

RAPPORT**Huvudstudie Strömbergshyttan f.d. glasbruk***Översiktlig åtgärdsutredning*

Framställd för:

Sveriges geologiska undersökning (SGU)

Insänd av:

Golder Associates AB

Lilla Bommen 6

411 04, Göteborg, Sverige

031-700 82 30

20373143

2022-03-14



Distributionslista

SGU

Länsstyrelsen i Kronobergs län

Lessebo kommun

Innovativ Sanering, Glasriekommunerna

Innehållsförteckning

1.0	INLEDNING	1
2.0	OMRÅDESBESKRIVNING	2
3.0	ÅTGÄRDSMÅL	5
3.1	Övergripande åtgärds mål	5
3.2	Förslag på mätbara åtgärds mål	5
4.0	SAMMANFATTNING RISKBEDÖMNING	6
5.0	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR EFTERBEHANDLING	7
5.1	Ytor, volymer och mängder	8
5.2	Avfallsklassificering och utlakning av föroreningar	9
6.0	MÖJLIGA EFTERBEHANDLINGSTEKNIKER	11
6.1	Administrativa åtgärder	11
6.2	Massreduktionsåtgärder	11
6.2.1	Schaktning	11
6.2.2	Sortering och återvinning av glasavfall	12
6.2.3	Jordtvätt	13
6.3	Täckning	13
6.4	Solidifiering/stabilisering	14
6.5	Störningar och risker i samband med efterbehandling	15
7.0	FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER OCH ÅTGÄRDSALTERNATIV	16
7.1	Allmänt	16
7.2	Alternativ 0 – Nollalternativet	17
7.3	Alternativ 1 – Administrativa åtgärder	17
7.4	Alternativ 2 – Schakt vid bostad i öster samt enkel täckning av utvalda delar inom bruksområdet (öster och söder om byggnad)	17
7.5	Alternativ 3 – schakt vid bostad i öster samt yttlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet	18
7.6	Alternativ 4 – schakt vid bostad i öster samt yttlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet samt schakt (till naturlig jord) inom utfyllnadsområdet	19
7.7	Alternativ 5 – Schakt (till naturlig jord) inom bruksområdet samt inom utfyllnadsområdet	19
8.0	PROJEKTERINGSDIREKTIV	20

8.1	Kompletterande provtagningar.....	20
8.2	Krav på tillstånd.....	20
8.2.1	Prövningsplikt för efterbehandling	20
9.0	SAMMANFATTANDE TABELL.....	21

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Föroreningsmängder	9
Tabell 2: Resultat från skakförsöken vid L/S 2 och L/S 10 i förhållande till föreskrivna gränsvärden NFS 2004:10 (mg/kg TS).....	10
Tabell 3: Sammanfattande tabell.....	21

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Delområden	4
Figur 2: Åtgärdsområden	8

1.0 INLEDNING

Golder Associates AB (Golder) har av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) fått uppdraget att genomföra en huvudstudie av det före detta glasbruket i Strömbergshyttan i Lessebo kommun. Rapportering inom huvudstudien görs i flera delrapporter. Föreliggande rapport utgör en åtgärdsutredning som främst baseras på de undersökningar som utförts av Golder under 2021 samt de risker som identifierats genom dessa.

Projektorganisationen har varit följande:

- Uppdragsledare: Gustav Sundén (fram till juni 2021) och Louise Göthfors (från juni 2021)
- Kvalitetsansvarig: Louise Göthfors (fältrapport, åtgärdsutredning, riskvärdering), Maria Florberger (riskbedömning)
- Handläggare: Jonna Hultgren (fältrapport) och Helena Romelsjö (fältrapport, riskbedömning, åtgärdsutredning, riskvärdering)
- Fältingenjörer: Dan Hermansson, Jonna Hultgren, Helena Romelsjö

Åtgärdsutredningen syftar till att belysa vilka åtgärder som kan vidtas för att reducera de miljö- och hälsorisker som identifierats på grund av föroreningar som påvisats inom det f.d. glasbruksområdet. Lämpliga åtgärdsmetoder och omfattning av dessa för att nå uppsatta åtgärds mål (riskreduktion) har utretts, tillsammans med vilka kostnader de föreslagna metoderna medför.

Åtgärdsutredningen kommer tillsammans med riskbedömningen ligga till grund för den kommande riskvärderingen. I denna vävs även diverse samhällsintressen in, för att kunna fatta beslut om vilka åtgärder som bör genomföras, efter en samlad avvägning av miljö, klimat, teknik, ekonomi och samhällsintresse, och därmed även vilka åtgärds mål som bör eftersträvas. Arbetet har utförts och redovisats enligt Naturvårdsverkets (NV) riktlinjer och tillämpliga delar av NVs kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2019).

Baserat på utförd riskbedömning står det klart att ett åtgärdsbehov föreligger för objektet och att de risker som identifierats inom ramen för riskbedömningen bör hanteras, med föreliggande åtgärdsutredning som ett första steg. Det bör noteras att denna är översiktlig, med ett antal begränsningar, av vilka följande utgör de mest väsentliga:

- De förorenade massorna är relativt väl avgränsade, men området är inte detaljprojekterat vilket innebär att kunskapsluckor finns med avseende på föroreningsutbredning. Detta medför att uppskattningar gällande förorenade volymer, och tillämpningar av dessa, inom området har gjorts.
- Ingen avgränsning har gjorts med avseende på sedimentföroreningen i vattendraget inom bruksområdet. Då en huvudstudie för hela Ronnebyåns avrinningsområde pågår bedömdes det av projektgruppen som lämpligt att vattendraget istället inkluderades i denna. Ingen vidare utredning av åtgärder av massorna i vattendraget utförs därmed i föreliggande rapport.
- Slutgiltigt val av deponi har inte avgjorts.
- Möjligheten att stabilisera/solidifiera massorna inför deponering har inte utretts. Några studier har inte utförts.
- Tillgång, transport samt slutgiltigt val av täcknings- och återfyllnadsmaterial har inte utretts.
- Utredning gällande behov av mellanlagring av massor under och efter entreprenaden har inte genomförts.

- Eventuell dispens för att frångå standard vid lakförsök avseende krossning av större fraktioner av glasavfall vid skakförsök för klassificering inför deponering har inte utretts.
- Skillnader i pris för deponering efter eventuell utsortering av glasavfall jämfört med osorterat material har inte utretts.
- Priser för sortering och återvinning av massor har inte utretts.
- För avfallsklassificering inför deponering kan det komma att krävas att även analys av ANC (buffertförmåga, Acid Neutralisation Capacity). Massorna från området har inte analyserats för dessa parametrar.
- Behov och utformning av skyddsåtgärder (t.ex. spontning och/eller avledning av vatten) vid genomförande har inte utretts i detalj.

Inför eventuellt kommande arbete är det av stor vikt att en projektering genomförs innan slutgiltigt beslut om åtgärder tas. Framtagna övergripande åtgärds mål kan även behöva justeras och revideras i enlighet med detta. En mer noggrann bedömning om de tekniska lösningarnas genomförbarhet och detaljerade kostnadskalkyler kan utföras först efter genomförd projektering.

Föreliggande utredning bygger dock kostnader baserade på erfarenhet från tidigare genomförda entreprenader för motsvarande objekt och bör därmed ge en god uppfattning om kostnaderna för åtgärden.

2.0 OMRÅDESBESKRIVNING

Den före detta glasbruksbyggnaden ligger inom fastigheten Linneskruv 1:63, men undersökningsområdet breder ut sig inom flera närliggande fastigheter, och det finns ett större utfyllnadsområde (delvis utfyllt med glasavfall) på andra sidan riksväg 25, det vill säga söder om själva glasbruksområdet. I norr, väster samt öster om hyttan utgörs området av privata bostadshus. Omkringliggande mark i norr, väst och öst utgörs av skogsmark. För vidare beskrivning av undersökningsområdets och provpunkternas läge hänvisas till Fältrapporten.

