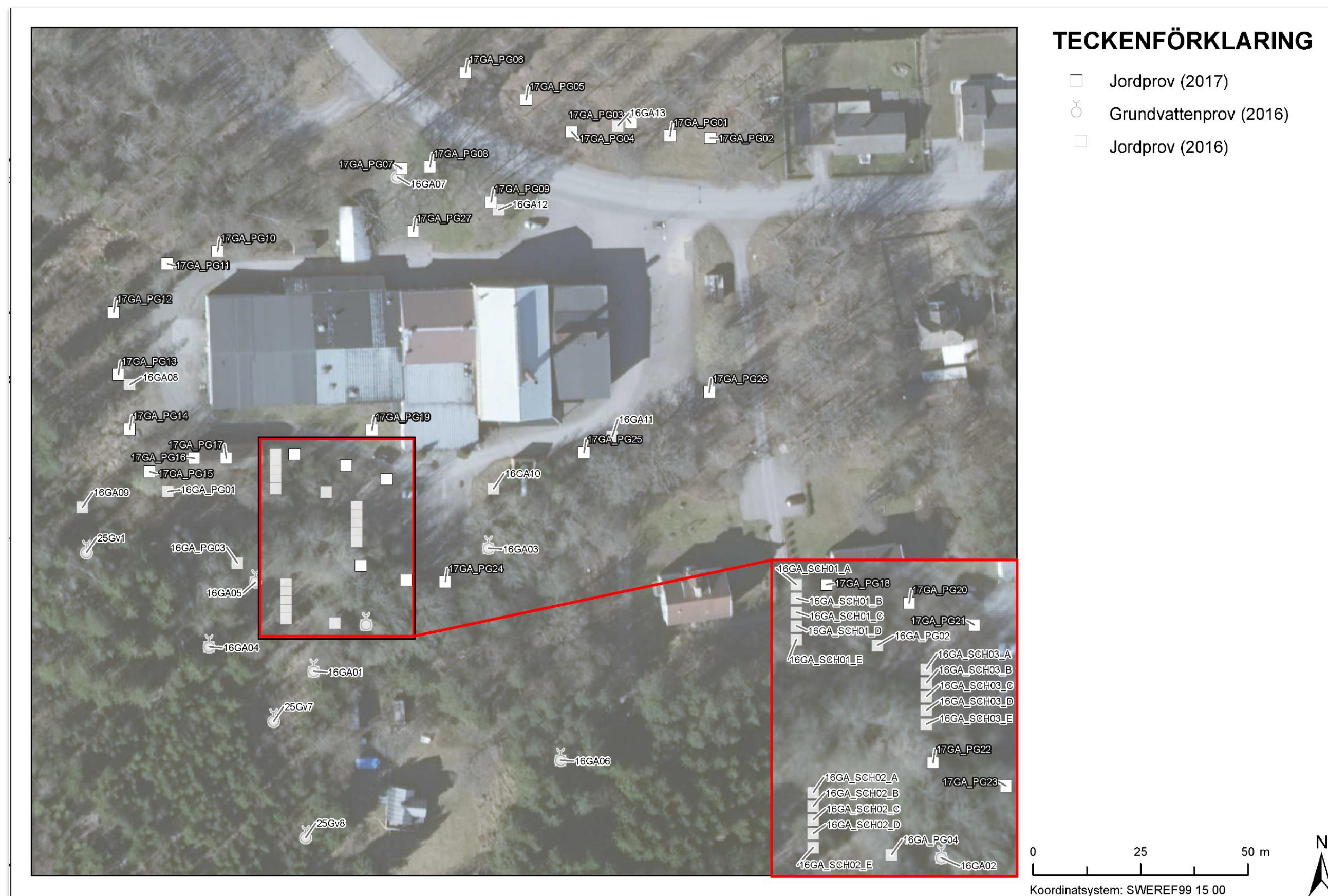




Figur 6: Bruks- och utfyllnadsområde

Provtagning av jord utfördes primärt under två veckor runt månadsskiftet november-december, 2016. Prover uttogs från bruksmarken och utfyllnadsområdet. Provtagningen inom utfyllnadsområdet utfördes främst genom att gräva provgropar/schakter medan bruksmarken till största del provtogs medelst skruvborrning (för att minimera markskador). Under oktober 2017 genomfördes ytterligare jordprovtagning inom undersökningsområdet då yttlig bruksmark provtogs i kompletterande provgropar. Dessa prover skickades inte till laboratorium för analys, utan analyserades endast med XRF. Samtliga provpunkter redovisas i Figur 7 samt i Fältrapporten.





Figur 7: Situationsplan som visar placeringen av samtliga provpunkter inom undersökningsområdet. Resultaten redovisas i sin helhet i Fältrapporten.



Statistik över föroreningssituationen med avseende på metaller inom utfyllnads- respektive bruksområdet redovisas i Tabell 2 och Tabell 3 nedan. Halterna jämförs med NV:s generella riktvärden för känslig respektive mindre känslig markanvändning samt med Avfall Sveriges bedömningsgrunder för farligt avfall (FA). Samtliga analyserade ämnen har inte tagits med i tabellen, utan endast tungmetaller samt ämnen som kan förväntas förekomma i anslutning till glasbruksverksamhet. För kompletta resultat hänvisas till Fältrapporten.

Vid beräkning av statistik har halter under laboratoriets rapporteringsgräns generellt ansatts som halva rapporteringsgränsen. Vid beräkning av UCLM95 i US EPAs program ProUCL hanteras halter under rapporteringsgränsen av programvaran.

Som konstateras i inledningen till föreliggande rapport är markanvändningen idag att betrakta som mindre känslig, varför NV-MKM utgör det mest relevanta jämförvärdet. Av konservativa skäl kommer dock samtliga ämnen som påvisats i halter över NV-KM inkluderas i riskbedömningen nedan.

**Tabell 2: Statistik över föroreningshalter i jord inom utfyllnadsområdet (mg/kg TS)**

| PARAMETER | ANTAL PROV | MIN  | MEDIAN | MEDEL | UCLM95 | MAX   | NV-KM | NV-MKM | 5*NV-MKM | FA       |
|-----------|------------|------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|----------|----------|
| As        | 20         | 34   | 1145   | 1850  | 3332   | 10300 | 10    | 25     | 125      | 1000     |
| B         | 20         | 4,7  | 49     | 146   | 255    | 607   |       |        |          |          |
| Ba        | 20         | 152  | 742    | 1101  | 1596   | 4250  | 200   | 300    | 1500     | 10000    |
| Cd        | 20         | 0,07 | 0,8    | 5,5   | 22     | 78    | 0,8   | 12     | 60       | 100/1000 |
| Co        | 20         | 3,6  | 6,6    | 7,5   | 8,9    | 20    | 15    | 35     | 175      | 100/2500 |
| Cr        | 20         | 7    | 39     | 44    | 56     | 130   | 80    | 150    | 750      | 10000    |
| Cu        | 20         | 12   | 37     | 194   | 855    | 3070  | 80    | 200    | 1000     | 2500     |
| Hg        | 20         | 0,03 | 0,1    | 0,6   | 1,8    | 5     | 0,25  | 2,5    | 12,5     | 1000     |
| Mo        | 20         | 0,3  | 1,2    | 1,1   | 1,3    | 2,9   | 40    | 100    | 500      | 10000    |
| Ni        | 20         | 5,8  | 18     | 22    | 28     | 67    | 40    | 120    | 600      | 100/1000 |
| Pb        | 20         | 23   | 540    | 5156  | 12164  | 32300 | 50    | 400    | 2000     | 2500     |
| Sb        | 20         | 2,8  | 11     | 32    | 88     | 222   | 12    | 30     | 150      | 10000    |
| V         | 20         | 12   | 39     | 54    | 77     | 262   | 100   | 200    | 1000     |          |
| Zn        | 20         | 52   | 149    | 248   | 258    | 1140  | 250   | 500    | 2500     | 2500     |

Av tabellen framgår att kraftigt förhöjda halter av arsenik och bly föreligger inom utfyllnadsområdet, och ställvis även av koppar. Dessa ämnen har uppmätts i halter över gränsvärdet för farligt avfall, för arsenik överskrider tolv av de 20 uppmätta halterna detta värde, för bly är motsvarande siffra sex. För koppar överstigs FA-värdet endast i en punkt, utöver det har inga halter över NV-MKM uppmätts, och endast i två provpunkter överstigs NV-KM.

Utöver dessa ämnen har barium, kadmium, kvicksilver, antimon, vanadin och zink påträffats i halter över NV-MKM och halterna av kobolt krom och nickel är högre än NV-KM. Utöver de metallanalyser som redovisas i tabellen ovan har organiska ämnen (alifater, aromater, BTEX, PAH) analyserats i tre provpunkter. I två av dessa uppmättes spår av tunga alifater samt PAH-M och PAH-H. Inga halter överskred NV-KM.

För bor (ett ämne som generellt kan kopplas till glasbruksverksamhet) har NV inte tagit fram några jämförvärden, men det är värt att notera att halterna i utfyllnadsområdet är klart högre än de i bruksområdet.





**Tabell 3: Statistik över föroreningshalter i jord inom bruksområdet (mg/kg TS)**

|    | ANTAL<br>PROV | Ref<br>(16GA13) | MIN  | MEDIAN | MEDEL | UCLM95 | MAX | NV-KM | NV-MKM | 5*NV-<br>MKM | FA       |
|----|---------------|-----------------|------|--------|-------|--------|-----|-------|--------|--------------|----------|
| As | 13            | 0,8             | 1,3  | 8,8    | 46    | 126    | 198 | 10    | 25     | 125          | 1000     |
| B  | 13            | <2              | 4,3  | 7,3    | 6,8   | 6,5    | 8,4 |       |        |              |          |
| Ba | 13            | 41              | 22   | 45     | 93    | 231    | 388 | 200   | 300    | 1500         | 10000    |
| Cd | 13            | <0,1            | 0,2  | 0,3    | 0,3   | 0,4    | 0,7 | 0,8   | 12     | 60           | 100/1000 |
| Co | 13            | 5               | 1,3  | 3,9    | 3,8   | 4,4    | 5,9 | 15    | 35     | 175          | 100/2500 |
| Cr | 13            | 17              | 3,5  | 9,5    | 12    | 24     | 43  | 80    | 150    | 750          | 10000    |
| Cu | 13            | 12              | 7,8  | 11     | 11    | 13     | 17  | 80    | 200    | 1000         | 2500     |
| Hg | 13            | <0,04           | 0,04 | 0,07   | 0,08  | 0,08   | 0,2 | 0,25  | 2,5    | 12,5         | 1000     |
| Mo | 13            | 0,3             | 0,2  | 0,4    | 0,5   | 0,6    | 1,1 | 40    | 100    | 500          | 10000    |
| Ni | 13            | 7,5             | 3    | 6,2    | 6,1   | 6,9    | 9,4 | 40    | 120    | 600          | 100/1000 |
| Pb | 13            | 10              | 12   | 28     | 32    | 41     | 67  | 50    | 400    | 2000         | 2500     |
| Sb | 13            | 0,2             | 0,2  | 1      | 1,4   | 2,1    | 5,3 | 12    | 30     | 150          | 10000    |
| V  | 13            | 15              | 5,3  | 17     | 15    | 18     | 22  | 100   | 200    | 1000         |          |
| Zn | 13            | 37              | 21   | 62     | 72    | 92     | 162 | 250   | 500    | 2500         | 2500     |

Inom bruksområdet har arsenik (fem analyser) och barium (en analys) uppmätts i halter över NV-MKM, och bly har påvisats över NV-KM. Inga halter över gränsvärdet för farligt avfall föreligger. I sju av de tretton provpunkterna var samtliga halter lägre än NV-KM. Organiska ämnen har analyserats i två provpunkter, inga halter över laboratoriets rapporteringsgräns uppmättes.

I referensprovet, taget inom gräsmattan norr om glasbruksvägen, uppmättes inga halter över NV-KM.

### 4.2.1 Föroreningsutbredning

För att visa på föroreningsutbredningen inom undersökningsområdet har haltkartor tagits fram för de ämnen som är mest förhöjda i förhållande till respektive jämförvärde och som tydligast bedöms kunna kopplas till den tidigare verksamheten, vilket i föreliggande fall är arsenik, barium, bly och antimon. I Figur 8 – Figur 11 nedan görs en uppdelning av resultaten i ytlig jord (< 1 m u my, mindre ringar) och mer djupliggande jord (> 1 m u my, större ringar). I vissa fall har provuttag skett på flera olika jorddjup i samma provpunkt. Om det finns fler än ett resultat i något av de angivna djupintervallen redovisas endast den högsta halten i figurerna nedan.

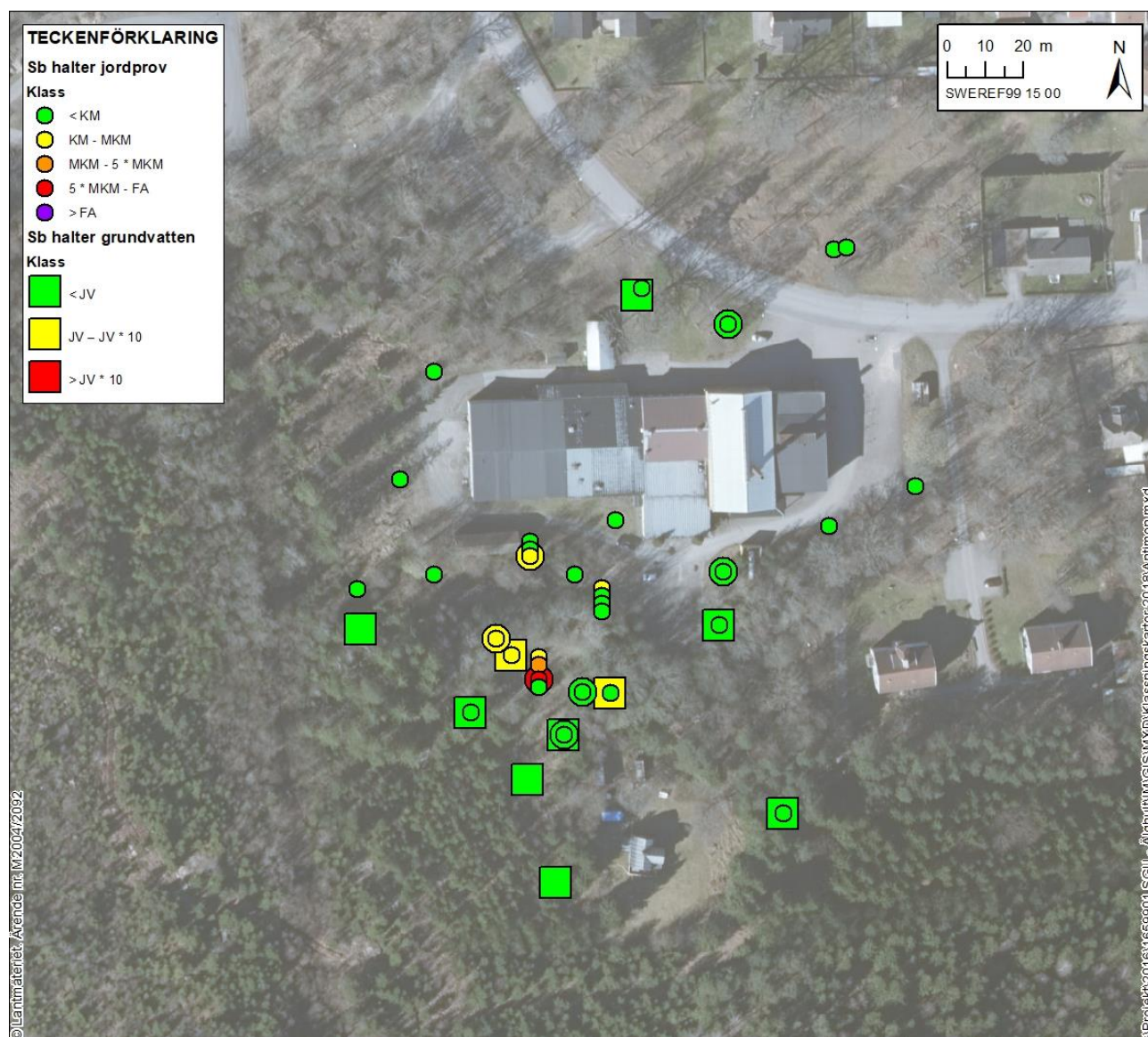
Av figurerna framgår att de förhöjda halterna generellt är koncentrerade till utfyllnadsområdet söder om byggnaden. Halterna av arsenik och bly är mest kraftigt förhöjda. Notera att även resultaten från grundvattenprovtagningen (se avsnitt 4.3) redovisas i figurerna. Med undantag för arsenik är halterna av de aktuella ämnena i grundvatten låga. För barium och bly har inga förhöjda halter påvisats, och för antimon är föroreningen tydligt avgränsad mot söder (grundvattnets övergripande flödesriktning).

Med avseende på föroreningsutbredning i djupled har inga provet från djupjord inom bruksområdet analyserats. I tre provpunkter har analys utförts på olika djup, och för de flesta ämnen är halterna i det ytligare provet generellt något högre. Med avseende på utbredning i ytled inom bruksområdet uppvisar merparten av proverna, inklusive ett taget i fyllnadsjord, inga halter över NV-KM. Förhöjda halter har generellt uppmätts i nära anslutning till utfyllnadsområdet, och föroreningsutbredningen bedöms därmed vara relativt väl avgränsad.