I norr återfinns en fördämning av det vattendrag som rinner från Hyllsjön omedelbart uppströms glasbruksområdet. Detta vattendrag rinner därefter igenom området på hyttans östra sida och vidare till Kvarnsjön söder om riksväg 25. Det noterades i samband med fältundersökningarna att det fanns en mindre mängd krossade glasrester på marken i ett område intill vattendraget strax innan den mynnar vidare under riksväg 25. Väster om hyttan ligger även ett Vårdshus, som i dagsläget inte är i bruk. Direkt söder och sydost om hyttan finns byggnader, varav en används för café- och affärsverksamhet medan övriga lokaler idag står tomma.

Marken omkring den f.d. hyttan utgörs av gräsbeväxta, grusade och asfalterade ytor, vilka genomkorsas av små vägar. Marken sluttar ner mot vattendraget som rinner genom området, och upp mot bostadslängan i väster. I övrigt är undersökningsområdet förhållandevis flackt.

I samband med de utförda undersökningarna har området delats in i tre olika delområden, baserat på karaktär:

- Delområde A (bruksområdet)

Till delområdet hör det tidigare verksamhetsområdet, och omfattar marken kring glasbruksbyggnaden. Området är ca 20 000 m² och utgörs utöver bebyggelse av asfaltsbelagda och gräsbevuxna ytor samt vattendrag. Även slänten väster om bostadslängan ingår i bruksområdet.

I samband med utförda undersökningar har rester av glasavfall påvisats främst söder och öster om byggnaden, ner mot vattendraget, samt i slänten väster om bostadslängan. Fyllningen inom bruksområdet utgjordes generellt av stenig sand, i vissa punkter med inslag av glas. Mäktigheten uppgick till mellan 0,6 och 2,5 m. Den underlagrande naturliga jord som påträffades utgjordes i huvudsak av siltig, sandig morän eller grusig sand. I ett par provpunkter noterades ett lager med gyttja eller dy ca 1,5 – 2,5 m u my (meter under markytan). Glas påträffades ytligt i flera punkter runt den gamla hyttan, ner till ca 0,5 m u my.

Öster om bostadslängan ligger berget mycket ytligt, varefter djupet ökar mot väster inom bruksområdet. I samband med borring noterades stopp mot berg (eller block) i enstaka punkter, på ett djup om ca 0,7 – 1,9 m u my. I de flesta provpunkter stoppades borringen vid ca 3 m u my (i naturlig jord), utan att stöta på berg eller block.

■ Delområde B (utfyllnadsområdet)

Delområdet omfattar utfyllnadsområdet söder om riksväg 25. Området är ca 8 000 m² och omges av slyskog i norr och väst och av Kvarnsjön i söder och öster (sumpigt område). I norr ligger även en mindre asfalterad yta samt ett pumphus som brukas av Lessebo kommun. Pumphusets vattenledningar korsar den norra änden av utfyllnadsområdet och går därefter vidare västerut.

Delområdet är bevuxet och överlag skräpigt, med bland annat glas och plåtskrot i ytan. Marken utgörs av sandig fyllnadsjord, som är täckt av ett tunnare lager organisk jord. Den naturliga jorden utgjordes av grusig sand, ibland med inslag av silt eller dy, men ingen torv noterades. Enstaka observationer av berg ca 1,8 – 3,5 m u my gjordes. Utfyllnadsområdet undersöktes primärt genom schaktning, ner till ca 1,2 - 3 m u my. Ingen inträngning av grundvatten i schakten förekom.

I merparten av de lägen som undersökts inom delområdet har inslag av glas påträffats i fyllningen, och även vid markytan. Sydväst om provpunkterna inom utfyllnadsområdet fortsatte glasresterna i skogspartiet i marknivå. Södra delen av utfyllnadsområdet innehåller uppskattningsvis ca 10 – 30% glas, mängden minskar mot norr, för att försvinna helt i de handgrävda provgroparna i den norra delen av området.

■ Delområde C (mindre delområde i nordväst)

Uppgifter om ett skogsparti i nordväst i viss mån skall ha nyttjats som utfyllnadsområde erhöles inför fältundersökningen, men vid provtagning påvisades endas spår av glasavfall (i en av fyra handgrävda provgropar) och inga indikationer på någon omfattande utfyllnad. I övrigt utgjordes marken av dels fyllnadsmassor i form av sand och grus och dels mulljord. Det bör dock noteras att området endast undersöktes medelst handgrävning, ner till ca 0,4 m u my.



Figur 1: Delområden

3.0 ÅTGÄRDSMÅL

3.1 Övergripande åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål för markanvändning, skydd av hälsa och miljö samt skydd mot spridning till omgivningen har diskuterats fram inom ramen för hela glasriktet. Dessa mål har anpassats till Strömbergshyttan enligt nedan:

- Före detta glasbruksfastigheten ska i framtiden kunna nyttjas på liknande sätt som idag, dvs. människor ska kunna vistas där tillfälligt, i enlighet med detaljplanen. Området ska även kunna nyttjas för lättare industriell verksamhet.
- Föroreningar i 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 eller miljö.
- Spridningen av föroreningar från glasbruksfastigheten och den före detta 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.

3.2 Förslag på mätbara åtgärds mål

Mätbara åtgärds mål krävs för att kunna följa upp föreslagna åtgärder och kan t.ex. utgöras av de platsspecifika riktvärden som tagits fram i riskbedömningen. Vilka mätbara åtgärds mål som används beslutas med fördel efter ett åtgärdsalternativ valts, för att kunna väga in de specifika förutsättningar som respektive alternativ innebär.

4.0 SAMMANFATTNING RISKBEDÖMNING

Riskbedömningen har utförts separat för bruks- respektive utfyllnadsområdet, då främst markanvändningen, men även jordens karaktär, skiljer sig åt mellan dessa områden. I utfyllnadsområdet i nordväst är halterna lägre än de hälsoriskbaserade riktvärdena, och därmed bedöms ingen oacceptabel hälsorisk föreligga vid vistelse inom detta område. Inte heller inne i den gamla glasbruksbyggnaden bedöms någon risk föreligga, baserat på analys av byggmaterial från källaren.

Utöver de hälsorisker som kan kopplas till föroreningar som bedöms ha sitt ursprung i den tidigare glasbruksverksamheten, föreligger också en risk att människor som vistas inom området under vissa omständigheter kan komma i kontakt med glasavfall och skada sig fysiskt på avfallet. Risken att komma i kontakt med glasavfall bedöms som störst inom utfyllnadsområdet, men även i t.ex. slänten väster om bostadslängan (inom bruksområdet) föreligger glasavfall ytligt.

I både bruks- och utfyllnadsområdet innebär de höga halter av arsenik och bly som uppmätts i jord att risk för akuta negativa effekter respektive korttidseffekter (risk för kroniska negativa effekter vid enstaka exponering) föreligger. Även kroniska hälsorisker bedöms föreligga. Mycket höga arsenikhalter, som i teorin skulle kunna ge upphov till dödlig effekt på små barn med pica-beteende (dvs med stor tendens att inta jord), har uppmätts vid totalhaltsanalys. Vid denna typ av analys är det dock viktigt att biotillgängligheten beaktas, och om så sker bedöms risken för dödlig effekt vara liten. Risk för övergående akuta effekter bedöms dock alltför jämt föreligga. Ingen separat riskbedömning har utförts för djur (vilda och tama), men det bedöms inte som orimligt att anta att riskbilden liknar den för människor.

Även metallhalter som uppmätts i sediment (utfyllnadsmassor) i vattendraget inom bruksområdet indikerar risk för negativa effekter både vid enstaka och kontinuerlig exponering. Halter i övriga provtagna sediment (inklusive i provpunkter nedströms undersökningsområdet) var vid nu utförda provtagningar låga, liksom ytvattenhalterna, och därmed indikeras inget åtgärdsbehov. Tidigare utförda undersökningar i nedströms belägna Kvarnsjön visar på högre metallhalter i sedimenten (vilka kan vara orsakade av spridning från undersökningsområdet) och potentiell risk. Riskbedömningens slutsats har dock i första hand baserats på de undersökningar som utfördes under 2021, vilka inte visar på något åtgärdsbehov i nedströms recipient.

Vidare är grundvattenhalterna inom bruksområdet generellt låga, och tyder inte på någon beaktansvärd pågående spridning från jord till grundvatten. I utfyllnadsområdet har förhöjda metallhalter uppmätts i framför allt ett av de fyra rören, vilket tyder på viss påverkan, om än begränsad. Inget uttag av grundvatten sker eller kan förväntas ske i ett framtida perspektiv, men de lösta föroreningarna i grundvattnet kan spridas till Kvarnsjön. Inget mätbart påslag har dock konstaterats vid de utförda undersökningarna. Inget åtgärdsbehov bedöms föreligga med avseende på grundvatten.

5.0 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR EFTERBEHANDLING

Naturvårdsverket har i Rapport 5978 "Att välja efterbehandlingsåtgärd" listat de utgångspunkter för efterbehandling av förorenade områden, vilka Naturvårdsverket anser bör vara vägledande vid val av åtgärd:

- Efterbehandlingsåtgärderna bör reducera miljö- och hälsoriskerna så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Åtgärderna bör vara av engångskaraktär.
- Skador som kan uppstå under genomförandet bör vara mindre än de skador som totalt kan komma att orsakas av det förorenade området.
- Åtgärderna bör inte, annat än under en övergångsperiod, kräva underhåll och skötsel efter avslutad åtgärd. Viss långsiktig övervakning av skyddsåtgärder vid eventuella inneslutningar, barriärer och åtgärder med obeprövad teknik kan dock behövas.
- Bästa tillgängliga teknik bör användas, om det inte medför orimliga kostnader.
- Energisnål teknik bör väljas så långt det är möjligt.
- Efterbehandlingsåtgärder bör utföras så att den planerade framtida markanvändningen begränsas så lite som möjligt.
- Åtgärderna bör genomföras så att området inte återförorenas på grund av spridning från delar där åtgärder ännu inte genomförts.
- Efterbehandling bör om möjligt genomföras innan spridning av föroreningar leder till behov av mer kostsamma åtgärder och innan akuta situationer uppstår.
- Åtgärder bör väljas och genomföras så att intrånget i andra intressen blir så litet som möjligt, till exempel vad gäller kulturminnesvård.
- Om föroreningar lämnas kvar bör inte ytterligare efterbehandling eller utförande av skyddsåtgärder omöjliggöras, till exempel genom att ny bebyggelse uppförs på det förorenade området, utan att konsekvenserna har utretts ordentligt.
- Kvarlämnas föroreningar i fast fas bör skyddsåtgärder eftersträvas som reducerar riskerna i motsvarande mån eller som har motsvarande skyddseffekt som om massorna hade omhändertagits på deponi.

Utifrån detta ges i samma rapport följande vägledning i hur olika åtgärdstekniker principiellt bör rankas. Av detta framgår att nedanstående preferensordning principiellt kan vara vägledande i de flesta fall (från bäst till sämst):

- 1) *Destruktion* av föroreningar (endast möjligt för organiska föroreningar).
- 2) *Separation och koncentration* av föroreningar till en mindre volym, som vidarebehandlas och slutomhändertas.
- 3) *Omvandling* av föroreningar till mindre farliga ämnen genom kemiska eller fysikaliska metoder. Hänsyn tas till om processerna är reversibla eller inte.
- 4) *Fastläggning* av föroreningar på kemisk eller fysikalisk väg (ofta i kombination med inneslutning eller deponering), i syfte att minska föroreningarnas rörlighet. Hänsyn tas till ökad volym och vid in situ-åtgärder osäkerheter i ett långtidsperspektiv.
- 5) *Deponering eller inneslutning* av obehandlade föroreningar generellt bör vara det sista alternativet. Inneslutning är normalt förknippat med större osäkerheter än deponering.

5.1 Ytor, volymer och mängder

För att kunna uppskatta kostnader för olika åtgärdsalternativ har beräkning av ytor, volymen och mängden massor som kan komma att bli aktuell för efterbehandling utförts. Vidare har en uppskattning av mängden förorening i dessa massor gjorts, baserat på resultaten från tillgängliga analysresultat.

Utifrån resultaten från riskbedömningen har åtgärdsområden definierats, vilka redovisas i Figur 2. Inom dessa har höga metallhalter uppmätts, och glas har påvisats i varierande omfattning. Som framgår av tidigare rapporter är kopplingen mellan förekomst av glasavfall och höga föroreningshalter tydlig i föreliggande fall.



Figur 2: Åtgärdsområden. (De röd-gula ytorna invid glasbruksbyggnaden och den blå-gula ytan invid bostadslängan i öster förklaras vidare i kapitel 7).

Det är värt att notera att utfyllnadsområdet (i söder) i huvudsak undersöktes genom maskinschaktning, för att få en tydlig bild av markinnehållet samt för avgränsning i plan och djup. I övriga delar tillämpades skruvprovtagning och handgrävning, för att undvika omfattande markskador, vilket dock innebär större osäkerhet i uppskattningen av utbredningen av glasavfall och föroreningar.

Volymen förorenad jord inom det identifierade området i Bruksområdet uppgår, baserat på en uppskattad area om ca 2 500 m² och en genomsnittlig mäktighet om ca 2 m, till ca 5 000 m³. Det kan dock inte uteslutas att mäktigheten varierar inom området. Antas en densitet om 1,8 ton/m³ erhålls en mängd massor om ca 9 000 ton.

Motsvarande beräkning för Utfyllnadsområdet ger en volym om ca 3 750 m³, baserat på en uppskattad area om ca 2 500 m² och en genomsnittlig mäktighet om ca 1,5 m, vilket med samma antagande om densitet ger 6 800 ton.

Den totala mängden förorening har uppskattats genom att multiplicera medelhalterna av de föroreningar som påvisats i förhöjda halter inom respektive delområde, med beräknade mängder jord enligt ovan. Totalt har 15 analyser använts för medelvärdesberäkningen för bruksområdet, och 18 analyser för utfyllnadsområdet. Vid beräkning av föroreningsmängd bör det beaktas att höga halter inom området föreligger ställvis, och att stora haltvariationer föreligger inom förhållandevis små områden. De utförda analyserna har i stor utsträckning utförts inom delar och på nivåer där förorening indikerats av observationer och mätningar i fält, vilket innebär att beräkningen sannolikt överskattar mängden förorening.

Tabell 1: Föroreningsmängder (utvalda ämnen)

Ämne	Bruksområde		Utfyllnadsområde	
	Medelhalt (mg/kg TS)	Föroreningsmängd (ton)	Medelhalt (mg/kg TS)	Föroreningsmängd (ton)
Arsenik	322	2,9	753	5,1
Bly	1 028	9,3	12 653	25
Barium	690	6,2	3 752	85
Zink	440	3,9	2 463	17

Vidare bör det noteras att i bruksområdet har främst lakbara metallhalter analyserats, medan samtliga resultat från utfyllnadsområdet utgörs av totalhaltsanalyser, som generellt visar på betydligt högre halter. Detta gör att siffrorna nedan inte är helt jämförbara. Vidare gäller att NVs riktvärdesmodell (som ligger till grund för de mätbara åtgärds målen) i första hand avser lakbara halter. Det innebär att medelhaltsberäkningarna inom utfyllnadsområdet är än mer överskattade i detta syfte, vilket bör beaktas i projekteringen.