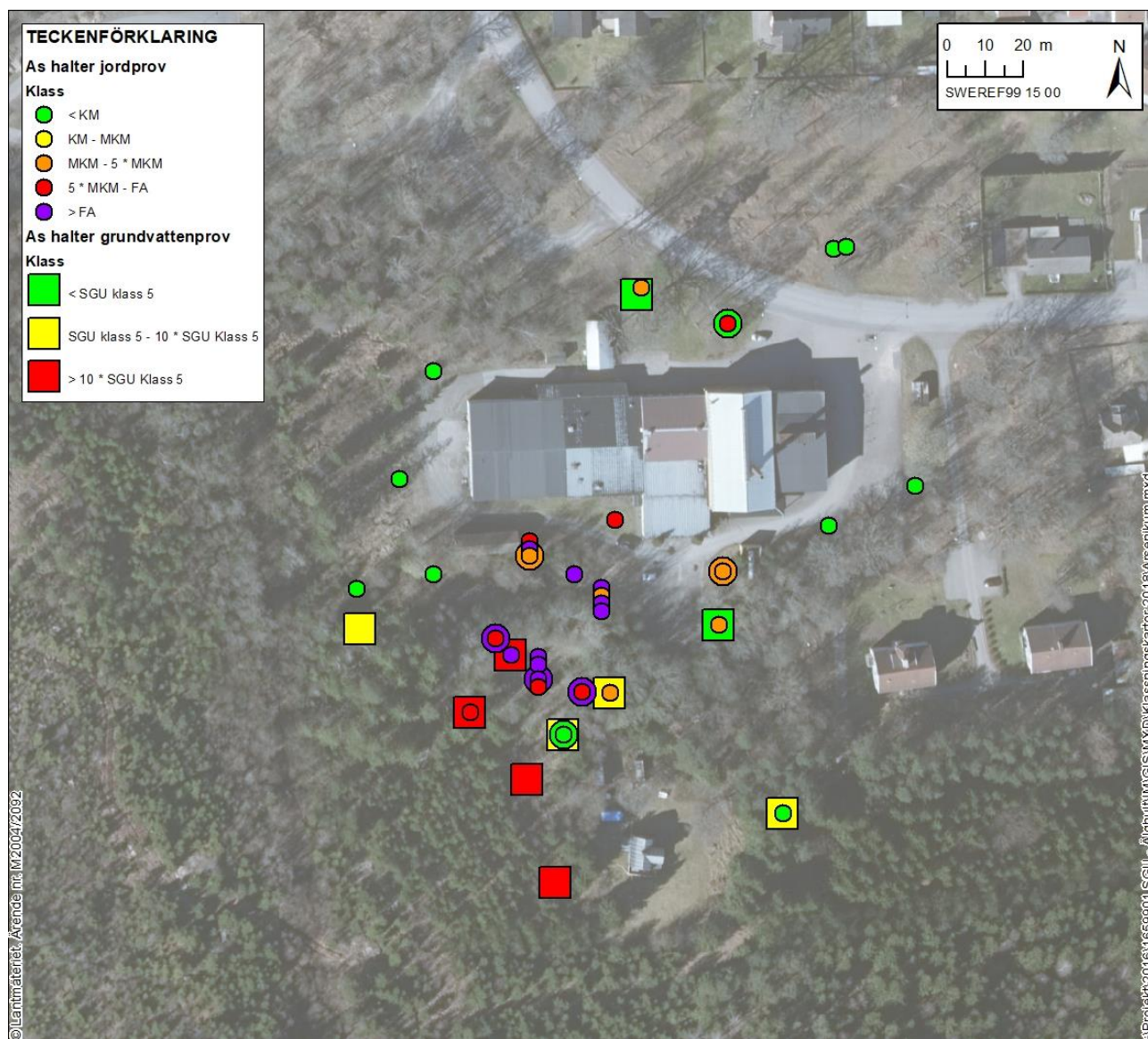
I utfyllnadsområdet har elva analyser utförts på ytlig jord, och tio på djupjord (ett av de analyserade proverna avser djupet 0,5 – 1,4 m u my och räknas därför två gånger, varför det totala provantalet blir 21). Överlag är halterna i djupjord och ytlig jord av samma storleksordning, exempelvis har arsenik och bly över gränsvärdet för farligt avfall uppmätts i hela jordprofilen. Den uppmätta maxhalten koppar har uppmätts i djupjord (2-2,5 m u my).

Inom utfyllnadsområdet har endast en analys utförts med avseende på underliggande naturlig jord (16GA02, i sydöstra delen av utfyllnadsområdet). Denna visade på halter av arsenik och barium över NV-MKM, övriga halter var lägre än NV-KM. Att berg påträffats i flera provpunkter indikerar dock att endast mindre volymer naturlig jord förväntas förekomma under fyllnadsmassorna.



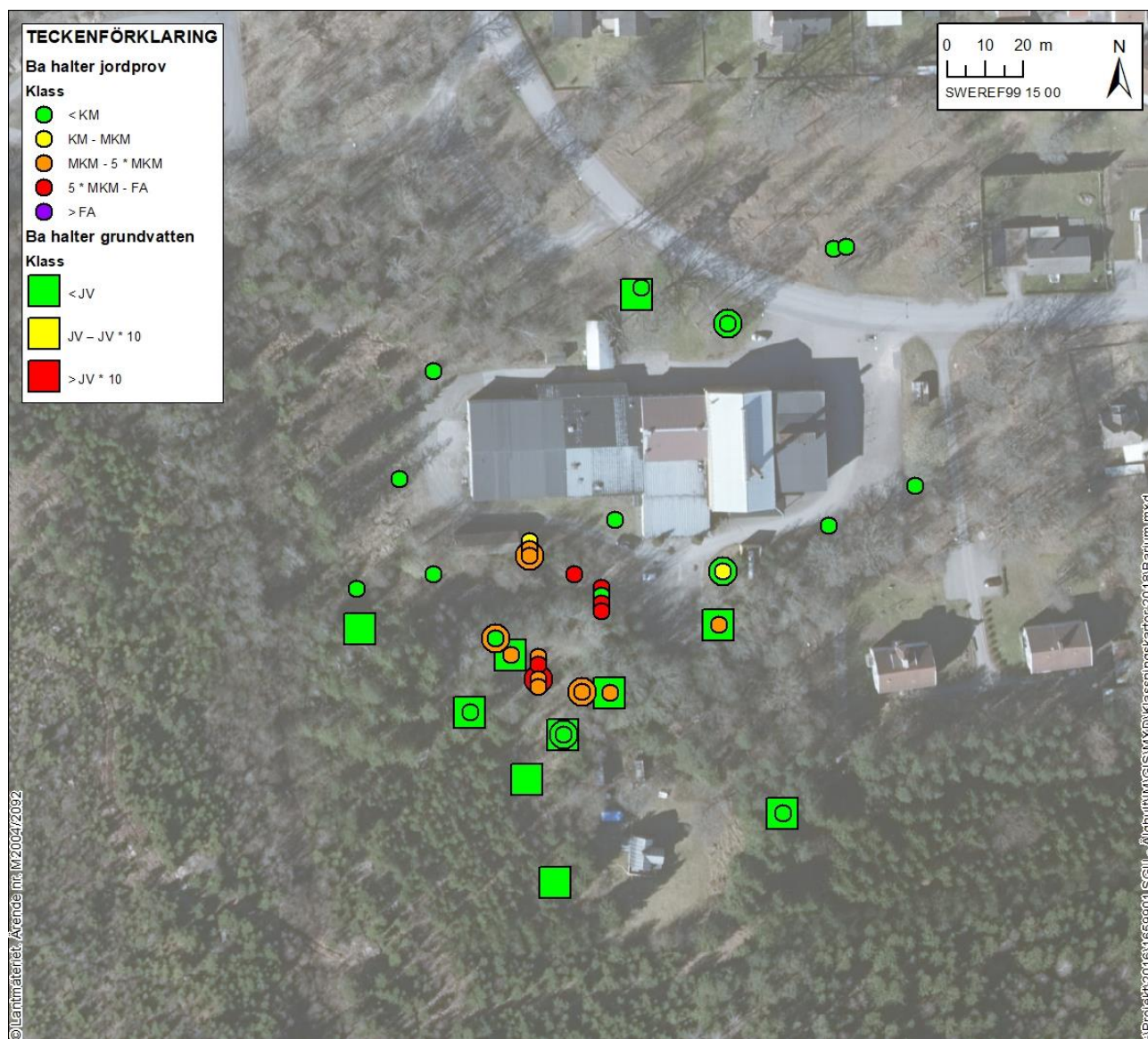
Figur 8: Antimon i jord och grundvatten



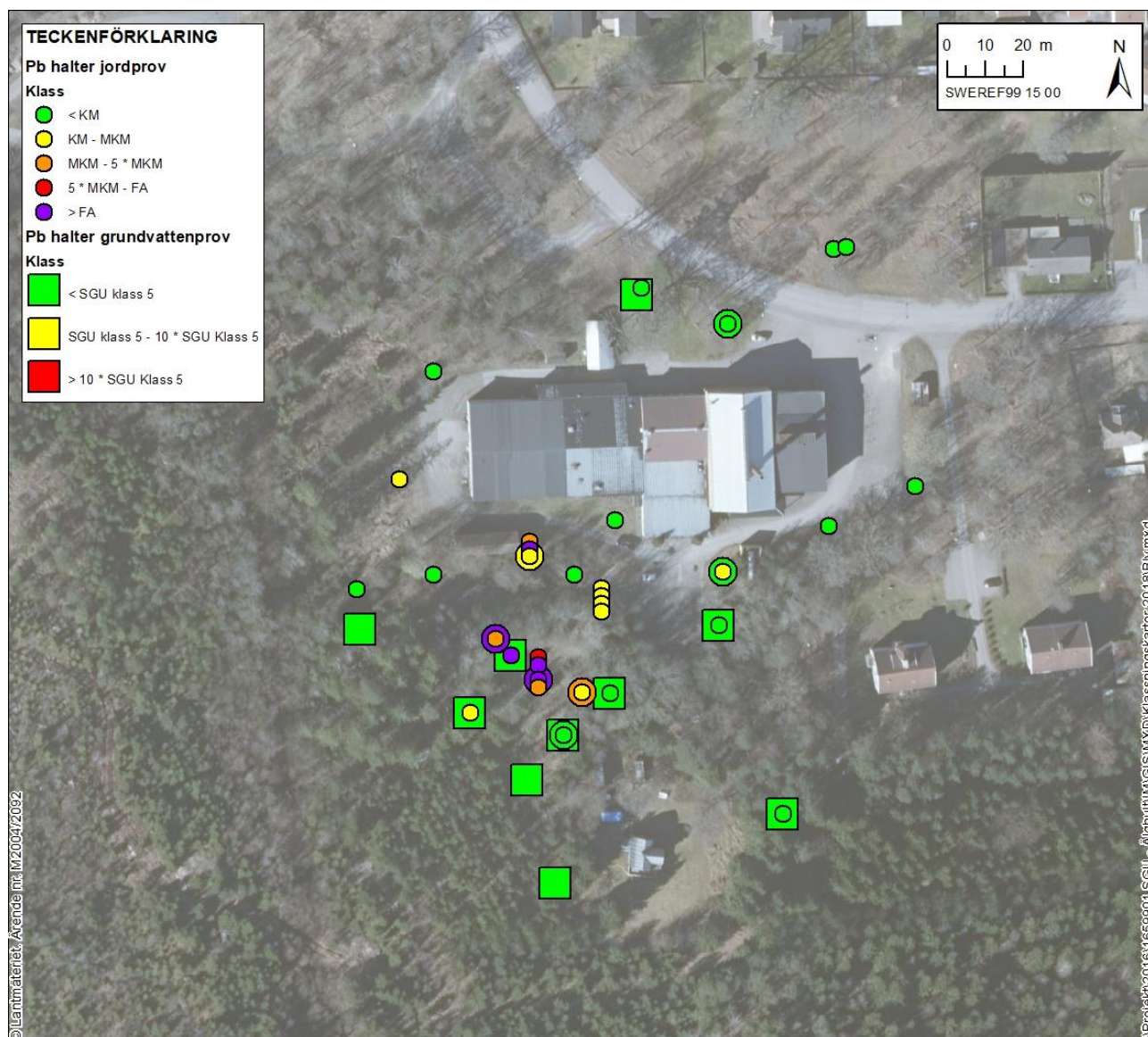


Figur 9: Arsenik i jord och grundvatten





Figur 10: Barium i jord och grundvatten



Figur 11: Bly i jord och grundvatten



### 4.3 Grundvatten

Provtagning i grundvatten har skett vid fyra tillfällen under 2017 (januari, maj, oktober och november); sex provpunkter i bruksområdet, tre i anslutning till utfyllnadsområdet och ett i släntfoten mot syd. Referensprov för grundvatten saknas.

De uppmätta halterna har i första hand klassats enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Där kan vattnet delas in i fem olika klasser, utifrån uppmätta halter, se Tabell 4. Gränsen mellan de två högsta klasserna (4 och 5) motsvarar generellt Svenska Livsmedelsverkets dricksvattenkriterium för respektive ämne. I andra hand har internationella dricksvattenkriterier använts, från exempelvis världshälsoorganisationen (WHO). Det bör dock noteras att grundvattnet i föreliggande fall främst bedöms som skyddsvärt som en möjlig spridningsväg till ytvatten, varför uppmätta halter även jämförts med ytvattenkvalitetskriterier.

**Tabell 4: Bedömningsgrunder för grundvatten (µg/l)**

| Klass   | 1      | 2          | 3         | 4         | 5     | Referens   |
|---------|--------|------------|-----------|-----------|-------|------------|
| As      | <1     | 1–2        | 2–5       | 5–10      | ≥ 10  | SGU        |
| Ba      |        |            |           |           | 700   | WHO        |
| Cd      | <0,1   | 0,1–0,5    | 0,5–1     | 1–5       | ≥5    | SGU        |
| Co      |        |            |           |           | 6     | US EPA RSL |
| Cr      | <0,5   | 0,5–5      | 5–10      | 10–50     | ≥50   | SGU        |
| Cu      | <20    | 20-200     | 200-1000  | 1000-2000 | ≥2000 | SGU        |
| Hg      | <0,005 | 0,005–0,01 | 0,01–0,05 | 0,05–1    | ≥1    | SGU        |
| Mn      | <50    | 50-100     | 100-300   | 300-400   | ≥400  |            |
| Mo      |        |            |           |           | 70    | WHO        |
| Ni      | <0,5   | 0,5–2      | 2–10      | 10–50     | ≥50   | SGU        |
| Pb      | <0,5   | 0,5–1      | 1–2       | 2–10      | ≥10   | SGU        |
| Zn      | <5     | 5-10       | 10-100    | 100-1000  | ≥1000 | SGU        |
| Sb      |        |            |           |           | 20    | WHO        |
| B       | <10    | 10-100     | 100-500   | 500-1000  | ≥1000 | SGU        |
| Fluorid | <400   | 400-800    | 800-1500  | 1500-4000 | ≥4000 | SGU        |

I Tabell 5 nedan redovisas uppmätt maxhalt i de provtagna grundvattenrören, oberoende av provtagnings-tillfälle. De uppmätta halterna är uppfärgade enligt den klassindelning som anges i Tabell 4. Se Fältrapporten för kompletta resultat.

**Tabell 5: Uppmätta maxhalter i grundvatten (µg/l)**

|    | 16GA02    | 16GA03 | 16GA05 | 16GA01  | 16GA04      | 25Gv1 | 25Gv7  | 16GA06 | 16GA07 | 25Gv8  |
|----|-----------|--------|--------|---------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|
|    | Utfyllnad |        |        | Slänfot | Bruksområde |       |        |        |        |        |
| As | 44,2      | 5,3    | 6760   | 71,3    | 479         | 48    | 508    | 98,9   | 1,83   | 190    |
| Ba | 99,5      | 154    | 28,7   | 28,8    | 30,8        | 87,6  | 43,8   | 32,6   | 37,4   | 32,6   |
| Cd | 0,0364    | 0,023  | 0,0422 | 0,0151  | 0,103       | 0,27  | 0,0367 | 0,064  | 0,444  | 0,0691 |
| Co | 1,86      | 0,595  | 0,178  | 2,7     | 1,58        | 0,195 | 0,646  | 0,588  | 7,32   | 0,852  |
| Cr | 2,11      | 1,21   | 0,259  | 0,442   | 12,3        | 0,221 | 3,26   | 0,325  | 0,269  | 3,98   |





|    | 16GA02 | 16GA03 | 16GA05 | 16GA01  | 16GA04 | 25Gv1   | 25Gv7  | 16GA06  | 16GA07 | 25Gv8  |
|----|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| Cu | 2,1    | 1,08   | 3,76   | 1,02    | 4      | 1,8     | 5,73   | 2,14    | 6,76   | 6,36   |
| Hg | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,00434 | 0,0272 | 0,00857 | 0,0252 | 0,00266 | 0,0103 | 0,0307 |
| Mn | 2690   | 799    | 58,9   | 1270    | 315    | 43,1    | 215    | 29      | 1620   | 198    |
| Mo | 2,33   | 1,57   | 23,5   | 2,68    | 1,08   | 0,52    | 1,98   | 0,779   | 0,638  | 1,01   |
| Ni | 3,76   | 1,26   | 1,35   | 1,8     | 2,29   | 1,18    | 1,6    | 0,344   | 2,15   | 2,2    |
| Pb | 0,376  | 0,0889 | 3,88   | 0,955   | 4,57   | 0,376   | 3,54   | 1,57    | 1,06   | 2,17   |
| Zn | 4,05   | 7,1    | 3,09   | 3,11    | 17,2   | 402     | 3,5    | 2,2     | 14,9   | 6,25   |
| Sb | 21,5   | 12,7   | 49,5   | 2,6     | 1,4    | 14,6    | 13,8   | 5,02    | 1,33   | 3,42   |
| B  | 227    | 277    | 994    | 257     | 264    | 72,2    | 646    | 92,6    | 25,1   | 315    |
| F  | 0,78   | 0,543  | 1,09   | 0,882   | 0,617  | 0,343   | 1,33   | 0,56    | 0,805  | 0,608  |

Av tabellen framgår att i utfyllnadsområdet har arsenik, mangan och antimon uppmätts i förhöjda halter. Halten arsenik i 16GA05 är mycket kraftigt förhöjd, vilket var fallet vid samtliga fyra provtagningsomgångar. I denna provpunkt var även arsenikhalten i jord kraftigt förhöjd.

Med avseende på bly, som uppmättes i ställvis kraftigt förhöjda halter i jorden inom utfyllnadsområdet, är halterna i grundvattnet överlag låga. Detta gäller även koppar som uppmättes i halt över FA-gränsen i en provpunkt.

Vissa provpunkter visar även på förhöjda manganhalter. Det är inte ovanligt att mangan föreligger i höga halter (i storleksordning motsvarande den inom det aktuella området), i grundvattnet på grund av de rådande naturliga förutsättningarna. I föreliggande fall saknas ett referensrör varför det inte går att förhålla de uppmätta halterna till en naturlig bakgrund. Röret 16GA07, där hög manganhalt uppmätts, ligger dock norr om byggnaden, d.v.s. uppströms utfyllnadsområdet i vad som bedöms vara grundvattnets övergripande spridningsriktning. Detta talar för att de påträffade höga manganhalterna har sitt ursprung i de naturliga berg- och jordarterna.