5.2 Avfallsklassificering och utlakning av föroreningar

Om massorna i Strömbergshyttan schaktas i syfte att avlägsna dem från området betraktas de som avfall och ska hanteras i enlighet med förordningen (2001:512) om deponering av avfall samt Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfarande vid mottagning av avfall vid anläggningar för mottagning av avfall (NFS 2004:10). För tillämpning av dessa regler krävs att massorna från området först klassificeras med skakförsök (SS-EN 12457-3) enligt avfallsförordningen för att avgöra på vilken typ av deponi massorna kan placeras (om massorna utgörs av Farligt Avfall, eller om man vill klassa dem som inerta). Skakförsök har sålunda genomförts på olika material från området.

Proverna uttogs i samband med schakt- och provgropsprovtagningar från olika delar av delområdena; GA600.saml utgörs av glasavfall från bruksområdet, GA300.saml av fyllnadsjord från utfyllnadsområdet och GA200.saml av fyllnadsjord från bruksområdet.

Tabell 2: Resultat från skakförsöken vid L/S 2 och L/S 10 i förhållande till föreskrivna gränsvärden NFS 2004:10 (mg/kg TS).

Ämne	GA200.saml	GA200.saml	GA300.saml	GA300.saml	GA600.saml	GA600.saml	NFS 2004:10			
	L/S 2	L/S 10	L/S 2	L/S 10	L/S 2	L/S 10	Inert avfall	IFA (icke farligt avfall)	FA (farligt avfall)	>FA
As	0,04	0,3	0,4	1,6	6,7	9,4	<0,5	0,5-2	2-25	>25
Ba	0,3	<2	3,1	7,7	3,3	13,3	<20	20-100	100-300	>300
Cd	0,0002	0,0009	0,0004	<0,0008	0,0002	<0,0006	<0,04	0,04-1	1-5	>5
Cr	0,002	<0,09	0,009	<0,09	0,005	<0,008	<0,5	0,5-10	10-70	>70
Cu	0,02	<0,06	0,04	<0,1	0,06	0,06	<2	2-50	50-100	>100
Hg	<0,00004	<0,0002	0,0007	0,002	0,0003	<0,0004	<0,01	0,01-0,2	0,2-2	>2
Mo	0,02	<0,06	0,02	<0,06	0,002	<0,006	<0,5	0,5-10	30-okt	>30
Ni	0,004	0,01	0,008	0,02	0,006	<0,009	<0,4	0,4-10	10-40	>40
Pb	0,1	0,4	0,6	1,5	5,5	8,4	<0,5	0,5-10	10-50	>50
Sb	0,3	1	0,2	0,66	1,1	1,9	<0,06	0,06-0,7	0,7-5	>5
Se	<0,006	<0,03	<0,006	<0,03	<0,006	<0,03	<0,1	0,1-0,5	0,5-7	>7
Zn	0,04	0,2	0,4	0,8	0,9	1,3	<4	4-50	50-200	>200

Av tabellen framgår att halter av arsenik och antimon indikerar att vissa massor vid en eventuell åtgärd kan behöva deponeras som farligt avfall. Inget av de undersökta materialen kan klassificeras som inert avfall; GA200 och GA600 klassas baserat på resultaten i tabellen som FA, och GA300 som IFA.

Det är värt att notera att förekomsten av antimon bidrar till klassningen av farligt avfall i de båda proverna från bruksområdet, trots att halterna i jord genomgående är låga; av totalt 25 analyser visar endast två på halter över Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning. Inför en eventuell åtgärd kommer åtgärdsförebereidande utredningar utföras, bland annat i syfte att avgränsa och klassificera de förorenade materialet med större noggrannhet.

6.0 MÖJLIGA EFTERBEHANDLINGSTEKNIKER

Åtgärder av förorenad mark och grundvatten kan generellt delas upp enligt följande:

- **Skyddsåtgärder**, dvs. metoder som innebär att exponeringsvägen mellan föroreningarna och människor alternativt djur skärs av. Dessa kan delas upp i följande:
 - Administrativa skyddsåtgärder, dvs. restriktioner i användning eller t ex för om-/nybyggnation.
 - Tekniska skyddsåtgärder, dvs. fysiska skyddsåtgärder i form av inneslutningar, barriärer, ventilation etc.
- **Massreduktionsåtgärder**, dvs. metoder som syftar till att avlägsna föroreningarna. Dessa kan grovt indelas i:
 - In situ metoder, dvs. behandlingen av föroreningen sker direkt nere i marken
 - Fysiskt avlägsnande av jorden och behandling ex situ på plats eller på extern anläggning

Baserat på de övergripande åtgärds målen och den utförda riskbedömningen bedöms det primära målet med avhjälpandeåtgärderna inom det aktuella området vara att minimera de akuta och kroniska risker som bedöms föreligga för både människor i djur på grund av föroreningar inom delar av bruksområdet och utfyllnadsområdet.

Baserat på resultaten från riskbedömningen kommer jorden inom det mindre utfyllnadsområdet i nordvästra delen av bruksområdet, byggnadsmaterial, grundvatten samt recipienten inte beaktas vidare, och åtgärds metoder för dessa medier inkluderas därmed inte nedan.

6.1 Administrativa åtgärder

Med skyddsåtgärder avses primärt administrativa åtgärder, av typen planrestriktioner och information. Exempel utgörs av restriktioner avseende tillträde till och nyttjande av området för att minska exponering, samt förbud att utföra schaktarbeten inom området, för att förhindra ingrepp som riskerar att öka spridningen och exponeringen av påträffade föroreningar. Även instängsling, i syfte att förhindra exponering, är en typ av skyddsåtgärd.

Med information avses exempelvis skyddsåtgärder i form av information rörande föroreningssituationen, t.ex. genom att sätta upp skyltar. Syftet med denna typ av åtgärder är att människor i omgivningen ska känna till de risker som kan uppkomma vid kontakt med förorenad jord. De konstaterade riskerna bedöms dock kvarstå under överskådlig tid. Kostnaden för en administrativ åtgärd är förhållandevis låg, men informationsåtgärder kommer att behöva genomföras återkommande under lång tid framöver.

Även om administrativa åtgärder i strikt mening enligt Naturvårdsverket inte betraktas som en efterbehandlingsåtgärd eller avhjälpandeåtgärd kan denna typ av åtgärd vara nödvändig i kombination med t.ex. täckning eller inneslutning av avfall. Detta för att undvika oönskade framtida ingrepp som riskerar att motverka effekten av de åtgärder som vidtagits.

6.2 Massreduktionsåtgärder

Med massreduktionsåtgärder avses avlägsnande eller nedbrytning av föroreningar på fysisk (framförallt genom schaktning), kemisk eller biologisk väg. Metaller är grundämnen och kan därmed inte brytas ner, varför massreduktion endast kan uppnås genom att föroreningen avlägsnas.

6.2.1 Schaktning

Schakt eller urgrävning innebär att de förorenade avfallsmassorna grävs upp, varefter de kan behandlas, eller deponeras utan förbehandling. Metoden används främst för att reducera kraftigt förorenade ytor men kan

även tillämpas på större områden och erbjuder en relativt snabb massreduktion av föroreningar. Då landskapsbildens förändras krävs generellt omfattande återställning, ofta i form av återfyllnad med rena massor. Schaktsanering innebär att föroreningen elimineras från platsen för all framtid, och medför därmed långsiktig riskreduktion, med avseende på både hälsa och miljö.

Oftast sker schaktning genom att det aktuella området delas in i delområden som schaktas ner i lämpliga djupintervall. Schaktning kan utföras på massor både ovan och under grundvattenytan. För att minimera skred kan schaktväggarna vid behov släntas, och vid djup schakt under grundvattenytan kan även spontning erfordras. Om schakten rör massor under grundvattenytan kan det även komma att krävas ett omhändertagande av länsvatten och vattenrening för att undvika ytterligare spridning av föroreningar. I föreliggande fall bedöms föroreningarna främst finnas ovan grundvattenytan, och sannolikheten för schakt under grundvattenytan är låg.

En åtgärd i form av urschaktning innebär en större mängd förorenade massor som måste transporteras bort för externt omhändertagande på annan plats. Uppgrävda förorenade massor måste klassas enligt avfallsförordningen efter lakningsegenskaper för att avgöra vilken typ av deponi som massorna ska läggas på (inert, icke-farligt eller farligt avfall). I Sverige finns många anläggningar för mottagande av icke-farligt avfall men desto färre för mottagning av farligt avfall. För att undvika kostnader för långväga transport är det önskvärt att massorna deponeras på närbelägna deponier, alternativt att en eller flera lokala deponier upprättas för mottagande av massorna från glasbruken. Detta har även diskuterats tidigare i det övergripande Glasrikesprojektet men har inte inom ramen för detta projekt utretts vidare. Om de schaktade massorna mellanlagras innan transport till deponi bör dessa omges av lämplig tätduk för att undvika kontaminering av jord och utlakning av föroreningar vid eventuell nederbörd under åtgärdsskedet.

Priser för deponering varierar beroende på avfallstyp/klass och vilken deponi som kan vara mottagare för avfallet. För deponering av farligt avfall har i föreliggande fall en kostnad om 750 SEK/ton antagits. För deponering av massor med halter överskridande MKM men under farligt avfall (<FA) antas kostnaden ligga på ca 350 SEK/ton.

Vidare innebär urschaktning en förändrad landskapsbild och därmed ett behov av tillförsel av massor. Baserat på undersökningsresultaten är föroreningshalterna genomgående höga inom de identifierade åtgärdsområdena, och inga urschaktade massor antas kunna läggas tillbaka. Därmed behöver rena massor transporteras till glasbruksområdet vid återställning.

6.2.2 Sortering och återvinning av glasavfall

För att minska kostnader för deponering och återfyllnad av massor kan schaktmassorna sorteras, i syfte att urskilja grövre ej förorenade fraktioner från mindre, förorenade fraktioner. Detta har inte utretts vidare i detta skede, men om kommande projektering visar på goda förutsättningar för sortering bör detta utredas vidare.

På uppdrag av SGU har Elander Miljöteknik AB tillsammans med Golder och Helldén Environmental utfört studier gällande sortering och återvinning av glasavfall från glasbruksområdena. Resultaten sammanfattas kortfattat nedan:

- För att kunna återvinna glasavfall från den f.d. glasbruksverksamheten måste det först skiljas från övriga jordmassor. Ett utförande som anses genomförbart är siktning i kombination med jordtvätt, följt av optisk sortering av glasbitar. Återvinning i konventionella smältverk anses inte vara tillämpligt pga. av bland annat inblandning av oönskade föroreningar, för liten mängd tillgängligt avfall för att incentivera processomställningar samt för låga halter av bly-innehåll jämfört med gängse slagg som skulle kunna omhändertas.
- En annan metod som diskuteras saltextraktion, vilket är en metod framtagen för återvinning av metaller från slagg, som i mindre försök även har tillämpats på glasavfall. I ett försök återvanns 97 % av

blyinnehållet i glas. Metoden går ut på att avfallet löses upp i en saltsmälta (engelska "molten salt"), där metallen (bly, men även arsenik och kadmium) avskiljs genom elektrolys. En fullskalig anläggning saknas dock i dagsläget på marknaden.

- Ytterligare en metod som är under utveckling, av Research Institutes of Sweden (RISE) Glas (f.d. Glasforskningsinstitutet Glafo) tillsammans med svensk innovationsmyndighet, Vinnova, bygger på smältning. Metoden skiljer sig från ovan nämnda tekniker i det avseendet att den tar sikte på att återvinna vissa metaller och en återanvändning av glasmassan.
- Svensk glasåtervinning i Hammar har en anläggning för avskiljning av främmande material från glasavfall. Metoden tillämpar optisk sortering av glasavfall där fraktioner >10 mm genomlysas för att bestämma typ av material. Främmande material som inte kan genomlysas (dvs inte glas) stöts bort. Vid samtal med olika leverantörer av optisk sorteringsutrustning uppges att även mindre fraktioner (<10 mm) av glaskross kan sorteras ut. *Binder+Co* uppges efter genomfört pilotförsök gällande optisk sortering att fraktioner >5 mm kan sorteras ut. Större glasbitar i glasavfallet skulle i detta fall dock behöva krossas för att kunna sorteras med optisk teknik.
- I kombination med optisk sortering kan även XRF-detektorer (X-ray fluorescence) användas för att urskilja glasavfall med höga föroreningshalter, men i dagsläget finns inte kommersiellt tillgänglig teknik.

För att kunna tillämpa de nya teknikerna för en potentiellt lyckad och hållbar glasåtervinning bör lämpligen de olika teknikerna kombineras i en anläggning för sortering, mellanlagring (i väntan av återvinningen) och återvinning inom Glasriket snarare än flera utspridda på olika små orter.

6.2.3 Jordtvätt

Jordtvättning av förorenade massor kan utföras både *in situ* och *ex situ*, varav *ex situ* är den metod som bäst lämpar sig för metallförorening. Syftet är att avskilja föroreningar eller förorenade fraktioner från övrigt material, genom behandling i en rad steg i en stationär eller mobil jordtvättsanläggning. Huvudsakligen brukas mekaniska (siktnings) och fysikaliska avskiljningsprocesser med vatten som tvättvätska. Vid behov, t.ex. för att forcera utlakning av föroreningar, kan additivmedel tillsättas till tvättvattnet. Vid en lyckad avskiljningsprocess kan de förorenade finare fraktionerna omhändertas separat, vilket medför en avsevärd reduktion av total volym som behöver deponeras eller vidare behandlas. Vatten som används i processen kan renas och återanvändas i behandlingen eller omhändertas separat.

Till följd av finkorniga partiklars stora specifika area, jämfört med större partiklar, återfinns vanligtvis merparten av föroreningsinnehållet bundet till de finare fraktionerna så som silt- och lerpartiklar. Detta innebär att metoden bäst lämpar sig för jordar där en relativt liten andel utgörs av finare fraktioner, där föroreningarna återfinns, och resterande större fraktioner är oförorenade. Utgör de finare fraktionerna i fyllnadsmassorna en betydande andel av den totala mängden massor är jordtvätt en mindre lämplig metod, och den utreds inte vidare för det aktuella området.

6.3 Täckning

Täckning innebär att de förorenade massorna täcks med rena massor i syftet att reducera riskerna avseende direktexponering eller, i fallet av en kvalificerad täckning, även förhindra transport av föroreningar till grundvattnet och närliggande ytvatten. Täckningen utformas vanligen med hänsyn till identifierade exponeringsvägar och/eller eftersträvad riskreduktion. Eftersom åtgärden inte medför någon massreduktion eller modifiering av föroreningarna är det viktigt att täckningen kontrolleras för skador (NV-rapport 5978, 2009). Ett eventuellt problem som kan uppstå vid denna typ åtgärd är de höjdskillnader och därmed påverkan på den rådande landskapsbilden som kan uppkomma om endast delat av ett område täcks. Åtgärden som sådan kräver tillsyn och underhåll under lång tid.

En enkel täckning kan t.ex. utgöras av ospecificerad morän som läggs ut över området och packas. För att minska erosion och slitage av täckningen etableras lämpligen växter på densamma. Växternas rötter stabiliserar jorden och dess blad motverkar regndroppserosion samtidigt som ett visst upptag av vatten sker vilket leder till minskad infiltration och perkolation. Vid behov täcks det översta lagret av t.ex. mull för att underlätta växtetableringen. Om täckningen enbart utgörs av t.ex. morän uppvisar den ofta en hög hydraulisk konduktivitet vilket betyder att spridningen av föroreningar från utfyllnadsmassorna till grundvattnet, genom perkolation, inte reduceras i någon större utsträckning. Denna spridning bedöms dock baserat på riskbedömningen som förhållandevis liten inom det aktuella området.