Med avseende på bruksområdet ligger grundvattenrören 16GA04, 25GV7, 25GV8 och 16GA06 söder om/nedströms utfyllnadsområdet, vilket även gäller för 16GA01, som är installerat i släntfoten direkt söder om utfyllnadsområdet. 25GV1 ligger rakt västerut från utfyllnadsområdet och 16GA07 ligger som kommenteras ovan i norr. Med undantag för mangan i släntfoten har endast arsenik uppmätts i förhöjda halter nedströms den huvudsakliga föroreningskällan. Dessa halter är kraftigt förhöjda i förhållande till använt jämförvärde, men de är en tiopotens lägre än den maxhalt som uppmätts inom utfyllnadsområdet.

Rören 16GA06 och 16GA07 är satta i berg, och resultaten visar därmed på föroreningshalterna i berggrundvatten.



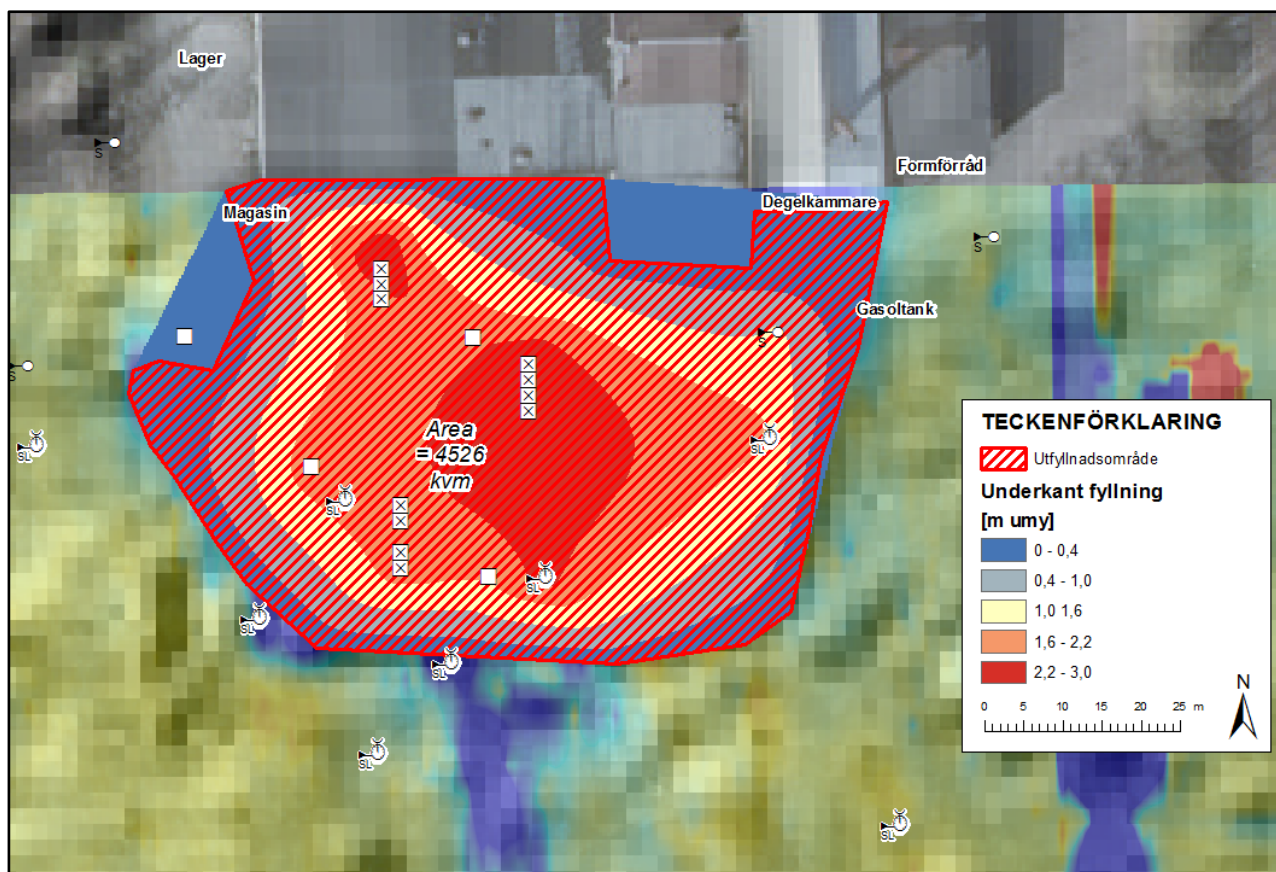


### 5.0 GEOFYSIK

Geofysiska undersökningar i form av resistivitmätningar och mätningar med stångslingram har utförts. Syftet med resistivitmätningarna var att avgränsa glasbruks- och utfyllnadsområdet i plan och djup samt ge ett underlag för efterföljande grundvattenstudier, såsom placering av grundvattenrör. Stångslingramen används för att bedöma utbredningen genom att mäta markens elektriska konduktivitet; mätningarna är mindre precisa och de utförs för att täcka ett större område.

I föreliggande avsnitt ges en sammanfattande redogörelse över resultaten, medan metodbeskrivning och kompletta resultat återfinns i Resultatrapport geofysik. Resultaten har utvärderats tillsammans med information från utförda miljötekniska undersökningar (som utförts efter de geofysiska undersökningarna), såsom provgroppsgrävning, schaktning och skruvborrning (se vidare i avsnitt 4.0).

Utbredning samt volym av olika fyllningstyper har uppskattats genom utvärdering av fältanteckningar samt utförda geofysiska undersökningar, resultatet redovisas i Figur 12 nedan.



Figur 12: Interpolerat utfyllnadsområde utifrån jordprovtagning samt geofysiska undersökningar.

Utfyllnadsområdet har avgränsats genom analys av fältanteckningar från utförda jordprovtagningar samt de geofysiska resultaten.

Arean har uppskattats till drygt 4500 m<sup>2</sup>. Täckningen inom utfyllnadsområdet är i medeltal ca 0,2 m mäktig och fyllningens underkant är belägen ca 1,2 m u my (medelvärde). Det ger en medelmäktighet av ca 1 m fyllnadsmaterial eller ca 4500 m<sup>3</sup>. För bruksområdet har arean uppskattats till ca 20 000 m<sup>2</sup> (se Figur 6 i



föregående avsnitt) och medeldjupet för fyllnadsmassor har satts till 0,5 m, vilket innebär att volymen fyllnadsmassor är ca 10 000 m<sup>3</sup>.

Baserat på ovanstående och en antagen densitet om 1,8 ton/m<sup>3</sup> har mängden förorenad jord beräknats. En sammanställning över dessa beräkningar redovisas i Tabell 6 nedan.

**Tabell 6: Mängdberäkningar för de två delområdena**

| Fyllningstyp     | Medeldjup<br>fyllnadsmassor<br>[m] | Area [m <sup>2</sup> ] | Volym [m <sup>3</sup> ] | Densitet<br>[ton/m <sup>3</sup> ] | Mängd [ton] |
|------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Bruksområde      | 0,5                                | 20 000                 | 10 000                  | 1,8                               | 18 000      |
| Utfyllnadsområde | 1                                  | 4 500                  | 4 500                   | 1,8                               | 8 100       |

Mängden förorenade massor samt de representativa föroreningshalterna (UCLM<sub>95</sub>, se även avsnitt 4.0) för bruksområde respektive utfyllnadsområde har använts för att uppskatta den totala mängden föroreningar i marken. Beräkningen har utförts för de ämnen där värdet för någon punkt överstiger NV-KM, i syfte att få en heltäckande bild av mängden förorening. Notera att för bruksområdet har endast arsenik, barium och bly uppmätts i halter över NV-KM.

**Tabell 7: Föroreningsmängder (ton)**

|    | Bruksområde | Utfyllnadsområde | Summa |
|----|-------------|------------------|-------|
| As | 2           | 27               | 29    |
| Ba | 4           | 13               | 17    |
| Cd | 0,007       | 0,2              | 0,2   |
| Co | 0,08        | 0,07             | 0,2   |
| Cr | 0,4         | 0,5              | 0,9   |
| Cu | 0,2         | 6,9              | 7,2   |
| Hg | 0,001       | 0,01             | 0,02  |
| Ni | 0,1         | 0,2              | 0,4   |
| Pb | 1,2         | 99               | 100   |
| V  | 0,3         | 0,6              | 0,9   |
| Zn | 1,7         | 2,1              | 3,7   |
| Sb | 0,04        | 0,7              | 0,8   |
| B  | 0,1         | 2,1              | 2,2   |

Av tabellen ovan framgår att de aktuella ämnena huvudsakligen föreligger i utfyllnadsområdet, trots att mängden massor där är betydligt mindre.



## 6.0 GEOKEMISK KARAKTÄRISERING

I syfte att utreda markens geokemiska egenskaper har sekventiella lakförsök utförts. Även skakförsök har utförts, i huvudsyfte att bedöma massornas lakegenskaper vid deponering.

### 6.1 Skakförsök

Sex stycken prover, uttagna från totalt tre provpunkter inom utfyllnadsområdet, har analyserats med avseende på lakbarhet genom skaktest med tvåstegslakning. Från varje provpunkt har ett prov bestående av främst glas och ett prov bestående av främst jord tagits ut för analys.

Resultaten från skakförsöken visar främst på utlakning i ett kortsiktigt perspektiv. I föreliggande fall har försöken i första hand utförts i åtgärdsförberedande syfte, för att bedöma om massorna utgör farligt avfall eller inte och därmed på vilken typ av deponi de kan läggas. För att bedöma huruvida utlakningen ger upphov till beaktansvärd spridning från området används istället resultaten från uppmätta halter i grundvattnet.

Resultaten från utförda skakförsök redovisas i Åtgärdsutredningen.

### 6.2 Sekventiella lakförsök

I syfte att ge en mer komplett uppfattning om hur metallerna sitter fördelade i marken och för att erhålla indikationer på ämnenas biotillgänglighet samt hur olika processer påverkar metallernas utlakning och fastläggningssegenskaper har sekventiella lakförsök utförts. Detta sker genom att olika kemikalier tillsätts till ett prov, för att efterlikna olika geokemiska miljöer. Försöken utförs genom att ett och samma prov utsätts för olika kemikalier i en rad sekvenser (därav namnet).

I föreliggande projekt har de sekventiella lakningarna utförts i fem olika steg, där olika kemikalier tillsatts i varje steg, för att motsvara utlakningen av olika ämnen fastlagda i olika fraktioner. De tre första stegen kan användas för att uppskatta andelen av ett ämne som är biotillgänglig.

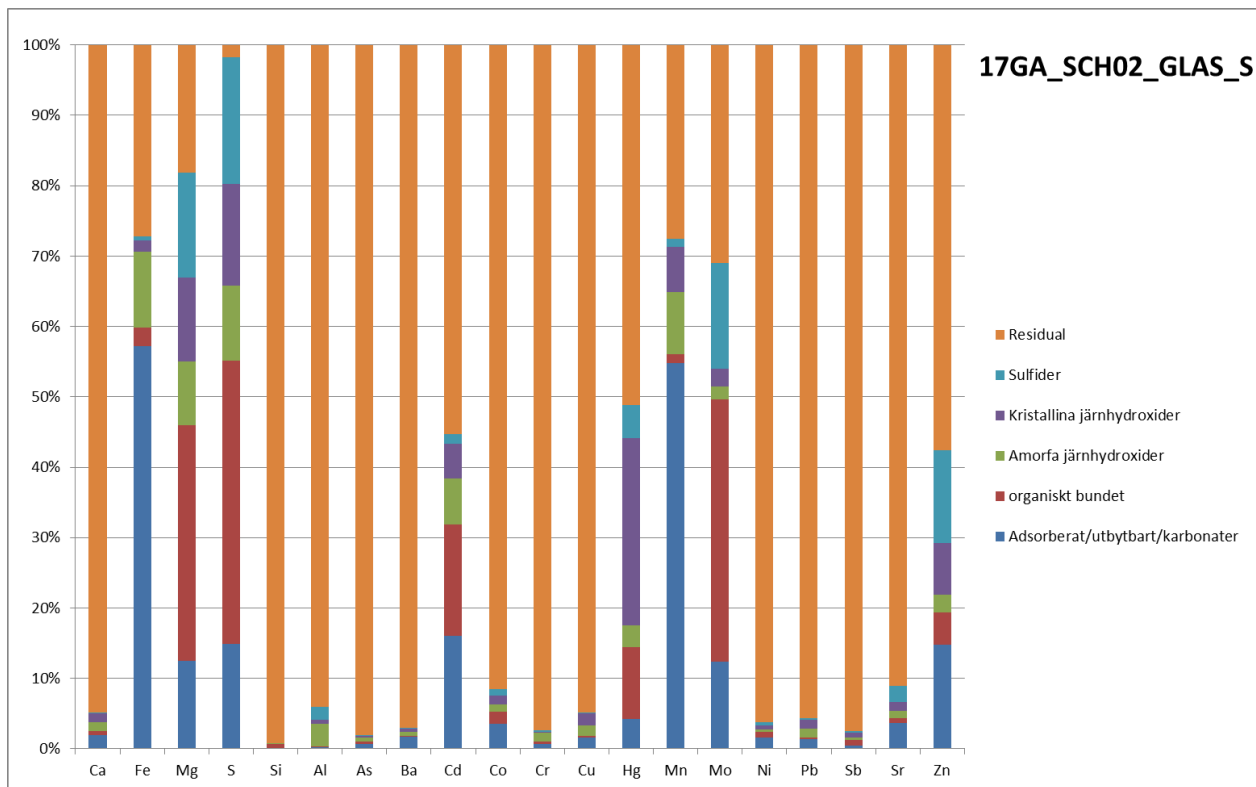
En närmare beskrivning av försöken samt kompletta resultat återfinns i PM Sekventiella Lakförsök. Nedan redovisas de resultat som är mest relevanta för riskbedömningen.

#### 6.2.1 Resultat

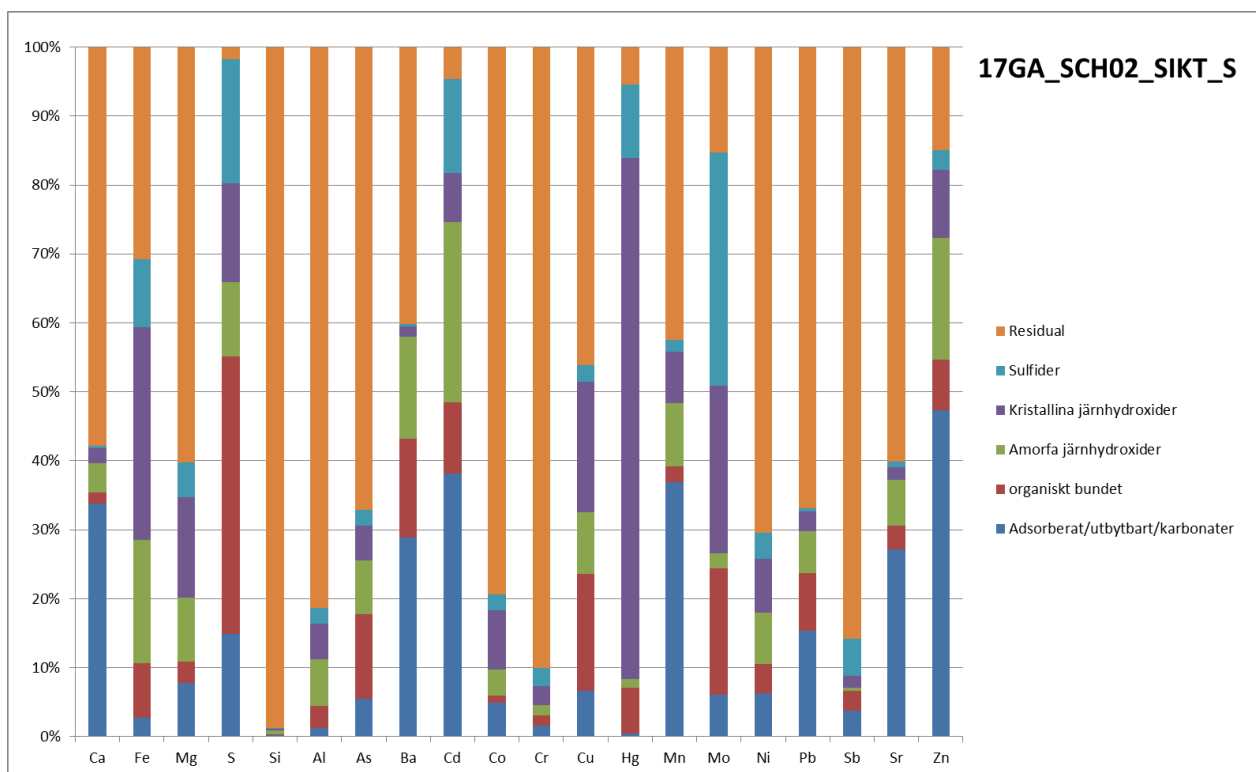
Totalt har tre sekventiella lakningar utförts; två på prover tagna från 16GA\_SCH02 i utfyllnadsområdet; ett som utgörs av glas och ett av siktad jord samt ett samlingsprov taget i bruksmarken. Resultaten pekar på att de ämnen som kan knytas till den tidigare glasbruksverksamheten är betydligt mer mobila i det blandade utfyllnadsmaterialet och i bruksmarken jämfört med glasavfallet.