Täckning är en skyddsåtgärd som primärt innebär en reduktion av risker kopplade till direktexponering av föroreningar genom att förhindra exponeringsvägar som t.ex. inandning av damm, oralt intag av förorenad jord, hudkontakt med förorenad jord och intag av växter som odlats på området. Om endast en enkel täckning utförs som åtgärd krävs sannolikt någon form av kompletterande administrativ skyddsåtgärd, t.ex. avseende begränsningar i markanvändningen, för att säkerställa att täckningen inte störs av ingrepp i marken och/eller att förorenade massor friläggs.

En kvalificerad täckning skiljer sig från en enkel i det avseende att en kvalificerad täckning upprättas med flera lager med olika egenskaper och ändamål. Underst, i kontakt med de förorenade massorna, anläggs ett tätskikt bestående av t.ex. lera eller annat material med låg hydraulisk konduktivitet. Detta för att minska eller förhindra spridningen av föroreningar till grundvattnet. Innan detta skikt placeras vanligen ett avjämningsskikt. Beroende på önskad funktion av täckningen kan ett dräneringslager bestående av t.ex. sand placeras ovan tätskiktet med syftet att leda bort vatten och på så vis ytterligare minska vattentransporten genom de förorenade massorna till grundvattnet samt minska erosionen på tätskiktet. Dräneringslagret täcks lämpligen med geotextil för att undvika att material från ovan liggande nivåer täpper till porerna. Det översta lagret, skyddsskiktet, kan t.ex. utgöras av osorterad morän, och ett yttligt mullager kan tillföras för att underlätta etableringen av växtlighet.

En kvalificerad täckning reducerar risker avseende direktexponering, i likhet med en enkel, och utgör även ett skydd mot föroreningstransport till grundvatten och recipient genom att minska eller förhindra spridningen av föroreningar från omättad till mättad zon.

Täckning (enkel eller kvalificerad) bedöms som en lämplig åtgärd ur ett riskreduktionsperspektiv, genom att skyddsobjektens exponering för förorenad jord minskar. Som tidigare påpekats bedöms dock inte någon beaktansvärd föroreningsspridning via infiltrerande grundvatten ske i dagsläget. Med avseende på utfyllnadsområdet är framför allt enkel täckning dock sannolikt inte en beständig metod, på grund av områdets läge i direkt anslutning till Kvarnsjön, samt att förväntade effekter av klimatförändringar kan leda till variationer i vattennivåer och en möjlig översvämningssituation. En kvalificerad täckning skulle av naturliga skäl vara en mer långsiktigt hållbar metod, som i detta fall dock sannolikt skulle kräva omfattande och kostsamma skyddsanordningar ner mot sjön. Av denna anledning har täckning inte utretts vidare inom ramen för föreliggande åtgärdsutredning.

6.4 Solidifiering/stabilisering

En metod som innebär att metaller immobiliseras och att marken stabiliseras. Metoden kan användas både in situ, dvs direkt i marken, eller ex situ vid en mottagningsanläggning eller om förorenade massor flyttas till en annan plats. Metoden har i Sverige ofta använts på förorenade muddermassor, men även förorenad jord har behandlats. Ett bindemedel tillsätts, ofta i form av cement tillsammans med olika additiv beroende på vilka föroreningar som förekommer, jordtyp, vattenhalt och organisk halt etc.

Det har inte undersökts om de förändrade geokemiska förhållandena som erhålls vid solidifiering/stabilisering riskerar att öka föroreningarnas mobilitet (t.ex. kan den ökning av pH som erhålls öka mobiliteten hos arsenik). Vidare bedöms detta alternativ som mindre kostnadseffektivt med hänsyn till såväl de relativt höga

kostnaderna, som den ökning av volymen som stabiliseringen av jordmassorna innebär, vilket även påverkar eventuell deponering. Om förorenade massor inte uppfyller gällande gränsvärden för deponering, kan dock stabilisering krävas för att tillåta deponering.

6.5 Störningar och risker i samband med efterbehandling

En efterbehandlingsåtgärd medför generellt vissa störningar, och kan även innebära risk för de som utför åtgärden samt för skyddsobjekt i närområdet. Det aktuella området kommer att behöva spärras av under åtgärdsperioden, vilket kan störa de som rör sig inom området. Inom bruksområdet finns förhållandevis stora ytor, vilket innebär att det sannolikt är tillräckligt som arbetsområde, och därmed minimal påverkan på närområdet. Inom utfyllnadsområdet kan arbetsytor behöva anläggas, men då området är otillgängligt bedöms risken för störningar som liten.

I samband med åtgärder som kräver transporter (främst schaktning och återfyllning, men i viss mån även täckning och stabilisering) kan de människor som bor i de närmast belägna bostadshusen störas av buller och avgaser under den tid åtgärden pågår. Om förorenade massor grävs upp och mellanlagras i väntan på omhändertagande täcks dessa lämpligen med tät duk för att undvika sekundär kontaminering t ex genom spridning av damm. Om länsvatten från schakt under grundvattenytan skulle uppstå kommer det medföra ett behov av rening innan utsläpp eller separat omhändertagande.

I samband med projekteringen av åtgärder bör de skyddsvärden som finns i närområdet beaktas, för att säkerställa att dessa inte störs av efterbehandlingsåtgärden.

7.0 FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER OCH ÅTGÄRDSALTERNATIV

7.1 Allmänt

Man kan tänka sig flera åtgärdsalternativ med olika ambitionsnivåer vilka i varierande utsträckning uppfyller de övergripande och föreslagna mätbara åtgärdsmålen och behovet av riskreduktion. I detta kapitel redogörs för några alternativ, vilken riskreduktion som kan uppnås med dessa samt vilka grova och preliminära kostnader som är förknippade med genomförandet. Avsikten är att alternativen ska kunna ställas mot varandra i en framtida riskvärdering med en kostnad vs. nytto-analys men där även andra effekter av de olika alternativen också vägs in.

Nedan redovisas dessa alternativ, i en slags trappa där varje nivå innebär ökad riskreduktion. De tidigaste nivåerna, utöver administrativa skyddsåtgärder dvs nivå 2 och 3, fokuserar på bruksområdet då exponeringsrisken för människor och husdjur bedöms vara störst här.

Åtgärdsnivå 0:	Nollalternativ (ingen åtgärd)
Åtgärdsnivå 1:	Administrativa åtgärder (restriktioner och information)
Åtgärdsnivå 2:	Schakt vid bostad samt enkel täckning av utvalda delar inom bruksområdet (öster och söder om glasbruksbyggnad)
Åtgärdsnivå 3:	Schakt vid bostad samt yttlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet
Åtgärdsnivå 4:	Schakt vid bostad samt yttlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet samt schakt (till naturlig jord) inom utfyllnadsområdet
Åtgärdsnivå 5:	Schakt till naturlig jord inom både bruks- och utfyllnadsområdet

Som påpekas i det inledande kapitlet har ingen utredning i detalj utförts gällande eventuell deponering av massor. I den kostnadsbedömning som nedan ges för respektive åtgärdsnivå antas att alla massor skickas till Kalmar (ca 9 mil bort) för omhändertagande, även om det finns mer närbelägna deponier för massor som inte klassas som farligt avfall. Ett generellt antagande om att ca 1/3 av massorna utgör farligt avfall har gjorts, både för utfyllnads- och bruksområdet. Resterande 2/3 antas utgöra IFA-massor.

7.2 Alternativ 0 – Nollalternativet

Detta alternativ innebär att inga riskreducerande åtgärder vidtas (nollalternativ). Eftersom metaller inte bryts ner i miljön förväntas halterna vara desamma även i ett framtida perspektiv.

Ingen riskreduktion uppnås och således uppfyller alternativet inte de övergripande åtgärds målen för området.

7.3 Alternativ 1 – Administrativa åtgärder

Åtgärdsnivån innebär att administrativa åtgärder (primärt i form av restriktioner) utförs inom området, i syfte att reducera identifierade risker. Möjliga restriktioner och skyddsåtgärder inom fastigheten utgörs av:

- Fastighetsregistret – administrativa åtgärder föreskrivs som en anteckning i registret. Åtgärden måste vara kopplad till ett föreläggande för fastighetsägaren, samt eventuella framtida fastighetsägare. Exempel på vad som kan föreskrivas är att samråd med berörd myndighet krävs inför eventuella anläggningsarbeten i mark.
- Detaljplan – det undersökta området är inte detaljplanerat i dagsläget, men enligt Lessebo kommuns översiktsplan finns potential för utveckling i Strömbergshyttan. Vid upprättande av detaljplan är det möjligt att skriva in information om t.ex. konstaterade risker tillsammans med en hänvisning till kontrollprogram eller restriktioner. Denna information blir dock endast tillgänglig i samband med lovpliktigt arbete, och inte vid exempelvis enklare markarbeten, vilket är en begränsning.
- Information – fastighetsägare och andra identifierade intressenter informeras via brev och/eller informationsmöten och allmänheten informeras via exempelvis skyltar.
- Instängsling av identifierade åtgärdsområden – denna tekniska skyddsåtgärd innebär att människor och större djur (med undantag för fåglar) förhindras från att exponeras för föroreningarna.

De två första alternativen innebär främst riskreduktion i samband med eventuella arbeten inom det aktuella området (eller förändrad framtida markanvändning), exponeringen för människor eller djur som rör sig genom området kommer sannolikt inte förändras, och inte heller för marklevande organismer. Alternativet med information och skyltar innebär dock viss riskreduktion för människor som besöker området i dagsläget. Riskerna för djur kvarstår dock samt i ett teoretiskt scenario även för små barn, som inte kan läsa, även om sannolikheten att de vistas själva inom området är minimal.

Att föroreningarna lämnas i marken innebär dock att ett kontrollprogram för grundvatten sannolikt kommer att behövas, för att säkerställa att ingen förändring sker med avseende på föroreningsspridning. Utöver kontrollprogrammet för grundvatten krävs också årlig kontroll av skyltar och stängsel och vid behov underhåll och/eller lagning av dessa.

Kostnaden för alternativet har uppskattats till ca 0,6 MSEK (engångskostnad) samt en årlig kostnad för underhåll och kontrollprovtagning om ca 0,1 MSEK.

7.4 Alternativ 2 – Schakt vid bostad i öster samt enkel täckning av utvalda delar inom bruksområdet (öster och söder om byggnad)

Detta alternativ omfattar en schakt i anslutning till bostadslängan i öster samt upprättandet av en enkel täckning över öppna (ej bevuxna) delar av det åtgärdsområde som identifierats inom bruksområdet (dvs söder och öster om den fd glasbruksbyggnaden), i syfte att förhindra att skyddsobjekt som vistas inom området inte exponeras för höga föroreningshalter i marken. Dessa ytor finns markerade i Figur 2, där de benämns delområde 1 (vid byggnaden) och delområde 2 (öppna ytor).

Schaktningen avser utgrävning av den glasavfallsutfyllnad som finns i slänten, i direkt anslutning till bostadslängan inom östra delen av bruksområdet. Denna utfyllnad är inte helt avgränsad i varken yt- eller

djupled, men en yta om 500 m² har ansatts tillsammans med ett schaktdjup om i genomsnitt ca 1 m. Om stora mängder glasavfall föreligger på större djup rekommenderas att detta avlägsnas, i övrigt bedöms det som tillräckligt att avgränsa eventuellt kvarlämnat fyllnadsmaterial med geoduk eller motsvarande innan återfyllnad med rena material. De båda delområden som är aktuella för enkel täckning (eller asfaltering) utgör tillsammans ca 500 m² och täckningens tänkta mäktighet är ca 0,5 m. Enkel täckning innebär att framtida underhåll och tillsyn kommer att krävas.

Om de områden där det bedöms som störst risk att skyddsobjekt kommer i kontakt med förorening åtgärdas kommer exponeringsrisken att minska markant. Enkel täckning (eller asfaltering) minimerar risken för direktexponering för människor och djur, vid normal markanvändning (dvs då marken inte störs). Föroreningen finns dock kvar i marken, vilket innebär att risken för påverkan på markecosystemet kvarstår. En enkel täckning hindrar inte heller i någon betydande omfattning nederbörd från att perkolera ner genom marken. Spridningsrisken från jord till grundvatten bedöms dock som liten, baserat på utförda underökningar.

Då ovanstående endast avser delar av bruksområdet, dvs stora delar av åtgärdsområdena är inte inkluderade, kan de övergripande åtgärdsmålen inte sägas vara uppfyllda, även om de identifierade riskerna reduceras. Att merparten av föroreningen inte åtgärdas innebär vidare att administrativa åtgärder i enlighet med åtgärdsalternativ 1, inklusive kontrollprogram, kommer att krävas även för denna nivå, dock med vissa anpassningar t.ex. med avseende på stängsel. I ett kontrollprogram ingår förslagsvis visuell kontroll av utfyllnadsområdet tillsammans med mätning i en provpunkt i grundvatten och en i ytvatten. Vidare rekommenderas en ytvattenprovtagning i utflödet från vattendraget som rinner genom bruksområdet. Baserat på utförda undersökningar bedöms kontrollprovtagning i grundvatten inom bruksområdet inte krävas.

Kostnaden för alternativet har uppskattats till ca 1,9 MSEK, samt tillkommande årlig kostnad för underhåll och kontrollprogram.

7.5 Alternativ 3 – schakt vid bostad i öster samt ytlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet

Alternativet liknar åtgärdsalternativ 2, men istället för enkel täckning av utvalda delar utförs en ytlig urschaktning av hela det identifierade åtgärdsområdet inom bruksområdet, följt av återfyllnad med rena massor. Att även schakta inom vissa bevuxna delar innebär att även trädfällning krävs. I alternativet ingår även återasfaltering av den väg som löper genom åtgärdsområdet. Området där ytlig schakt föreslås uppgår till ca 2 000 m²; sker schakt ner till ca 0,5 m under markytan ger detta en jordvolym om ca 1 000 m³ eller 1 800 ton.

Alternativet minimerar exponeringsrisken inom bruksområdet, och kvarvarande föroreningar bedöms därmed inte medföra några risker för människor och djur som vistas inom området. På samma sätt som för alternativ 2 kommer dock föroreningar lämnas kvar i marken, vilket innebär att administrativa åtgärder fortsatt kommer att krävas. En teoretisk risk för marklevande organismer kvarstår, men det bör noteras att den absoluta merparten av markecosystemet återfinns i jord som ligger ytligare än 0,5 m u my. Byts den förorenade ytliga jorden ut mot ren jord kommer detta i förlängningen med största sannolikhet sammantaget innebära bättre förutsättningar för marklevande organismer.

På samma sätt som i alternativ 2 ingår inte utfyllnadsområdet i detta alternativ, och de övergripande åtgärdsmålen för hela området kan därmed inte sägas vara uppfyllda, även om de identifierade riskerna inom bruksområdet (med undantag för i vattendraget) åtgärdas helt. Att all förorening finns kvar i utfyllnadsområdet, och en stor andel även inom bruksområdet innebär vidare att anpassade administrativa åtgärder samt kontrollprogram (motsvarande åtgärdsalternativ 2) kommer att krävas även för denna nivå.

Kostnaderna för alternativet uppgår till ca 4,3 MSEK, samt tillkommande årlig kostnad för underhåll och kontrollprogram.

7.6 Alternativ 4 – schakt vid bostad i öster samt ytlig schakt (ca 0,5 m) inom övriga delar av åtgärdsområdet inom bruksområdet samt schakt (till naturlig jord) inom utfyllnadsområdet

Alternativet innefattar samma åtgärder som i alternativ 3 samt urschaktning av utfyllnadsområdet vid Kvarnsjön. Utbredningen på området mot sjön är inte helt säkerställd, men i föreliggande utredning antas att schaktning sker fram till sjökanten, dvs inte i själva sjön. Inför schaktning i utfyllnadsområdet vid sjön behöver de platsspecifika förutsättningarna utredas, främst med avseende på geoteknik, vatteninträngning och frågor kopplade till eventuell spridning till och i sjön.