## HUVUDSTUDIE ÄLGHULTS F.D. GLASBRUK

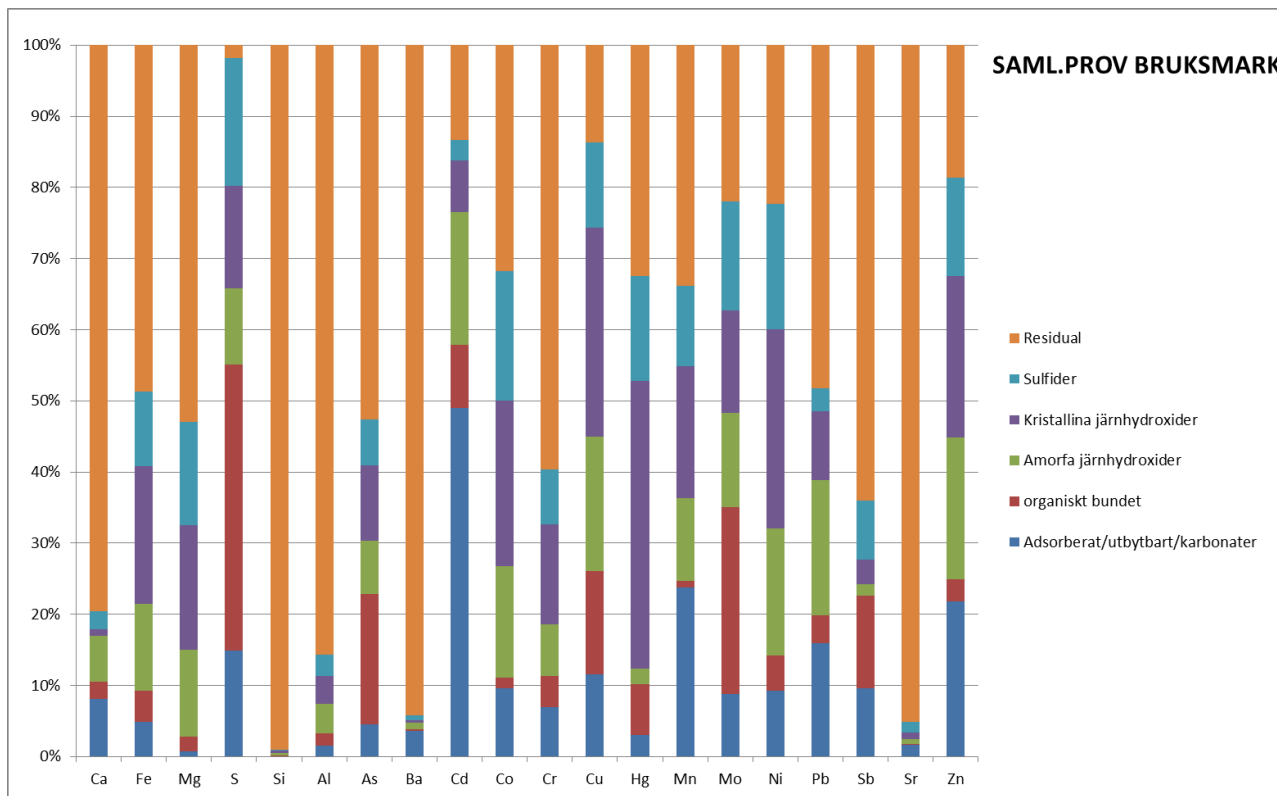


Figur 13: Resultat sekventiella lakningar. Metaller i glasmaterial.



Figur 14: Resultat sekventiella lakningar. Metaller i siktat material.





Figur 15: Resultat sekventiella lakningar. Metaller i samlingsprov från bruksområdet.

Resultaten visar att en stor andel av metallerna i prov som mestadels utgörs av glas (Figur 13) föreligger i residualfas, vilket innebär att de binder hårt till materialet och inte är benägna att laka ur. Detta gäller i hög grad för de metaller som påvisats i kraftigt förhöjda halter inom utfyllnadsområdet (arsenik, barium, bly, antimon).

Jämförs resultaten med lakningen som utförs på siktat material från samma provpunkt (se Figur 14) förefaller metallerna i detta material genomgående vara mer lättlakade. Detta gäller även för provet tagit inom bruksområdet (se Figur 15), även om mönstret skiljer sig något från det siktade utfyllnadsmaterialet.

### 6.2.2 Biotillgänglighet

Den andel av ett ämne som lakar ut under de tre första laksekvenserna kan representera det som är biotillgängligt. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av biotillgängligheten (uttryckt som en procentsats) för tungmetaller. Resultaten från de sekventiella lakningarna visar på att biotillgängligheten varierar stort mellan olika ämnen och olika typer av testat material.



**Tabell 8: Biotillgänglighet, steg 1-3 (%)**

|    | Utfyllnad - glas | Utfyllnad – siktat material | Bruksområde |
|----|------------------|-----------------------------|-------------|
| As | 1,6              | 26                          | 30          |
| Ba | 2,4              | 58                          | 4,7         |
| Cd | 38               | 75                          | 77          |
| Co | 6,3              | 9,7                         | 27          |
| Cr | 2,2              | 4,6                         | 19          |
| Cu | 3,3              | 33                          | 45          |
| Hg | 36               | 8,3                         | 12          |
| Mn | 65               | 48                          | 36          |
| Mo | 75               | 27                          | 48          |
| Ni | 2,8              | 18                          | 32          |
| Pb | 2,9              | 30                          | 39          |
| Sb | 1,6              | 7,2                         | 24          |
| Zn | 22               | 72                          | 45          |

Av Tabell 8 framgår att för glasmaterial från utfyllnadsområdet varierar biotillgängligheten mellan under 2 % (arsenik och antimon) till 75 % (molybden). Överlag uppvisar detta material lägst biotillgänglighet, även om undantag finns i form av kvicksilver, mangan och molybden. För de ämnen som primärt uppmätts i förhöjda halter (arsenik, antimon, barium och bly) är biotillgängligheten generellt låg i glasmaterial, som högst 3 % (för barium). Även kadmium har uppvisats i kraftigt förhöjda halter, för detta ämne är biotillgängligheten betydligt större.

För de prover som uttagits i siktat material från utfyllnadsområdet varierar biotillgängligheten mellan ca 5 % (krom) till 75 % (kadmium). För flertalet ämnen uppvisas större biotillgänglighet än i glasmaterialet, för flertalet ämnen är dock biotillgängligheten i samlingsprovet från bruksområdet högre.

Med avseende på de flesta ämnen (framför allt arsenik och bly, men även antimon, barium kadmium och koppar) bör det noteras att halterna inom utfyllnadsområdet är betydligt högre än de inom bruksområdet.



### 7.0 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

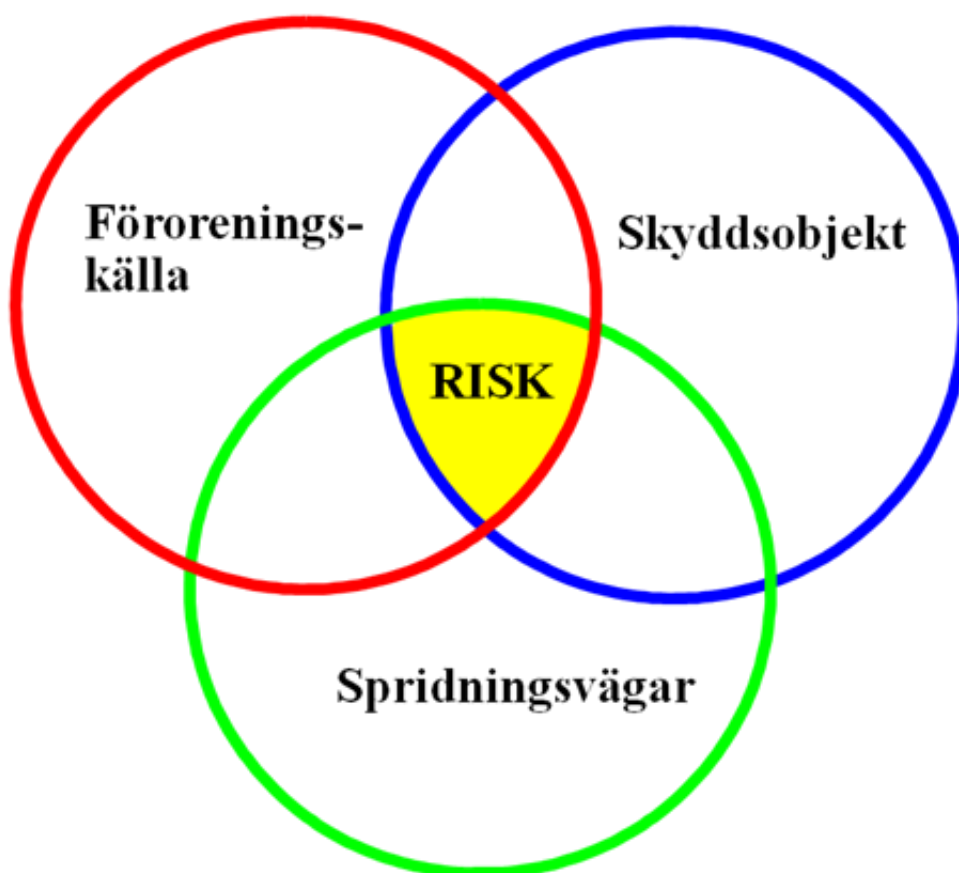
Övergripande åtgärds mål för markanvändning, skydd av hälsa och miljö samt skydd mot spridning till omgivningen har tidigare diskuterats fram inom ramen för glasrikesprojektet och har justerats minimalt för att passa Älgthult enligt följande:

- F.d. glasbruksfastigheten ska i framtiden kunna nyttjas på liknande sätt som idag, dvs. för lättare industriell och/eller kommersiell verksamhet.
- Föroreningar i byggnader, jord/fyllnadsmassor, grundvatten, sediment och ytvatten inom glasbruksfastigheten, och som härrör från den f.d. glasbruksverksamheten, ska inte innebära olägenheter eller oacceptabla risker för människors hälsa (såväl närboende, yrkesverksamma som besökande) eller miljö.
- Spridningen av föroreningar från glasbruksfastigheten och den f.d. glasbruksverksamheten ska inte ge upphov till någon olägenhet eller oacceptabla risker för människors hälsa eller miljön till följd av förorening av mark, inom- eller utomhusluft, ytvatten, grundvatten och vattentäkter i glasbruksobjektets omgivning.
- Områdets kulturmiljövärden ska vägas in vid planeringen av eventuella åtgärder.



### 8.0 GENERELL RISKBEDÖMNINGSMETODIK

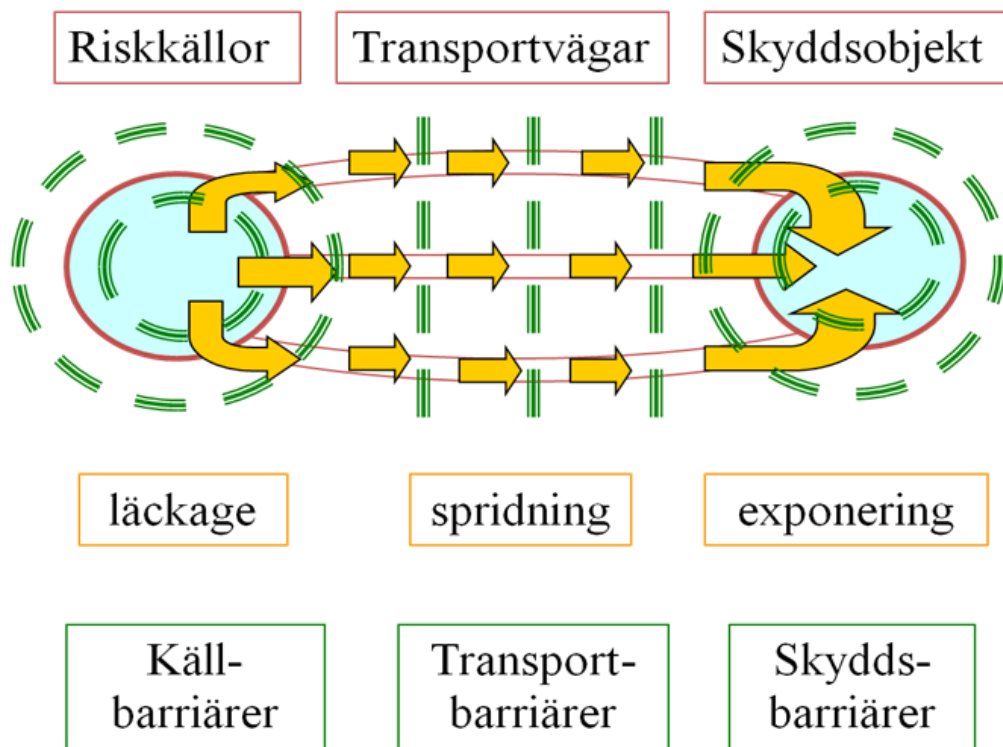
Risk uttrycks vanligen som sannolikheten för och konsekvensen av en händelse som kan medföra skada på skyddsobjekt, exempelvis människors hälsa eller miljön (NV, 2009a). För att ett förorenat område skall utgöra en risk krävs en föroreningskälla där föroreningen är tillgänglig eller kan transporteras till platser där ett skyddsobjekt kan exponeras (se Figur 16). För att en risk skall föreligga måste exponeringen vara av sådan omfattning att den kan ge upphov till negativ effekt på skyddsobjektet. Enbart förekomsten av en förorening innebär således inte automatiskt en risk för negativ påverkan. Enligt Naturvårdsverkets riskbedömningsvägledning (NV, 2009b) utförs en riskbedömning om avstämning mot bakgrundshalter eller andra tillämpliga jämförvärden indikerar att ett område är förorenat.



Figur 16: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening.

Även om det finns en föroreningskälla, ett skyddsobjekt och en spridningsväg däremellan kan det finnas olika former av barriärer som förhindrar eller begränsar skyddsobjekts exponering för föroreningen och därmed förhindrar att det föreligger någon risk för skyddsobjektet, se Figur 17.





Figur 17: Illustration av miljö-/hälsorisk av en förorening inkl. olika typer av barriärer som kan minska eller eliminera risken.

NV:s riskbedömningsmetodik utgörs av följande fyra moment:

- I **problembeskrivningen** identifieras och karaktäriseras de föroreningar som bedöms vara relevanta för riskbedömningen, liksom potentiella spridnings- och exponeringsvägar samt relevanta skyddsobjekt. Problembeskrivningen sammanfattas i en konceptuell modell som illustrerar hur potentiellt miljö- och hälsoskadliga ämnen från det förorenade området kan spridas till och exponera skyddsobjekten.
- I **exponeringsanalysen** beräknas eller uppskattas den representativa halt som skyddsobjekten exponeras eller kan komma att exponeras för. Den representativa halten är den halt som innebär den mest relevanta beskrivningen av föroreningssituationen (exponeringen) i ett område utan att risken underskattas. Beräkning av representativ halt görs vanligen med hjälp av statistisk bearbetning av analysresultat. Även faktorer som biologisk tillgänglighet, nedbrytbarhet och ackumulation kan inkluderas i exponeringsanalysen.
- I **effektanalysen** bestäms den föroreningshalt under vilken risken för negativa effekter bedöms som acceptabel. I en förenklad riskbedömning representerar vanligen riskbaserade jämförelsekriterier dessa negativa effekter. Dessa kriterier kan vara generella eller platsspecifika riktvärden för jord, dricksvattenkvalitetskriterier, riktvärden för skydd av akvatiskt liv etc. Dessa kriterier utgör då acceptabla risknivåer. I en fördjupad riskbedömning utförs ytterligare beräkningar och/eller modelleringar för att kvantifiera risken.
- **Riskkaraktäriseringen** omfattar en utvärdering av negativa miljö- och hälsoeffekter som kan orsakas av exponering från ett förorenat område och baseras i en förenklad riskbedömning vanligen på en jämförelse mellan representativa halter i olika medier eller en beräknad exponering och riskbaserade jämförelsekriterier. Vidare utreds eventuella osäkerheter som identifierats under arbetet med riskbedömningen.



### 9.0 PROBLEMBESKRIVNING OCH KONCEPTUELL MODELL

I föreliggande avsnitt redovisas en övergripande redogörelse över de aspekter som påverkar riskbilden. Denna tas fram med utgångspunkt i de avgränsningar och förutsättningar som beskrivs i avsnitt 1.0, de övergripande åtgärds målen (se avsnitt 7.0), relevanta föroreningar, identifierade skyddsobjekt samt spridnings- och exponeringsvägar. Uppgifterna sammanfattas i en konceptuell modell som den fortsatta riskbedömningen baseras på.

Som tidigare nämnts delas undersökningsområdet in i bruksområde respektive utfyllnadsområde. Markanvändningen inom dessa båda områden är likartad, men egenskaperna hos massorna i utfyllnadsområdet (som till stor del utgörs av glaskross) skiljer sig från massorna inom resten av undersökningsområdet (bruksområdet).

Vid upprättande av riskbedömningen kommer ett scenario motsvande markanvändningen idag beaktas, tillsammans med en översiktlig diskussion kring potentiella risker och eventuellt förändrad riskbild i ett mer långsiktigt perspektiv (istidsperspektiv) föras.

#### 9.1 Dimensionerande föroreningar

Den huvudsakliga föroreningskällan utgörs av glaskross, som främst finns i utfyllnadsområdet. Av beskrivningen av föroreningssituationen i avsnitt 4.0 framgår att området främst är förorenat med avseende på arsenik och bly, men även antimon, barium kadmium och koppar. Samtliga metaller som i någon punkt uppmätts i halter som överskrider de konservativt valda jämförvärden som redovisas i avsnitt 4.0 har inkluderats i riskbedömningen, men **fokus ligger på de ovan nämnda primära föroreningarna**. NV-KM används som jämförvärde i denna screening i syfte att inte riskera att missa någon förorening, trots att markanvändningen inom området är att betrakta som mindre känslig. Inga organiska ämnen har uppmätts i halter över NV-KM, och riskbedömningen fokuseras därmed enbart på metaller.

Ämnen som järn, mangan och aluminium har påvisats i förhöjda halter i grundvattnet. Dessa ämnen förekommer av naturliga skäl ofta i halter över t.ex. dricksvattenkvalitetskriterier. Förekomsten av järn och aluminium bedöms dock inte kunna kopplas till verksamheten, och dessa ämnen har därmed inte inkluderats i riskbedömningen. Det finns dock uppgifter om användning av mangan, som därför inkluderats av konservativa skäl.

Baserat på den screening-process som beskrivs ovan har följande föroreningar identifierats som relevanta för riskbedömningen (Tabell 9):

**Tabell 9: Dimensionerande föroreningar**

| Jord (bruksområde)   | Jord (utfyllnadsområde)                                                                                 | Grundvatten              |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Arsenik, barium, bly | Arsenik, (bor), barium, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly, antimon, vanadin, zink | Arsenik, mangan, antimon |



### 9.2 Skyddsobjekt

Nedan redovisas de skyddsobjekt som identifierats

#### Människor

- Människor som vistas inom området (arbetare och besökare) eller i närområdet. Risk kan föreligga vid exponering för förorenad jord, men även fysiska risker p.g.a. förekomst av krossat glas.
- Människor som nyttjar Lillån för rekreation

När det gäller människor som utför markarbeten inom området antas de vara medvetna om föroreningssituationen och vidta erforderliga åtgärder för att förhindra att de exponeras för föroreningar och glaskross.

#### Miljö

- Markmiljön inom bruksområdet. I utfyllnadsområdet bedöms skydd av markmiljön inte vara relevant, då fyllningen till stor del utgörs av krossat glas, vilket innebär att rikt markekosystem inte är att förvänta, oavsett föroreningsförekomst.
- Växter och djur inom området (bruks- och utfyllnadsområde) samt i närområdet. Djur som vistas inom området kan exponeras för föroreningar, men även glaskross (fysiska risker)
- Ytvatten som naturresurs samt vatten- och sedimentlevande organismer i Lillån
- Grundvatten som spridningsmedium. Då inga vattenbrunnar eller identifierade grundvattenförekomster finns i närområdet bedöms grundvattnet inom det aktuella området inte vara skyddsvärt i sig. Älgult är anslutet till kommunalt vatten och inget framtida grundvattenuttag är vad Golder erfar att förvänta.

### 9.3 Spridningsvägar

Följande potentiella spridningsvägar har identifierats:

- Utlakning från jord till grundvatten, och eventuellt vidare till ytvatten och senare sediment  
Förångning. Gäller flyktiga ämnen, i föreliggande fall endast kvicksilver.
- Ytavrinning.  
Damning. Det bör noteras att glaskross som föreligger främst inom utfyllnadsområdet är ett grovt material, vilket innebär minimal damning.
- Upptag i växter/andra levande organismer

Spridning av föroreningar kan även ske i samband med markarbeten. Människor som utför markarbeten antas vara medvetna om föroreningssituationen och vidta lämpliga åtgärder för att förhindra förorenings-spridning i samband med ingrepp i marken. .

### 9.4 Exponeringsvägar

Följande potentiella exponeringsvägar har identifierats. Dessa gäller generellt både människor och andra djur.

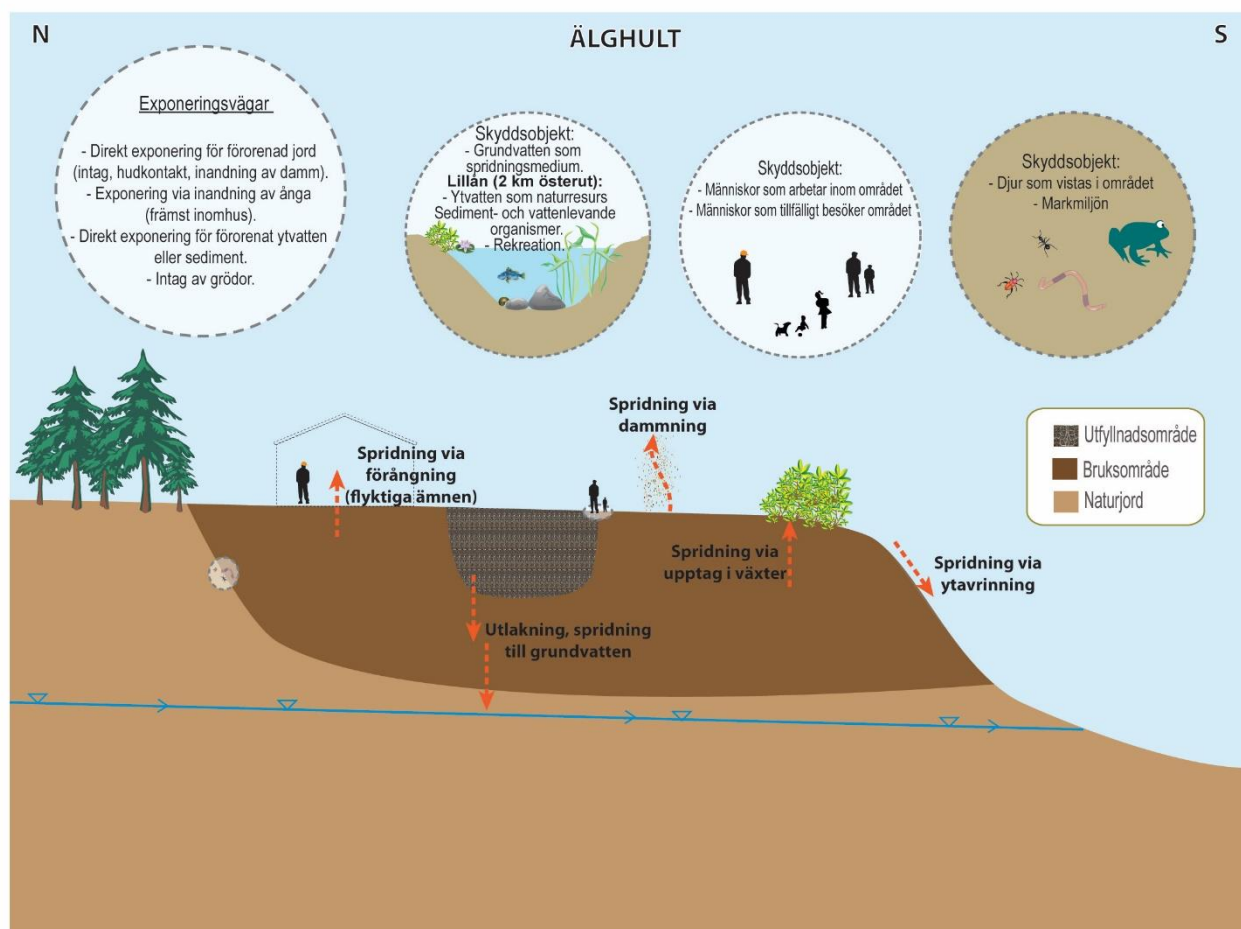
- Direkt exponering för förorenad jord (intag, hudkontakt, inandning av damm)
- Exponering via inandning av ånga (främst inomhus)



- Intag av grödor. Ingen odling av grödor sker, och det kan inte helt uteslutas att det finns bär eller svamp inom undersökningsområdet. Inga ätbara grödor har dock observerats i samband med platsbesök.
- Direkt exponering för förorenat ytvatten/sediment. I teorin kan potentiell exponering även ske via intag av fisk.

### 9.5 Konceptuell modell

I Figur 18 redovisas en konceptuell modell för Älgghults f.d. glasbruk. I figuren redovisas vilka skyddsobjekt som är aktuella samt hur dessa kan exponeras för förorening. Noteras bör dock att modellen inte avspeglar förhållandena mellan olika ytor och jorddjup så som de är i verkligheten.



Figur 18: Konceptuell modell för Älgghults f.d. glasbruk.

### 10.0 FÖRORENINGSSPRIDNING

I föreliggande avsnitt redovisas översiktliga beräkningar av föroreningsspridningen från det aktuella området, genom en beräkning av belastningen via grundvatten. Belastningsberäkningarna baseras på uppmätta halter i grundvatten och den grundvattenbildning som uppskattades i avsnitt 3.2.

Det är troligt att viss spridning via vind- och vattenerosion pågår då undersökningsområdet inte till sin helhet är asfalterat/hårdgjort. Det är dock till stor bevuxet, vilket förhindrar erosion. Området är också tämligen litet och väl avgränsat. Vidare är glaskrosset som föreligger främst inom utfillnadsområdet ett grovt material, vilket





innebär minimal damning. Sammanfattningsvis är eventuell pågående erosion svår att bedöma men bedöms som ringa, och har därför inte kvantifierats i spridningsberäkningarna nedan. Spridning i form av damning ingår även i NV:s beräkningsmodell, där denna spridningsväg tillsammans med spridning via förångning och upptag i växter beaktas när det gäller risker för människors hälsa.

### 10.1 Spridning via grundvatten

För belastningsberäkningen har medelvärdet för de grundvattenrör som finns inom respektive delområde använts som representativ halt. Medelvärdesberäkningen baseras av konservativa skäl på uppmätt maxhalt i respektive rör, oavsett mättillfälle. Belastningsberäkningen har utförts för samtliga ämnen som identifierats som dimensionerande för jord, i syfte att kunna redovisa den mängd som kan spridas från området. Som framgår av Tabell 9 är det dock bara arsenik, mangan och antimon som faktiskt uppmätts i förhöjda halter i grundvattnet, dessa ämnen har markerats i fet stil i tabellen nedan.

De representativa halterna i grundvattnet har tillsammans med den uppskattade grundvattenbildningen (se avsnitt 3.2) använts för att beräkna den årliga belastningen från de två delområdena. Denna uppgår till ca 4 000 000 liter/år för bruksområdet och 900 000 liter/år för utfyllnadsområdet.

**Tabell 10: Årlig belastning från grundvatten (kg/år). De ämnen som har uppmätts i förhöjda halter i grundvattnet är markerade i fet stil.**

|           | Utfyllnadsområde | Bruksområde |
|-----------|------------------|-------------|
| <b>As</b> | <b>2</b>         | <b>0,8</b>  |
| Ba        | 0,08             | 0,2         |
| Cd        | 0,00003          | 0,0006      |
| Co        | 0,0008           | 0,008       |
| Cr        | 0,001            | 0,01        |
| Cu        | 0,002            | 0,02        |
| Hg        | -                | 0,00006     |
| <b>Mn</b> | <b>1,1</b>       | <b>2,1</b>  |
| Ni        | 0,002            | 0,007       |
| Pb        | 0,001            | 0,008       |
| V         | 0,03             | 0,02        |
| Zn        | 0,004            | 0,3         |
| <b>Sb</b> | <b>0,03</b>      | <b>0,02</b> |
| B         | 0,4              | 1           |
| F         | 0,0007           | 0,003       |

Av tabellen framgår att för de flesta ämnen sprids en större mängd förorening från bruksområdet än från utfyllnadsområdet. Med undantag för de ämnen som föreligger i förhöjda halter (arsenik, mangan och antimon) är haltskillnaderna i grundvatten mellan de båda delområdena små, och då bruksområdet är betydligt större än utfyllnadsområdet blir belastningen därifrån större.

Ingen summa av belastningen från de båda delområdena har beräknats då utfyllnadsområdet i praktiken är kopplat till bruksområdet, vilket innebär att belastningen från undersökningsområdet representeras av den beräknade spridningen från bruksområdet.



I syfte att ge en grov uppskattning av hur stor andel av den totala föroreningsmängden som sprids från området årligen redovisas i Tabell 11 nedan en jämförelse mellan beräknad totalhalt och mängden som bedöms spridas med grundvattnet. Mangan och fluorid har inte analyserats i jord och saknas därför i tabellen nedan.

**Tabell 11: Belastning i förhållande till totalhalt (kg)**

|    | Mängd i<br>bruksområdet | Utgående med<br>grundvattnet | Andel (%) | Mängd i<br>utfyllnadsområdet | Utgående med<br>grundvattnet | Andel (%) |
|----|-------------------------|------------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|-----------|
| As | 2000                    | 0,8                          | 0,04      | 27000                        | 2                            | 0,007     |
| Ba | 4000                    | 0,2                          | 0,005     | 13000                        | 0,08                         | 0,0006    |
| Cd | 7                       | 0,0006                       | 0,009     | 200                          | 0,00003                      | 0,00002   |
| Co | 80                      | 0,008                        | 0,01      | 70                           | 0,0008                       | 0,001     |
| Cr | 400                     | 0,01                         | 0,003     | 500                          | 0,001                        | 0,0002    |
| Cu | 200                     | 0,02                         | 0,01      | 6900                         | 0,002                        | 3E-05     |
| Hg | 1                       | 0,00006                      | 0,006     | 10                           | -                            | -         |
| Ni | 100                     | 0,007                        | 0,007     | 200                          | 0,002                        | 0,001     |
| Pb | 1200                    | 0,008                        | 0,0007    | 99000                        | 0,001                        | 1E-06     |
| V  | 300                     | 0,02                         | 0,007     | 600                          | 0,03                         | 0,005     |
| Zn | 1700                    | 0,3                          | 0,02      | 2100                         | 0,004                        | 0,0002    |
| Sb | 40                      | 0,02                         | 0,05      | 700                          | 0,03                         | 0,004     |
| B  | 100                     | 1                            | 1         | 2100                         | 0,4                          | 0,02      |

Av tabellen ovan framgår följande:

- Generellt lakar endast en liten andel av den förorening som finns inom området med grundvattnet (för de flesta ämnen tusendelar till tiondelar av en procent av totalmängd) . Utifrån utförda undersökningar är bor i bruksområdet mest benäget att spridas.
- Mycket liten andel av den stora mängd bly som finns i utfyllnaden förefaller laka ur. Enligt tabellen föreligger samma mönster för koppar, men det är troligt att kopparmängden inom området är något överskattad, p.g.a. att en mycket hög (i förhållande till övriga mätvärden) maxhalt inverkar på beräkningen av UCLM<sub>95</sub>. Detta gör att jämförelsen med beräknad belastning är något osäker.
- Gällande typiska glasbruksföroreningar som arsenik och antimon verkar en mindre andel av föroreningarna laka från utfyllnadsområdet, vilket stämmer överens med resultaten från de sekventiella lakningarna, som visade på att dessa metaller binder hårt till främst glasmaterial.

## 10.2 Spridning till Lillån

Baserat på utförda undersökningar bedöms en stor del av grundvattenflödena gå till den å som rinner drygt 100 meter söder om undersökningsområdet, och som mynnar i Lillån, ca två kilometer österut. Flödet i ån är inte känt, men SMHI:s vattenwebb redovisar data för flödet i den aktuella sträckan av Lillån, som är den närmsta recipienten med identifierat skyddsvärde. I syfte att bedöma om belastningen från det aktuella området medför signifikant negativ påverkan på recipienten har därför ett mycket konservativt antagande gjorts, om att all förorening som lämnar bruksområdet hamnar i Lillån. Det i sig är mycket konservativt med



tanke på att fastläggning i mark då negligeras. Baserat på detta har ett teoretiskt halttillskott beräknats, baserat på siffrorna i Tabell 10 ovan och medelflödet i Lillån ( $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Resultaten redovisas i Tabell 12 nedan tillsammans med riskbaserade jämförvärden för ytvatten samt hur stor andel av dessa jämförvärden de beräknade halttillskotten utgör. Vad som bedöms vara ett acceptabelt halttillskott beror på omständigheterna, men det bör beaktas att det är sannolikt att Lillån påverkas även av andra föroreningskällor. Då ingen mätning utförts i Lillån går det inte att bedöma hur stor andel av de faktiska halterna som tillskottet från glasbruket utgör. Mätning i Lillån bedömdes vara irrelevant, på grund av det stora avståndet mellan undersökningsområdet och ån.

De uppmätta halterna jämförs i första hand med svenska riktvärden i form av miljökvalitetsnormer (MKN). Dessa avser filtrerade prover alternativt biotillgänglig halt. Med biotillgänglig avses den del av den lösta halten som beräknas tas upp av vattenlevande organismer, vilken med största sannolikhet är lägre än totalhalten löst ämne, som analyseras. Vidare tar MKN för bl.a. arsenik och zink inte hänsyn till naturlig bakgrund, d.v.s. de avser det antropogena tillskottet. För de ämnen där MKN saknas har internationella jämförvärden använts. Dessa har sökts hos norska miljödirektoratet, kanadensiska CCME samt i den amerikanska databasen RAIS.

**Tabell 12: Årligt halttillskott på Lillån från grundvattnet i bruksområdet**

|    | Beräknat halttillskott<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Jämförvärde ytvatten<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Halttillskottets andel<br>av jämförvärdet (%) | Referens<br>jämförvärde |
|----|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|
| As | 0,04                                          | 0,5                                         | 8                                             | MKN                     |
| Ba | 0,01                                          | 4                                           | 0,3                                           | RAIS                    |
| Cd | 0,00003                                       | 0,08                                        | 0,04                                          | MKN                     |
| Co | 0,0004                                        | 23                                          | 0,002                                         | RAIS                    |
| Cr | 0,0005                                        | 3,4                                         | 0,01                                          | MKN                     |
| Cu | 0,001                                         | 0,5                                         | 0,2                                           | MKN*                    |
| Hg | 3,00E-06                                      | 0,07                                        | 0,004                                         | MKN                     |
| Mn | 0,1                                           | 120                                         | 0,08                                          | RAIS                    |
| Ni | 0,0003                                        | 4                                           | 0,008                                         | MKN*                    |
| Pb | 0,0004                                        | 1,2                                         | 0,03                                          | MKN*                    |
| V  | 0,001                                         | 20                                          | 0,005                                         | RAIS                    |
| Zn | 0,01                                          | 5,5                                         | 0,2                                           | MKN*                    |
| Sb | 0,001                                         | 30                                          | 0,003                                         | RAIS                    |
| B  | 0,05                                          | 1500                                        | 0,003                                         | CCME                    |
| F  | 0,0001                                        | 120                                         | 8E-05                                         | CCME                    |

\*avser biotillgänglig halt

Av tabellen framgår att det beräknade halttillskottet generellt är lågt i förhållande till de lågriskvärden som använts som jämförvärden. Arsenik (det enda ämne som uppmäts i halter över jämförvärdet för skydd av grundvatten inom bruksområdet) är det ämne som baserat på resultaten i tabellen i teorin kan påverka Lillån mest.

Det är dock mycket osannolikt att all förorening från Älgthult hamnar i Lillån, dels når förmodligen inte allt grundvatten som bildas inom området ån och dels är det möjligt att det sker fastläggning av föroreningar innan grundvattnet når recipienten.



### 10.3 Framtida spridningspotential

Verksamheten inom området upphörde för mer än 15 år sedan, och den mest omfattande föroreningen ägde med stor sannolikhet rum betydligt tidigare än så. Under normala förhållanden bedöms därmed ett jämviktsläge råda, och inga markanta förändringar med avseende på föroreningsspridning är att förvänta. Om det sker omfattande ingrepp inom området, såsom schaktarbeten kan detta dock komma att förändras. Om förorenade massor friläggs kommer de att påverkas av luftens syre vilket ändrar de geokemiska förhållandena och föroreningar som i dagsläget är fastlagda kan bli mer mobila.

Resultaten från de sekventiella lakningarna visar att lakningen av både barium och bly i stor utsträckning inträffar under det första laksteget, vilket indikerar att dessa ämnens mobilitet ökar redan vid mindre sänkningar av pH. Arsenik förekommer generellt fastlagt till jordmaterial under pH-neutrala till sura markförhållanden samt i syresatta miljöer. Fastläggningen minskar med ökat pH samt under mer reducerande förhållanden. För antimon gäller generellt att mobiliteten ökar vid reducerande förhållanden och när pH är lägre än sju. Baserat på försöksresultaten kan i föreliggande fall dock ingen förekomstfas utöver residualfasen sägas vara signifikant, d.v.s ämnet förefaller vara hårt bundet i samtliga provtagna material.

Vidare kan klimatförändringar leda till förändringar gällande spridningsförutsättningarna inom det aktuella området genom att eventuellt ökad nederbörds mängd skulle kunna leda till ökad utlakning och spridning via grundvatten.

### 11.0 PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN (JORD)

I den riskbedömning som utförs nedan med avseende på föroreningar i jord jämförs de representativa föroreningshalterna med platsspecifika riktvärden (PRV) för mark, som har tagits fram med hjälp av Naturvårdsverkets riktvärdesmodell. Indata för mindre känslig markanvändning (NV-MKM) har använts som grund men med vissa modifieringar baserat på de platsspecifika förutsättningar som råder. Separata riktvärden har tagits fram för bruksområdet respektive utfyllnadsområdet.

Uttagsrapporterna från beräkningarna återfinns i BILAGA A. Modifieringarna redovisas nedan samt i Tabell 13. I tabellen anges för jämförelse även de antaganden som görs för NVs generella scenario för mindre känslig markanvändning.

Följande antaganden har gjorts vid beräkning av platsspecifika riktvärden (PRV):

- Människor som vistas inom området kan exponeras för föroreningar via intag av jord eller via inandning av damm. Då verksamhet bedrivs inom området har exponering motsvarande vad som ansätts i NVs generella scenario för mindre känslig markanvändning antagits.
- Exponering genom intag av dricksvatten har inte medräknats då inget dricksvattenuttag sker inom området. Något framtida uttag är vad Golder erfar heller inte troligt. Grundvattnet inom området bedöms endast vara skyddsvärt som spridningsväg från området, och bedöms separat i avsnitt 10.0.
- Platsspecifika data har använts för delområdenas längd och bredd.
- Skydd av markmiljö i bruksområdet har antagits i enlighet med MKM, dvs. att 50 % av alla markorganismer och markprocesser skall skyddas i hela den omättade zonen. För utfyllnadsområdet bedöms markmiljön inte vara skyddsvärd då sammansättning med stor andel glaskross innebär att förutsättningar för ett välfungerande markecosystem saknas.



- Genomsläpplig jord har ansatts för samtliga scenarier, utifrån vad som är känt om fyllnadsmassornas sammansättning. Det bör noteras att det inte bedöms som sannolikt att bostäder byggs direkt på fyllnadsmassorna i det framtida perspektivet, med tanke på den stora mängden glaskross i marken.

De antagande som gjorts redovisas övergripande i Tabell 13 nedan. Generellt är skillnaderna från NVs generella scenarion små.

**Tabell 13: Avvikelse i scenarioparametrar för scenario PRV.**

|                                      | Bruksmark  | Utfyllnad  | MKM        | Enhet             |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|-------------------|
| Intag av dricksvatten                | beaktas ej | beaktas ej | Beaktas ej |                   |
| Exp.tid barn - intag av jord         | 60         | 60         | 60         | dag/år            |
| Exp.tid vuxna - intag av jord        | 200        | 200        | 200        | dag/år            |
| Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm  | 60         | 60         | 60         | dag/år            |
| Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm | 90         | 90         | 90         | dag/år            |
| Exp.tid barn - inandning av damm     | 60         | 60         | 60         | dag/år            |
| Exp.tid vuxna - inandning av damm    | 200        | 200        | 200        | dag/år            |
| Andel inomhusvistelse - inandn. Damm | 1          | 0          | 1          | -                 |
| Exp.tid barn - inandning av ånga     | 60         | 60         | 60         | dag/år            |
| Exp.tid vuxna - inandning av ånga    | 200        | 200        | 200        | dag/år            |
| Andel inomhusvistelse - inandn. ånga | 1          | 0          | 1          | -                 |
| Andel växter från odling på plats    | 0          | 0          | 0          | -                 |
| Längd på förorenat område            | 150        | 70         | 50         | m                 |
| Bredd på förorenat område            | 150        | 70         | 50         | m                 |
| Skydd av grundvatten                 | utförs ej  | utförs ej  | utförs     |                   |
| Skydd av markmiljö                   | utförs     | utförs ej  | utförs     |                   |
| Markparametrar                       | genomsl.   | genomsl.   | normaltät  |                   |
| Flöde i rinnande vattendrag          | 0,03       | 0,03       | 0,03       | m <sup>3</sup> /s |

Bor saknas i NV:s riktvärdesmodell, och bedömningen att detta ämne är dimensionerande i föreliggande fall baseras på stora haltskillnader mellan analyser från bruksområdet respektive utfyllnadsområdet. I tidigare utförda huvudstudier för glasbruken i Björkå och Gadderås har Kemakta tagit fram platsspecifika riktvärden för bor med hjälp av naturvårdsverkets modell. Baserat på de data om Kemakta samlat in och NVs generella antaganden har platsspecifika riktvärden tagits fram för bor i utfyllnadsområdet. För bruksområdet har inga PRV tagits fram då den representativa halten är klart lägre än bakgrundshalten (som baseras på data från SGU och SLU).

NV:s riktvärden för skydd av människors hälsa byggs upp av s.k. envägskoncentrationer, vilka beräknas för de exponeringsvägar som identifierats i problembeskrivningen. Envägskoncentrationerna representerar den





halt av en förorening i jord där ingen negativ effekt på människans hälsa förväntas uppstå, för respektive exponeringsväg. De ger en uppfattning om vilken/vilka exponeringsvägar som är styrande vid beräkning av det hälsoriskbaserade riktvärdet, som bestäms utifrån en viktning av envägskoncentrationerna.

I Tabell 14 och Tabell 15 nedan redovisas envägskoncentrationer och sammanvägda hälsoriskbaserade riktvärden för bruksmark respektive utfyllnadsområde samt det framtida scenariot.

**Tabell 14: Envägskoncentrationer samt platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden (PRV-hälsa kroniska effekter) för metaller (mg/kg TS).**

|         | Envägskoncentrationer – bruksmark (dagsläge) |            |                |                | Sammanvägt hälsoriskbaserat riktvärde |
|---------|----------------------------------------------|------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| Ämne    | Intag jord                                   | Hudkontakt | Inandning Damm | Inandning ånga |                                       |
| Arsenik | 33                                           | 110        | 2000           | beaktas ej     | 25                                    |
| Barium  | 11000                                        | 230000     | 150000         | beaktas ej     | 10000                                 |
| Bly     | 800                                          | 16000      | 29000          | beaktas ej     | 600                                   |

Av tabellen framgår att för bruksområdet är intag av jord styrande för de aktuella ämnena.

**Tabell 15: Envägskoncentrationer samt platsspecifika hälsoriskbaserade riktvärden utfyllnadsområde (PRV-hälsa kroniska effekter) för metaller (mg/kg TS).**

|             | Envägskoncentrationer – utfyllnadsområde (dagsläge) |            |                |                | Sammanvägt hälsoriskbaserat riktvärde |
|-------------|-----------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|---------------------------------------|
| Ämne        | Intag jord                                          | Hudkontakt | Inandning damm | Inandning ånga |                                       |
| Antimon     | 3400                                                | 23000      | 22000          | beaktas ej     | 2600                                  |
| Arsenik     | 33                                                  | 110        | 1500           | beaktas ej     | 25                                    |
| Barium      | 11000                                               | 230000     | 110000         | beaktas ej     | 9900                                  |
| Bly         | 800                                                 | 16000      | 22000          | beaktas ej     | 600                                   |
| Kadmium     | 82                                                  | 16000      | 220            | beaktas ej     | 60                                    |
| Koppar      | 290000                                              | ej begr.   | 110000         | beaktas ej     | 79000                                 |
| Kobolt      | 800                                                 | 16000      | 11000          | beaktas ej     | 710                                   |
| Nickel      | 6800                                                | 140000     | 2800           | beaktas ej     | 1900                                  |
| Zink        | 170000                                              | ej begr.   | ej begr.       | beaktas ej     | 160000                                |
| Bor         | 230000                                              | ej begr.   | ej begr.       | beaktas ej     | 200000                                |
| Vanadin     | 5100                                                | 100000     | 110000         | beaktas ej     | 4700                                  |
| Kvicksilver | 52                                                  | 1000       | 8800           | 11             | 9                                     |

Även för utfyllnadsområdet är intag av jord dimensionerande för de flesta metallerna. Undantag utgörs av nickel och koppar, där inandning av damm är styrande för det sammanvägda riktvärdet samt kvicksilver, där inandning av ånga styr.

Det är värt att notera att NV:s beräkningsmodell utgår från att biotillgängligheten är 100 %, för samtliga ämnen. Baserat på de sekventiella lakförsök som redovisas i avsnitt 6.2 är biotillgängligheten för de aktuella ämnena



i allmänhet betydligt lägre. I riskbedömningen nedan kommer de representativa halterna jämföras med de PRV som anges i tabellerna ovan, och för de ämnen som föreligger i förhöjda halter kommer en mer fördjupad bedömning utföras, där biotillgängligheten beaktas.

Vidare gäller att människan exponeras för föroreningar även från andra källor (t.ex. via intag av livsmedel, dricksvatten), som inte härrör från det aktuella undersökningsområdet. NV ansätter att för flertalet ämnen är det acceptabelt av 50 % av exponeringen kommer från ett förorenat område. Detta beaktas i beräkningsmodellen.

### 12.0 REPRESENTATIVA HALTER

Representativa halter är de halter som bäst representerar föroreningssituationen inom ett område, utan att risken underskattas. De baseras företrädesvis på statistik över uppmätta halter, vilket mått som används beror på dataunderlagets storlek. I föreliggande fall har statistik beräknats över uppmätta halter i jord. Denna redovisas i avsnitt 4.0. Av de redovisade värdena har den övre 95-procentiga konfidensgränsen för medelvärdet (UCLM<sub>95</sub>) valts som representativ föroreningshalt, vilket rekommenderas av NV för en väldefinierad säkerhet för att inte underskatta risken. UCLM<sub>95</sub> kan sägas representera ett värde som det verkliga medelvärdet med 95 % sannolikhet underskrider. Att använda UCLM<sub>95</sub> som representativ halt i en riskbedömning innebär därmed att en jämförelse görs mellan det valda haltkriteriet och medelvärdet, med ett definierat säkerhetsintervall som bestäms genom beräkningen av UCLM<sub>95</sub>. Sannolikheten att den verkliga medelhalten är högre än UCLM<sub>95</sub> är 5 %, vilket är en nivå som bedöms vara acceptabel vad gäller riskbedömning av förorenade områden. I föreliggande fall har UCLM<sub>95</sub> beräknats med amerikanska Naturvårdsverkets (US EPA) programvara ProUCL, som ursprungligen togs fram just i syfte att beräkna statistiska intervall för analysvärden från ett förorenat område.

Representativa halter har tagits fram för hela jordprofilen. Ibland görs en indelning i djupled för att ta hänsyn till att skyddsobjekten (t.ex. människor och markmiljö) främst exponeras för ytlig jord. I föreliggande fall har dock inga stora skillnader noterats mellan ytlig och mer djupliggande jord, varken med avseende på analyserade halter eller typen av fyllnadsmassor. Detta tillsammans med det faktum att ett större antal analysresultat, vilket innebär större säkerhet vid statistisk bearbetning som ligger till grund för valet att beräkna halter baserat på samtliga provtagna jorddjup. Inom bruksområdet är fyllnadsmassornas mäktighet baserad på fältobservationer liten, och analyser har endast utförts på jord i lagret 0 – 1 m u my.

För bedömning av akuttoxicitet och korttidseffekter, där NVs riktvärden avser enstaka exponering, har uppmätta maxhalter ansatts som representativa halter. Om maxhalten är uppmätt i djupliggande jord görs även en bedömning utifrån den högsta halten i ytlig jord (< 0,5 m u my).

För grundvatten är antalet provpunkter betydligt mindre, vilket innebär att underlaget är för litet för att kunna beräkna UCLM<sub>95</sub>. Istället används uppmätta maxhalter och/eller beräknade medelhalter som representativa halter.



## 13.0 RISKBEDÖMNING

I föreliggande kapitel redovisas den riskbedömning som utförts med avseende på förorenad jord för bruksområdet, utfyllnadsområdet samt för det framtida scenariot.

Riskbedömningen har utförts för bruks- och utfyllnadsområdet separat på grund av stora skillnader i fyllnadsmassornas sammansättning. I verkligheten saknas dock en tydlig gräns mellan dessa båda områden, och det är sannolikt att människor som vistas inom undersökningsområdet rör sig över båda delområdena.

Utöver eventuella risker kopplade till föroreningssituationen föreligger, som tidigare konstaterats, också en risk för fysiska risker för människor (och djur) som vistas inom området. Det kan inte uteslutas att skyddsobjekten under vissa omständigheter kan komma i kontakt med glaskross, och därmed riskera skärskador etc.

När det gäller eventuella risker kopplade till föroreningsspridning till recipienten (Lillån) visar den konservativa beräkning av eventuellt halttillskott som utförs i avsnitt 10.0 att ingen spridning som ger upphov till signifikant påverkan på Lillån sker i dagsläget. Föroreningsspridning från undersökningsområdet bedöms därmed inte ge upphov till risk för negativa effekter på människor eller miljö.

### 13.1 Människors hälsa

#### Bruksområde

Nedan jämförs representativa halter i jord i bruksområdet med PRV avseende kroniska hälsorisker. I Tabell 16 har även en kolumn inkluderats som visar den biotillgängliga halten. Denna har bestämts med hjälp av sekventiella lakningar som redovisas i avsnitt 6.2.

**Tabell 16: Riskkaraktärisering hälsa bruksområde (mg/kg TS)**

|         | Representativ halt | Biotillgänglig halt | PRV-hälsa |
|---------|--------------------|---------------------|-----------|
| Arsenik | 126                | 38                  | 25        |
| Barium  | 231                | 11                  | 10 000    |
| Bly     | 41                 | 16                  | 600       |

Med avseende på bruksområdet överskrider den representativa totalhalten av arsenik det hälsoriskbaserade riktvärdet. Detta innebär att risken för att skyddsobjekten drabbas av cancer är högre än vad NV ansatt som acceptabelt. PRV styrs av exponering via oralt intag av jord. Även då biotillgängligheten beaktas är arsenikhalten högre än det platsspecifika hälsoriktvärdet.

#### Utfyllnadsområdet

Motsvarande jämförelse för utfyllnadsområdet redovisas i Tabell 17 nedan. Den biotillgängliga halten har bestämts genom att beräkna ett medelvärde för de två sekventiella lakningar som utförts på material från utfyllnadsområdet.

**Tabell 17: Riskkaraktärisering hälsa utfyllnadsområde (mg/kg TS)**

|         | Representativ halt | Biotillgänglig halt | PRV-hälsa |
|---------|--------------------|---------------------|-----------|
| Antimon | 88                 | 2,8                 | 2 600     |
| Arsenik | 3 332              | 460                 | 25        |
| Barium  | 1 596              | 482                 | 9 900     |
| Bly     | 12 164             | 2 001               | 600       |



|             | Representativ halt | Biotillgänglig halt | PRV-hälsa |
|-------------|--------------------|---------------------|-----------|
| Kadmium     | 22                 | 12                  | 60        |
| Koppar      | 855                | 155                 | 79 000    |
| Kobolt      | 9                  | 0,7                 | 710       |
| Nickel      | 18                 | 1,9                 | 1 900     |
| Zink        | 258                | 121                 | 160 000   |
| Bor         | 255                | -                   | 200 000   |
| Vanadin     | 77                 | -                   | 4 700     |
| Kvicksilver | 1,8                | 0,4                 | 9         |

Av tabellen ovan framgår att för utfyllnadsområdet föreligger en hälsorisk med avseende på både totalhalterna och de biotillgängliga halterna av arsenik (ökad cancerrisk) och bly (kroniska negativa effekter). Intag av jord utgör den styrande exponeringsvägen. De sekventiella lakningarna omfattade inte analys av bor och vanadin.

Både arsenik och bly utreds vidare nedan med avseende på akuttoxiska effekter respektive korttidseffekter.

Som påpekas i problembeskrivningen föreligger utöver de risker som identifierats ovan utifrån föroreningsförekomsten, en risk för fysiska skador för människor som vistas inom området. Framför allt i utfyllnadsområdet kan det inte uteslutas att människor kan komma i kontakt med glaskross, och därmed riskera skärskador etc

### 13.1.1 Akut toxicitet (arsenik)

Arsenik är ett ämne som bedöms ha hög akut toxicitet och NV har därför tagit fram ett riktvärde för skydd mot akuta hälsoeffekter. Detta riktvärde avser att skydda ett litet barn med kroppsvikten 10 kg vid ett engångsintag av 5 gram jord. Detta är en relativt stor mängd jord, som ansatts för att skydda barn med s.k. pica-beteende. För arsenik är det akuttoxiska riktvärdet 100 mg/kg TS.

Framtagandet av NV:s riktvärde för akuttoxicitet för arsenik baseras i huvudsak på rapporten Hazards of Short-Term Exposure to Arsenic Contaminated Soil (White, 1999) från Washington State Department of Health och riktvärdesberäkningen sker enligt följande formel:

$$\text{Riktvärde akuttox} = \frac{\text{tolerabel dos för akuta effekter} * \text{kroppsvikt}}{\text{dagligt intag av jord} * \text{biotillgänglighet}}$$

- Som tolerabel dos för akuta effekter (TDAE) använder NV normalt siffran 0,05 mg As/kg kroppsvikt. Denna siffra avser övergående akuta symptom som kam uppkomma vid ett engångsintag. Exempel på sådana symptom är ödem, konjunktivit, leverförstoring, irritation av slemhinnor samt gastrointestinala problem (kräkningar, diarré, magont). Utsätts en person för upprepade doser i samma storleksordning eller enstaka högre doser kan permanenta effekter uppstå på t.ex. nervsystemet och i värsta fall kan exponering leda till döden. Potentiellt dödliga doser har rapporterats i spannet 0,32 – 2,37 mg/kg dag (NV 2016). Vid beräkningen nedan ansätts 1 mg/kg som potentiellt dödlig dos (värdet kommer från IMM via NV).



- Kroppsvikten ansätts enligt NV:s vägledning som 10 kg för barn (för kroniska effekter ansätter NV en kroppsvikt om 15 kg, men det bedöms som mer sannolikt att ett mindre barn äter en större mängd jord vid ett enskilt tillfälle) samt 70 kg för vuxna. Det är värt att notera att den genomsnittliga vikten för en vuxen numera är ca 75 kg enligt Statistiska Centralbyrån, vilket innebär att NVs antagande är konservativt.
- När det gäller intag av jord utgår NVs riktvärde från ett enskilt intag om 5 gram. Den siffra som anges av White et al (1999) är 2 gram, vilket innebär att NV genom sitt antagande tar höjd för att vissa barn är särskilt benägna att äta jord. White et al hanterar detta genom att istället ansätta en säkerhetsfaktor om 10 gånger. Det är värt att notera att man enligt White et al noterat att barn med vissa funktionsnedsättningar visat sig äta ca 20 gram jord per dag, och i ett extremfall ända upp till 50 gram.  
  
I föreliggande fall används NV:s antagande om 5 gram för barn, medan ett dagligt intag om 2 gram ansätts för vuxna. Sannolikheten att människor skall få i sig förorenad jord bedöms generellt som något mindre inom utfyllnadsområdet, pga av förekomsten av stora mängder glaskross och liknande.
- När det gäller biotillgänglighet ansätter NV att denna är 100 %. I föreliggande fall har dock sekventiella lakförsök utförts, vilka indikerar att biotillgängligheten är betydligt lägre inom undersökningsområdet. I det lakförsök som utförts på siktat material från utfyllnadsområdet (vilket bedöms vara representativt) är biotillgängligheten ca 26 % och för bruksområdet är den ca 30 %.

Baserat på ovanstående har, i Tabell 18, följande platsspecifika riktvärden för akut toxicitet hos arsenik beräknats:

**Tabell 18: PRV arsenik akuttoxicitet (mg/kg TS)**

| Övergående akuta symptom |       | Potentiellt dödlig effekt |        |
|--------------------------|-------|---------------------------|--------|
| Barn                     | Vuxna | Barn                      | Vuxna  |
| 100                      | 1 750 | 2 000                     | 35 000 |

I Tabell 19 nedan jämförs riktvärdena för akut toxicitet (övergående symptom respektive potentiellt dödliga effekter) med uppmätta arsenikhalter i bruks- och utfyllnadsområdet. Då det handlar om exponering vid ett enskilt tillfälle har uppmätt maxhalt ansatts som representativ föroreningshalt.

Då yttlig jord är betydligt mer tillgänglig för människor som vistas inom området redovisas dock uppmätt maxhalt både inom den yttligaste halvmeteren jord och i mer djupliggande jord.

**Tabell 19: PRV arsenik akuttoxicitet (mg/kg TS)**

|                            | < 0,5 m u<br>my    | > 0,5 m u<br>my | Barn                        | Vuxna | Barn                      | Vuxna  |
|----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------|
| Utfyllnad                  | Uppmätta maxhalter |                 | Övergående akuta<br>symptom |       | Potentiellt dödlig effekt |        |
| 100 %<br>biotillgänglighet | 10 300             | 6980            | 100                         | 1 750 | 2 000                     | 35 000 |
| 26 %<br>biotillgänglighet  | 2 700              | 1800            |                             |       |                           |        |
| Bruksområde                |                    |                 |                             |       |                           |        |





|                            | < 0,5 m u<br>my | > 0,5 m u<br>my | Barn | Vuxna | Barn | Vuxna |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------|-------|------|-------|
| 100 %<br>biotillgänglighet | 198             | 93              |      |       |      |       |
| 30 %<br>biotillgänglighet  | 59              | 28              |      |       |      |       |
|                            |                 |                 |      |       |      |       |

Av tabellen framgår

- Maxhalterna i både ytlig och djup jord inom utfyllnadsområdet indikerar en potentiell risk för dödlig effekt för små barn samt risk för övergående symptom för vuxna. Den allra högsta halten har uppmätts i ytlig jord, där föreligger en potentiell risk för dödliga effekter hos barn även om biotillgängligheten beaktas.

Maxhalterna i ytlig respektive djup jord har uppmätts på olika djup i samma prov, i schakten i den sydvästra delen av utfyllnadsområdet (16SCH02\_D). Totalt överstiger fyra uppmätta totalhalter (varav endast en i lagret 0 – 0,5 m) riktvärdet för potentiellt dödlig effekt för barn. Av sammanlagt 20 arsenikanalyser i utfyllnadsområdet visar endast två (både i djupjord) på halter lägre än 100 mg/kg TS.

- Inom bruksområdet indikerar den uppmätta maxhalten risk för övergående akuta symptom för barn. Om biotillgänglighet ansätts baserat på resultaten från de sekventiella lakningarna indikeras ingen risk.

Två av totalt 13 arsenikanalyser i bruksområdet är högre än 100 mg/kg TS. Den högsta halten har uppmätts norr om byggnaden.



### 13.1.2 Korttidsexponering

I den uppdatering av NVs beräkningsverktyg som utfördes under 2016 adderades riktvärden för humanrisk vid korttidsexponering. Detta gäller ämnen som har lång uppehållstid i kroppen, där enstaka exponeringstillfällen kan leda till långsiktiga risker. Av de ämnen som pekats ut som dimensionerande i detta fall har riktvärden för korttidsexponering tagits fram för bly och kadmium.

Riktvärdena har beräknats utifrån samma utgångspunkt som riktvärdena för akut toxicitet, d.v.s. att ett litet barn som väger 10 kg vid ett enstaka tillfälle får i sig 5 gram jord inte skall få en genomsnittlig dos som överskrider det tolerabla dagliga intaget över ett år. Ämnenas uppehållstid i kroppen har beaktats vid beräkning av årsdos, vilket innebär att ett ämne som stannar kvar länge i kroppen ger en högre årsdos jämfört med ett ämne med kort uppehållstid.

**Tabell 20: Korttidsexponering (mg/kg TS)**

|    | Bruksområde  |                     | Utfyllnadsområde |                     | Riktvärde |
|----|--------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------|
|    | Uppmätt halt | Biotillgänglig halt | Uppmätt halt     | Biotillgänglig halt |           |
| Pb | 67           | 52                  | 32 300           | 9 690               | 600       |
| Cd | *            | *                   | 78               | 60                  | 250       |

\*Kadmium har ej uppmätts i halt över NV-KM i bruksområdet

Av tabellen framgår att risk för negativa effekter vid korttidsexponering föreligger med avseende på bly i utfyllnadsområdet. Detta gäller även om hänsyn tas till den beräknade biotillgängligheten (värdet för siktat material har använts i tabellen). Ingen risk för korttidseffekter föreligger med avseende på kadmium.

I utfyllnadsområdet är blyhalterna generellt kraftigt förhöjda, och även medelvärdet är högre än riktvärdet för korttidsexponering, medan medianvärdet ligger strax under riktvärdet. Maxhalten har uppmätts i yttlig jord (0 - 0,5 m u my), i samma provpunkt där även den högsta arsenikhalten påvisats. Inom bruksområdet föreligger ingen risk för korttidseffekter.



## 13.2 MILJÖRISKER (MARKMILJÖ - BRUKSOMRÅDET)

I Tabell 21 jämförs representativa halter i mark med riktvärden för skydd av markmiljö. Markanvändningen inom området bedöms i dagsläget motsvara NV-MKM, men det bör noteras att områdets karaktär som till stor del utfyllts med bl. a. rivningsrester och glaskross innebär begränsade förutsättningar för ett rikt markekosystem, oavsett föroreningsnivå.

För ett möjligt framtida alternativ, där området används för känslig markanvändning inkluderas även NV-KM i tabellen nedan. Vid NV-KM skyddas enligt NV 75 % av alla marklevande organismer, medan 50 % skyddas vid NV-MKM.

Jämförelsen görs endast för bruksområdet, då utfyllnadsområdet domineras av glas, vilket innebär att förutsättningar för ett väl fungerande ekosystem saknas.

**Tabell 21: Riskkaraktärisering markmiljö bruksområde (mg/kg TS)**

|         | Representativ halt | Biotillgänglig halt | NV-KM | NV-MKM |
|---------|--------------------|---------------------|-------|--------|
| Arsenik | 126                | 38                  | 20    | 40     |
| Barium  | 231                | 11                  | 200   | 300    |
| Bly     | 41                 | 16                  | 200   | 400    |

Av tabellen ovan framgår de representativa halterna av arsenik och barium är högre än NV-MKM för markmiljö, vilket innebär att risk för negativa effekter på markekosystemet inte kan uteslutas. Beaktas den biotillgängliga halten (se avsnitt 6.2.2) indikeras ingen risk för marklevande organismer vid mindre känslig markanvändning. Den biotillgängliga halten är dock högre än NV-KM.

Totalt överstiger arsenikhalten i fem av totalt 13 analyser NV-MKM för skydd av markmiljö. Den högsta halten har uppmätts norr om byggnaden, samtliga övriga förhöjda halter har uppmätts i provpunkter som ligger i relativt nära anslutning till vad som har bedömts utgöra gränsen för utfyllnadsområdet. För barium överstiger endast den uppmätta maxhalten NV-MKM.

Med avseende på bly föreligger ingen risk för markekosystemet, den uppmätta totalhalten är lägre än NV-KM för skydd av markmiljön.



### 14.0 OSÄKERHETER

Varje riskbedömning är behäftad med mer eller mindre stora osäkerheter. Osäkerheterna beror ofta på t.ex. avsaknad av tillräckligt med data, bristande kunskap om processer och orsakssamband samt framtida förhållanden. I föreliggande riskbedömning har osäkerheterna överlag hanterats enligt försiktighetsprincipen, vilket innebär att underlaget inte ska leda till en underskattning av riskerna. Nedan beskrivs och diskuteras några identifierade osäkerheter.

- De ämnen som analyserats är sådana som generellt kan kopplas till glasbruksverksamhet, vilket innebär fokus på metaller som arsenik, bly, antimon etc. Ett ämne som inte analyserats i jord inom ramen för föreliggande huvudstudie är fluor, som ibland använts i vitt pigment vid färgning av glas. Det finns dock inga specifika uppgifter om att fluor skall ha använts i verksamheten i Älgfalt.

Fluorid har analyserats i grundvatten inom området, men inga förhöjda halter i förhållande till SGUs bedömningsgrunder har uppmätts.

- Inom utfyllnadsområdet har höga föroreningshalter uppmätts i samtliga provtagna fyllnadsmaterial. En analys har utförts på naturlig jord, under fyllnadsmassorna. Denna visade på förhöjda metallhalter (över NV-MKM) med avseende på arsenik och barium. Det kan således inte uteslutas helt att den underliggande naturliga jorden inom utfyllnadsområdet är förorenad, även om halterna i denna punkt generellt är markant lägre än de halter som uppmätts i fyllnadsmassorna. Att berg påträffats i flera provpunkter indikerar dock att endast mindre volymer naturlig jord förväntas förekomma under fyllnadsmassorna.
- Ingen provtagning har utförts i eller under byggnaderna. Förekomst av föroreningar kan därmed inte uteslutas. Inga halter av kvicksilver (som är flyktigt) som indikerar risk vid ånginträngning har uppmätts, och det finns heller ingen anledning att misstänka en kvicksilverförorening under byggnaden.
- Ingen provtagning har skett i närområdet (villaträdgårdar etc), dit förorening kan ha spridits via t.ex. damning. Analyserna från bruksmarken visar dock på begränsad föroreningsutbredning i marken.
- Ingen riskbedömning av större djur och fåglar som kan exponeras för föroreningar inom undersökningsområdet och/eller i recipienten har utförts. Området är inte instängslat och inte hårdgjort vilket innebär att djur såsom harar och rådjur kan vistas inom området. Industriverksamhet pågår dock i byggnaderna, och markanvändningen bedöms vara mindre känslig, vilket innebär begränsat skyddsvärde även för större djur. För djur som uppehåller sig inom området bedöms det som rimligt att anta att risk motsvarande den som identifierats för människor föreligger, d.v.s. dels risk för negativa effekter på grund av föroreningshalterna i marken, främst inom utfyllnadsområdet (inklusive akuta negativa effekter orsakade av arsenik) och dels risk för fysiska skador på grund av förekomsten av glaskross.
- Inga analyser har utförts med avseende på biota, för att studera eventuellt upptag i djur och växter. Ingen av de huvudsakliga föroreningarna (med undantag för kvicksilver, ett ämne för vilket det inte bedöms föreligga någon omfattande förorening) tenderar att biomagnifieras, och ackumulera upp i näringskedjan, även om vissa metaller (såsom bly) kan ansamlas i organismer.
- Det är inte helt klarlagt huruvida någon föroreningsspridning sker eller har skett till ytvatten (i första hand bäcken söder om undersökningsområdet, som senare mynnar i Lillån) då inga mätningar har utförts med avseende på ytvatten eller sediment i recipienten. Baserat på översiktliga beräkningar förefaller ingen beaktansvärd spridning ske i dagsläget, men det kan inte uteslutas att spridning skett historiskt. Avståndet till Lillån är dock stort och det är troligt att inte all förorening som lämnar undersökningsområdet når



recipienten. Vidare sker sannolikt transporten till Lillån via bäcken söder om undersökningsområdet, vilket innebär ytterligare utspädning och minskad risk för halter som indikerar att risk skall förekomma i Lillån.

- Vattenfyllda sprickor i berg har noterats i samband med installation av grundvattenrören i punkterna 16GA06 (i sydväst) och 16GA07 (i norr). Rören är installerade i berg. Kapaciteten för grundvattenuttag inom området är god enligt SGUs kartvisare för grundvatten, och det kan inte uteslutas att viss spridning sker via grundvatten i berg. I röret i sydväst har förhöjd arsenikhalt uppmätts. Det är inte klarlagt vilket grundvattenflöde som förekommer i sprickorna eller hur långt de sträcker sig. Om de är sammanhängande och vattenförande kan det antyda att berggrunden i området är uppsprucken. Närmsta större sprickzon är belägen ca 40 m nordost om området och har en sydostlig utsträckning





### 15.0 SAMLAD BEDÖMNING

Nedan redovisas de slutsatser som dragits avseende potentiella risker för människors hälsa och miljön, orsakade av föroreningar från Älgghults f.d. glasbruk.

#### 15.1 Bruksmark

För bruksområdet har följande slutsatser dragits med avseende på risker för hälsa och miljö:

- I nuläget innebär arsenikhalterna inom bruksområdet en risk för negativa hälsoeffekter (ökning av cancerrisken). Intag av jord utgör den styrande exponeringsvägen. För barn föreligger även en risk för akuta effekter (övergående symptom). Beaktas andelen biotillgänglig arsenik föreligger endast en ökad cancerrisk, då den biotillgängliga halten är lägre än riktvärdet för akut toxicitet.
- Gällande skydd av markekosystemet överstiger halten biotillgänglig arsenik NV-MKM för skydd av markmiljö. Ses till totalhalter är även bariumhalten förhöjd. Inga övriga ämnen har uppmätts i halter över NV-KM för skydd av markmiljön, varför riskbilden är densamma i det framtida perspektivet med känslig markanvändning.

#### 15.2 Utfyllnadsområdet

För utfyllnadsområdet har följande slutsatser dragits med avseende på hälsorisker:

- De representativa halterna av arsenik och barium visar på risk för negativa hälsoeffekter, detta gäller även om den beräknade biotillgängligheten beaktas. För båda dessa ämnen utgör intag av jord den styrande exponeringsvägen.
- Med avseende på akuta effekter indikerar de högsta halterna arsenik i både yttlig och djupliggande jord en potentiell risk för dödlig effekt på små barn. För yttlig jord gäller detta även om ämnets biotillgänglighet beaktas. För vuxna innebär halterna i hela jordprofilen risk för övergående akuta symptom.
- Vidare föreligger risk med avseende på bly vid korttidsexponering (dvs långsiktiga risker som kan uppstå vid ett enda exponeringstillfälle); också medelhalten är högre än NVs riktvärde för korttidsexponering. Risk föreligger även om hänsyn tas till den beräknade biotillgängligheten.

För utfyllnadsområdet har ingen riskbedömning utförts med avseende på markmiljön, då den stora andelen glaskross innebär kraftigt försämrade förutsättningar för markekosystemet, oavsett föroreningsförekomst..

#### 15.3 Recipienten

Ingen spridning som ger upphov till signifikant påverkan på Lillån sker i dagsläget, och därmed bedöms föroreningsspridningen från området inte innebära risk för negativa effekter på människor eller miljö.

#### 15.4 Bedömning av framtida förändringar av riskbilden

Inom ett kortare, överskådligt framtidsperspektiv bedöms riskbilden inte ändras nämnvärt, om inga förändringar görs med avseende på markanvändningen. Sker grävarbeten eller liknande kan föroreningar som idag inte ligger i ytan i teorin blottläggas, vilket kan medföra ökad risk att skyddsobjekten exponeras.

I ett något längre perspektiv kan klimatförändringar bidra till ändrade förutsättningar gällande föroreningsspridning, främst genom att ökad nederbörd kan leda till ökad grundvattenbildning, vilket kan medföra ökad spridning via grundvatten. På sikt kan även grundvattennivån stiga, vilket kan innebära att de



mest djupliggande fyllnadsmassorna kan komma att stå i ständig kontakt med grundvattnet, vilket ökar risken för utlakning.

## 16.0 REFERENSER

Avfall Sverige, Utveckling, (2007). Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, rapport 2007:01, [http://www.avfall Sverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/2007\\_01.pdf](http://www.avfall Sverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/2007_01.pdf)

CCME:s (Canadian Councils of Ministers of the Environment) Canadian Environmental Quality Guidelines, [http://www.ccme.ca/en/resources/canadian\\_environmental\\_quality\\_guidelines/index.html](http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html)

HaV - Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (HVMFS) 2015:4. <https://www.havochvatten.se/download/18.39e6d68414ca353051f2d15d/1429085661024/HVMFS+2015-4-ev.pdf>

Länsstyrelsernas karttjänster (webbGIS); <http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>

Miljödirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M608/M608.pdf>

NV rapport 5976, 2009: Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning, <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf>

NV rapport 5977, 2009: Riskbedömning av förorenade områden – En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning, <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5977-4.pdf>

NV (2017). Riktvärden för förorenad mark, <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga r/Foro renade-omraden/Riktvarden-for-foro renad-mark/>

SGU kartvisare; <https://apps.sgu.se/kartvisare/>

Svenska Livsmedelsverkets dricksvattenkriterier: "Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30, omtryck innehållande ändringar fram till LIVSFS 2011:3", <http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/drucksvatten---naturl-mineralv---kallv/slvfs-2001-30-kons.pdf>

VISS (VattenInformationSystem Sverige), <http://visstest.lansstyrelsen.se/>

VISS: <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA20957113>

WHO's dricksvattenkriterier "Guidelines for Drinking-water Quality", [\(http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/dwg-guidelines-4/en/\)](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwg-guidelines-4/en/)



### **GOLDER ASSOCIATES AB**

Göteborg, datum som ovan

Stockholm, datum som ovan

Helena Romelsjö  
Handläggare

Henning Holmström  
Uppdragsledare

HR/HH

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

i:\projekt\2016\1659901 sgu - älgthult\8.rapporter\huvudstudie\1659901\_älgthult\_huvudstudie\_2018-08-08.docx



# BILAGA A

## Utagsrapport - Platsspecifika riktvärden





Beskrivning

Beskrivning saknas!

Beräknade riktvärden

| Ämne    | Riktvärde |       | Styrande för riktvärde | Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig) |
|---------|-----------|-------|------------------------|---------------------------------------------------|
| Arsenik | 25        | mg/kg | Intag av jord          |                                                   |
| Barium  | 300       | mg/kg | Skydd av markmiljö     |                                                   |
| Bly     | 400       | mg/kg | Skydd av markmiljö     |                                                   |

| Avvikelser i scenarioparametrar               | Eget scenario       | Generellt scenario |         | Kommentarer till scenarioparametrar (frv)                                                                                          |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | Älghult bruksområde | MKM                |         |                                                                                                                                    |
| Andel inomhusvistelse - inandn. damm          | 1                   | 1                  | -       | Ingen byggnad inom utfyllnadsområdet (frv)                                                                                         |
| Andel inomhusvistelse - inandn. ånga          | 1                   | 1                  | -       | Ingen byggnad inom utfyllnadsområdet (frv)                                                                                         |
| Halt organiskt kol                            | 0,01                | 0,02               | kg/kg   | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Vattenhalt                                    | 0,11                | 0,32               | dm³/dm³ | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Andel porluft                                 | 0,24                | 0,08               | dm³/dm³ | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Längd på förorenat område                     | 150                 | 50                 | m       | Grovt uppmätt (obl)                                                                                                                |
| Bredd på förorenat område                     | 150                 | 50                 | m       | Grovt uppmätt (obl)                                                                                                                |
| Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö | utförs              | utförs             |         | På grund av utfyllnadens karaktär saknas förutsättningar för ett väl fungerande markecosystem, oavsett föroreningsförekomst. (frv) |
| Skydd av grundvatten                          | utförs ej           | utförs             |         | Endast skyddsvärt som spridningsväg då inget grundvattenuttag sker inom området. (obl)                                             |

| Avvikelser i modellparametrar       | Eget värde | Standardvärde | Kommentarer till modellparametrar (frv) |
|-------------------------------------|------------|---------------|-----------------------------------------|
| Inga avvikelser i modellparametrar. | -          | -             |                                         |

| Riktvärden |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   | Naturvårdsverket, version 2.0.1 |                   |                                   |                        |                            | Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde |                                                  |                      |                |                |                       |                 |
|------------|-------------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| Ämne       | Envägskoncentrationer (mg/kg) |                      |                |                |                       |                 | Riktvärde för hälsa, långtidseff. | Justeringar (mg/kg) |                | Hälsorisk-baserat riktvärde | Skydd av markmiljö (mg/kg) | Spridning (mg/kg) |                                 |                   | Riktvärde hälsa, miljö, spridning | Bakgrunds-halt (mg/kg) | Avrundat riktvärde (mg/kg) | Ämne                                                       | Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde |                      |                |                |                       |                 |
|            | Intag av jord                 | Hudkontakt jord/damm | Inandning damm | Inandning ånga | Intag av dricksvatten | Intag av växter |                                   | Korttids-exponering | Akut-toxicitet |                             |                            | Skydd mot fri fas | Skydd av grundvatten            | Skydd av ytvatten |                                   |                        |                            |                                                            | Intag av jord                                    | Hudkontakt jord/damm | Inandning damm | Inandning ånga | Intag av dricksvatten | Intag av växter |
| Arsenik    | 33                            | 110                  | 2000           | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 25                                | data saknas         | 100            | 25                          | 40                         | beaktas ej        | beaktas ej                      | 40                | 25                                | 10                     | 25                         | Arsenik                                                    | 75,2%                                            | 23,5%                | 1,3%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |
| Barium     | 11000                         | 230000               | 150000         | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 10000                             | data saknas         | data saknas    | 10000                       | 300                        | beaktas ej        | beaktas ej                      | 5300              | 300                               | 80                     | 300                        | Barium                                                     | 88,7%                                            | 4,4%                 | 6,9%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |
| Bly        | 800                           | 16000                | 29000          | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 740                               | 600                 | data saknas    | 600                         | 400                        | beaktas ej        | beaktas ej                      | 400               | 400                               | 20                     | 400                        | Bly                                                        | 92,8%                                            | 4,6%                 | 2,5%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |
|            |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   |                                 |                   |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |
|            |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   |                                 |                   |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |
|            |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   |                                 |                   |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |
|            |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   |                                 |                   |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |
|            |                               |                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                   |                                 |                   |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |

Eget scenario:

Älghult bruksområde

Generellt scenario:

MKM

Gråmarkerade celler indikerar att detta värde är styrande för riktvärdet.  
Eventuell gul/orange cell indikerar att riktvärdet justerats till bakgrundshalten.

Eget scenario:

Älghult bruksområde

Generellt scenario:

MKM

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

1

Indata för beräkning av riktvärden

Naturvårdsverket, version 2.0.1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

Beskrivning av scenariot

Scenariots namn:  
Alghult utfyllnadsområde

Beskrivning:

Val av ämnen

Ämne 1: Antimon

Ämne 2: Arsenik

Ämne 3: Barium

Ämne 4: Bly

Ämne 5: Kadmium

Ämne 6: Koppar

Ämne 7: Kobolt

Ämne 8: Nickel

Ämne 9: Zink

Ämne 10: Bor

Ämne 11: Vanadin

Ämne 12: Kvicksilver

Ämne 13:

Ämne 14:

Ämne 15:

Ämne 16:

Ämne 17:

Ämne 18:

Ämne 19:

Ämne 20:

Ämne 21:

Ämne 22:

Ämne 23:

Ämne 24:

Beaktade exponeringsvägar

☒ Intag av jord

☒ Hudkontakt med jord/damm

☒ Inandning av damm

☒ Inandning av ånga

☐ Intag av dricksvatten

☐ Intag av växter

☐ Uppskattning av halt i fisk

MKM

Exponeringsparametrar

Intag av förorenad jord

Exponeringstid barn

Exponeringstid vuxna

Hudkontakt med jord/damm

Exponeringstid barn

Exponeringstid vuxna

Inandning av damm

Exponeringstid barn

Exponeringstid vuxna

Andel inomhusvistelse

Inandning av ånga

Exponeringstid barn

Exponeringstid vuxna

Andel inomhusvistelse

Intag av växter

Konsumtion, barn

Konsumtion, vuxna

Andel från odling på plats

MKM

60

60

200

200

60

60

90

90

60

60

200

200

0

1

60

60

200

200

0

1

0

0

0

0

0

0

dag/år

dag/år

dag/år

dag/år

dag/år

dag/år

-

dag/år

dag/år

-

kg/dag

kg/dag

-

Scenariospecifika modellparametrar

Använd KM-värden i modellen

Använd MKM-värden i modellen

MKM

Jord- och grundvattenparametrar

Halt löst/mobilt organiskt kol

Torrdensitet

Halt organiskt kol

Vattenhalt

Andel porluft

Total porositet

MKM

0,000003

0,000003

1,5

1,5

0,01

0,02

0,11

0,32

0,24

0,08

0,35

kg/dm³

kg/dm³

kg/kg

dm³/dm³

dm³/dm³

dm³/dm³

Förorenat område

Områdets längd

Områdets bredd

Riktvaerdet avser endast jord under grundvattnenytan

Mäktighet under gv-ytan

MKM

70

50

70

50

1

m

m

m

Transportmodell - Ånga till inom- och utomhusluft

Luftvolym inne i byggnad

Luftomsättning i byggnad

Yta under byggnad

Djup till förorening

Utspädning till inomhusluft

Utspädning till utomhusluft

MKM

240

240

12

12

100

100

0,35

0,35

saknas

Bly

saknas

m³

dag<sup>-1</sup>

m²

m

Transportmodell - Grundvatten

Grundvattenbildning

Hydraulisk konduktivitet

Hydraulisk gradient

Akviferens mäktighet

Avstånd till brunn

Utspädning till grundv. (brunn)

MKM

100

100

1,00E-05

1,00E-05

0,03

0,03

10

10

200

200

30

mm/år

m/s

m/m

m

m

ggr

Transportmodell - Ytvatten

Sjö

Rinnande vattendrag

Sjöns volym

Sjöns omsättningstid

Flöde i rinnande vattendrag

Modellens utspädning

MKM

1,00E+06

1000000

1

1

0,03171

0,03171

2041

m³

år

m³/s

ggr

Transportmodeller - Egna utspädningsfaktorer

Porluft till inomhusluft

Porluft till utomhusluft

Porvatten till grundvatten

Porvatten till ytvatten

MKM

6000

~6000

600000

~600000

47

47

4000

4000

ggr

ggr

ggr

ggr

Transportmodeller - Beräknade vattenflöden

Flöde genom föroren. massor

Flöde genom akviferen

490,0

6622,6

m³/år

m³/år

Skydd av markmiljö

Använd KM-värden i ämnesdatabas

Använd MKM-värden i ämnesdatabas

MKM

Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö

Skydd av grundvatten samt justeringar

Skydd av grundvatten beaktas

Justering för bakgrundshalt

MKM

Skydd av grundvatten - Utspädning:

Egen utspädningsfaktor

Avstånd till skyddat gv

Egen utspädningsfaktor

Utspädning till skyddat gv

MKM

200

200

47

47

30

m

ggr

ggr

Beskrivning

Beskrivning saknas!

Beräknade riktvärden

| Ämne        | Riktvärde |       | Styrande för riktvärde            | Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig) |
|-------------|-----------|-------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| Antimon     | 15        | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Arsenik     | 25        | mg/kg | Intag av jord                     |                                                   |
| Barium      | 10 000    | mg/kg | Intag av jord                     |                                                   |
| Bly         | 600       | mg/kg | Intag av jord + exp. andra källor |                                                   |
| Kadmium     | 8,0       | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Koppar      | 1 200     | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Kobolt      | 120       | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Nickel      | 600       | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Zink        | 5 000     | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Bor         | 600       | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Vanadin     | 1 000     | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |
| Kvicksilver | 1,2       | mg/kg | Skydd av ytvatten                 |                                                   |

| Avvikelser i scenarioparametrar               | Eget scenario            | Generellt scenario |         | Kommentarer till scenarioparametrar (frv)                                                                                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | Älghult utfyllnadsområde | MKM                |         |                                                                                                                                    |
| Andel inomhusvistelse - inandn. damm          | 0                        | 1                  | -       | Ingen byggnad inom utfyllnadsområdet (obl)                                                                                         |
| Andel inomhusvistelse - inandn. ånga          | 0                        | 1                  | -       | Ingen byggnad inom utfyllnadsområdet (obl)                                                                                         |
| Halt organiskt kol                            | 0,01                     | 0,02               | kg/kg   | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Vattenhalt                                    | 0,11                     | 0,32               | dm³/dm³ | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Andel porluft                                 | 0,24                     | 0,08               | dm³/dm³ | NV:s antaganden för genomsläpplig jord (obl)                                                                                       |
| Längd på förorenat område                     | 70                       | 50                 | m       | Grovt uppmätt (obl)                                                                                                                |
| Bredd på förorenat område                     | 70                       | 50                 | m       | Grovt uppmätt (obl)                                                                                                                |
| Markmiljö beaktas i sammanvägning hälsa/miljö | utförs ej                | utförs             |         | På grund av utfyllnadens karaktär saknas förutsättningar för ett väl fungerande markecosystem, oavsett föroreningsförekomst. (obl) |
| Skydd av grundvatten                          | utförs ej                | utförs             |         | Endast skyddsvärt som spridningsväg då inget grundvattenuttag sker inom området. (obl)                                             |

| Avvikelser i modellparametrar       | Eget värde | Standardvärde | Kommentarer till modellparametrar (frv) |
|-------------------------------------|------------|---------------|-----------------------------------------|
| Inga avvikelser i modellparametrar. | -          | -             |                                         |

**Uttagsrapport****Generellt scenario:****MKM****Naturvårdsverket, version 2.0.1****Eget scenario:****Älgkult utfyllnadsområde**

Beskrivning

Beskrivning saknas!

**Egendefinierade ämnen**

Följande ämnen är egendefinierade:

- Bor

Indata från Kemakta (Huvudstudie Björkå), se referenslista i rapport. (obl)



| Riktvärden                                                                                                                                                      |                               |                          |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                     | Naturvårdsverket, version 2.0.1 |                          |                                   |                        |                            | Exponeringsvägarnas påverkan på hälsoriskbaserat riktvärde |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|--|--|
| Ämne                                                                                                                                                            | Envägskoncentrationer (mg/kg) |                          |                |                |                       |                 | Riktvärde för hälsa, långtidseff. | Justeringar (mg/kg) |                | Hälsorisk-baserat riktvärde | Skydd av markmiljö (mg/kg) | Spridning (mg/kg)   |                                 |                          | Riktvärde hälsa, miljö, spridning | Bakgrunds-halt (mg/kg) | Avrundat riktvärde (mg/kg) | Ämne                                                       | Påverkan på ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde |                      |                |                |                       |                 |  |  |
|                                                                                                                                                                 | Intag av jord                 | Hudkontakt jord/damm     | Inandning damm | Inandning ånga | Intag av dricksvatten | Intag av växter |                                   | Korttids-exponering | Akut-toxicitet |                             |                            | Skydd mot fri fas   | Skydd av grundvatten            | Skydd av ytvatten        |                                   |                        |                            |                                                            | Intag av jord                                    | Hudkontakt jord/damm | Inandning damm | Inandning ånga | Intag av dricksvatten | Intag av växter |  |  |
| Antimon                                                                                                                                                         | 3400                          | 23000                    | 22000          | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 2600                              | data saknas         | data saknas    | 2600                        | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 16                       | 16                                | 0,3                    | 15                         | Antimon                                                    | 76,6%                                            | 11,5%                | 11,9%          | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Arsenik                                                                                                                                                         | 33                            | 110                      | 1500           | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 25                                | data saknas         | 100            | 25                          | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 180                      | 25                                | 10                     | 25                         | Arsenik                                                    | 74,9%                                            | 23,4%                | 1,7%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Barium                                                                                                                                                          | 11000                         | 230000                   | 110000         | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 9900                              | data saknas         | data saknas    | 9900                        | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 24000                    | 9900                              | 80                     | 10 000                     | Barium                                                     | 86,7%                                            | 4,3%                 | 8,9%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Bly                                                                                                                                                             | 800                           | 16000                    | 22000          | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 740                               | 600                 | data saknas    | 600                         | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 1800                     | 600                               | 20                     | 600                        | Bly                                                        | 92,1%                                            | 4,6%                 | 3,3%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Kadmium                                                                                                                                                         | 82                            | 16000                    | 220            | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 60                                | 250                 | data saknas    | 60                          | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 8,2                      | 8,2                               | 0,2                    | 8,0                        | Kadmium                                                    | 72,7%                                            | 0,4%                 | 27,0%          | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Koppar                                                                                                                                                          | 290000                        | ej begr.                 | 110000         | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 79000                             | data saknas         | data saknas    | 79000                       | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 1200                     | 1200                              | 30                     | 1 200                      | Koppar                                                     | 27,6%                                            | 1,4%                 | 71,1%          | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Kobolt                                                                                                                                                          | 800                           | 16000                    | 11000          | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 710                               | data saknas         | data saknas    | 710                         | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 120                      | 120                               | 10                     | 120                        | Kobolt                                                     | 89,1%                                            | 4,5%                 | 6,4%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Nickel                                                                                                                                                          | 6800                          | 140000                   | 2800           | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 1900                              | data saknas         | data saknas    | 1900                        | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 610                      | 610                               | 25                     | 600                        | Nickel                                                     | 28,4%                                            | 1,4%                 | 70,2%          | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Zink                                                                                                                                                            | 170000                        | ej begr.                 | ej begr.       | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 160000                            | data saknas         | data saknas    | 160000                      | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 4900                     | 4900                              | 70                     | 5 000                      | Zink                                                       | 95,1%                                            | 4,8%                 | 0,1%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Bor                                                                                                                                                             | 230000                        | ej begr.                 | ej begr.       | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 200000                            | data saknas         | data saknas    | 200000                      | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 630                      | 630                               | 10                     | 600                        | Bor                                                        | 86,7%                                            | 4,3%                 | 8,9%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Vanadin                                                                                                                                                         | 5100                          | 100000                   | 110000         | beaktas ej     | beaktas ej            | beaktas ej      | 4700                              | data saknas         | data saknas    | 4700                        | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 1000                     | 1000                              | 40                     | 1 000                      | Vanadin                                                    | 91,2%                                            | 4,6%                 | 4,2%           | 0,0%           | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
| Kvicksilver                                                                                                                                                     | 52                            | 1000                     | 8800           | 11             | beaktas ej            | beaktas ej      | 9                                 | data saknas         | data saknas    | 9                           | beaktas ej                 | beaktas ej          | beaktas ej                      | 1,2                      | 1,2                               | 0,1                    | 1,2                        | Kvicksilver                                                | 17,1%                                            | 0,9%                 | 0,1%           | 81,9%          | 0,0%                  | 0,0%            |  |  |
|                                                                                                                                                                 |                               |                          |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                     |                                 |                          |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
|                                                                                                                                                                 |                               |                          |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                     |                                 |                          |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
|                                                                                                                                                                 |                               |                          |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                     |                                 |                          |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
| Gråmarkerade celler indikerar att detta värde är styrande för riktvärdet.<br>Eventuell gul/orange cell indikerar att riktvärdet justerats till bakgrundshalten. |                               |                          |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            |                     |                                 |                          |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
| Eget scenario:                                                                                                                                                  |                               | Älghult utfyllnadsområde |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            | Eget scenario:      |                                 | Älghult utfyllnadsområde |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |
| Generellt scenario:                                                                                                                                             |                               | MKM                      |                |                |                       |                 |                                   |                     |                |                             |                            | Generellt scenario: |                                 | MKM                      |                                   |                        |                            |                                                            |                                                  |                      |                |                |                       |                 |  |  |

Golder Associates är en global medarbetarägd organisation med över 50 års erfarenhet, som i sin rådgivning verkar för att använda jordens möjligheter utan att påverka dess integritet. Vi tillhandahåller kostnadseffektiva lösningar som hjälper våra kunder att nå sina mål inom hållbar samhällsutveckling genom oberoende rådgivning, design och konstruktionslösningar inom våra specialtområden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök [golder.com](http://golder.com)

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Afrika      | + 27 11 254 4800  |
| Asien       | + 86 21 6258 5522 |
| Europa      | + 44 1628 851851  |
| Oceanien    | + 61 3 8862 3500  |
| Nordamerika | + 1 800 275 3281  |
| Sydamerika  | + 56 2 2616 2000  |

[solutions@golder.com](mailto:solutions@golder.com)  
[www.golder.com](http://www.golder.com)

**Golder Associates AB**

**Box 20127**

**104 60 Stockholm**

**Besöksadress: Östgötagatan 12, 116 25 Stockholm**

**Sverige**

**T: 08-506 306 00**