Om schaktning ska ske ändra fram till sjökanten krävs sannolikt någon form av skyddsåtgärd. Då det inte är öppet vatten i direkt anslutning till utfyllnadsområdet är en siltgardin troligen inte en möjlig lösning. Däremot kan en vall eller någon form av spont behöva anläggas. Kostnad för detta har inte inkluderats i uppskattningen nedan.

Vid hantering av massor från utfyllnadsområdet bör det utredas huruvida sortering av massor inför omhändertagande skulle vara värdefullt.

Åtgärder i enlighet med alternativ 4 innebär att samtliga identifierade åtgärdsområden hanteras, inga oacceptabla risker för människors hälsa eller miljön bedöms kvarstå efter åtgärd, och därmed kan de övergripande åtgärds målen sägas vara uppfyllda. Eftersom förorening lämnas kvar i marken inom bruksområdet (> 0,5 m u my) kan dock vissa restriktioner behövas med avseende på markarbeten. Och innan massorna i vattendraget, som rinner genom området, har utretts vidare kan restriktioner bli aktuellt även här. Detta alternativ innebär att stora mängder av föroreningen avlägsnas, och ingen omfattande kontrollprovtagning kommer därmed att krävas.

Kostnaden för alternativ 4 har uppskattats till ca 13 MSEK.

7.7 Alternativ 5 – Schakt (till naturlig jord) inom bruksområdet samt inom utfyllnadsområdet

Alternativ 5 motsvarar maxalternativet i föreliggande utredning. På denna nivå ingår urschaktning av samtliga fyllnadsmassor med inslag av glasavfall inom hela undersökningsområdet, dvs både inom utfyllnadsområdet och bruksområdet. Utgångspunkten för volymuppskattningar är att schakt utförs ner till naturlig jord.

Alternativet innebär att alla områden där risk för negativa effekter konstaterats åtgärdas fullt ut, och därmed bedöms inga oacceptabla miljö- eller hälsorisker föreligga, varken i nuläget eller i ett framtida scenario. Då alla föroreningar avlägsnas erfordras för detta alternativ inga uppföljande provtagningar.

Kostnaderna för alternativet har grovt uppskattats till ca 21 MSEK.

8.0 PROJEKTERINGSDIREKTIV

I detta avsnitt redovisas övergripande projekteringsdirektiv som bygger på de resultat som kommit fram av föreliggande huvudstudie och de osäkerheter som identifierats i Riskbedömningen med förslag på vilka kompletterande undersökningar som bör ingå inom ramen för projekteringen samt vilka olika typer av tillstånd och anmälningar som kan komma att bli aktuella vid genomförande av åtgärder inom området.

8.1 Kompletterande provtagningar

- Åtgärdsförberedande undersökningar för avgränsning av utfyllnadsområdet (främst ner mot sjön) inför schakt, inklusive utredningar av .geoteknik, vatteninträngning och frågor kopplade till eventuell spridning till och i sjön. Även åtgärdsområdena inom bruksområdet behöver avgränsas.
- Siktanalyser kan utföras för bättre bedömning av schaktbarheten samt möjligheten att utsortera material för återanvändning av schaktmassor inom området.

8.2 Krav på tillstånd

I nedanstående avsnitt lämnas kortfattade beskrivningar av de anmälningar och tillstånd som kan komma att bli aktuella vid en åtgärd av Strömbergshyttans före detta glasbruk.

8.2.1 Prövningsplikt för efterbehandling

Då utfyllnadsområdet ligger i direkt anslutning till Kvarnsjön kan tillstånd enligt miljöbalken komma att krävas vid schakt i strandnära områden.

Uppgrävning av massor är i sig inte tillståndspliktigt (vattenverksamheter undantagna), och för den som vill vidta efterbehandlingsåtgärder (enl. kap 10 MB) som kan medföra ökad risk för spridning eller exponering av föroreningar och där risken inte bedöms som ringa, gäller i normalfallet anmälningsplikt enligt 28§ förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

Om förorenade massor kvarlämnas orörda, d.v.s. ingen uppgrävning eller omflyttning av massorna sker, inför täckning är detta en del av efterbehandlingsåtgärden som ingår i saneringsanmälan (28§). Även om täckning skulle ske över utfyllnadsområdet betraktas således detta normalt inte som en deponi. Då massor som efter uppgrävning läggs upp på samma plats i avvaktan på borttransport, betraktas det inte som mellanlagring och ingen anmälan eller tillstånd enligt 9 kap MB för mellanlagring krävs. Om lagring sker i containers på annan plats, betraktas lagringen som en del av transporten. För annan lagring krävs separat anmälan eller tillstånd enligt 9 kap MB.

Enligt avfallsförordningens 26§ skall den som yrkesmässigt transporterar avfall ha särskilt tillstånd. Avfallslämnaren är skyldig att kontrollera att extern transportör innehar erforderliga tillstånd. Deponering vid extern deponi kräver att verksamhetsutövaren vid deponin har tillstånd att ta emot det aktuella avfallet (inert, icke-farligt eller farligt avfall). Ingen anmälan eller tillståndsansökan krävs från avfallslämnarens sida.

Övriga tillstånd och lagstiftningen som bör beaktas i samband med åtgärder (beroende på hur de designas i detaljprojekteringen) är:

- Tillstånd enligt kulturminneslagen.
- Tillstånd vid in situ-behandling (t.ex. jordtvätt).
- Täckstillstånd. Krävs om nya täkter för täckmaterial krävs.
- Strandskyddsdispens. Kan möjligen krävas för arbeten nära stränder.

9.0 SAMMANFATTANDE TABELL

Då mängderna och volymerna av de förorenade massorna är mycket ungefärliga bör kostnaderna betraktas som indikativa. I kostnaderna har 10 % lagts på för att täcka upp kostnader för projekt- och byggledning samt 30 % för framtida eventuella kostnader, så som kompletterande åtgärdsförberedande utredningar. Detta i enlighet med vad som har gjorts i tidigare glasbruksprojekt. Kostnadsuppskattningarna är baserade på kostnader från andra liknande projekt eller delmoment och utföranden.

En sammanställning av erhållen riskreduktion och kostnader för respektive nivå/alternativ redovisas i Tabell 3 nedan.

Tabell 3: Sammanfattande tabell

Alternativ	Omfattning	Kostnad (MSEK)	Riskreduktion
0	Nollalternativ		
1	Administrativa åtgärder	0,6	Minskar risken för människor, och i viss mån större djur (vid instängsling), inom bruksområdet. De övergripande åtgärdsmålen uppfylls inte.
2	Schakt vid bostad i öster samt enkel täckning av utvalda ej bevuxna delar inom bruksområdet (öster och söder om glasbruksbyggnad)	1,9	Riskreduktion uppnås inom de delar av bruksområdet där de högsta halterna uppmätts och där skyddsobjekten främst bedöms exponeras. Eftersom föroreningar delvis lämnas kvar i bruksområdet, och helt i utfyllnadsområdet kan de övergripande åtgärdsmålen inte sägas vara uppfyllda.
3	Schakt vid bostad i öster samt ytlig schakt inom övriga delar av bruksområdet	4,3	Erforderlig riskreduktion uppnås inom bruksområdet. Viss förorening finns dock kvar i marken (>0,5 m u my), vilket innebär att vissa restriktioner avseende markanvändning kan komma att krävas. Ingen riskreduktion inom utfyllnadsområdet, och de övergripande åtgärdsmålen kan därmed inte sägas vara uppfyllda.
4	Schakt vid bostad i öster samt ytlig schakt inom övriga delar av bruksområdet och schakt av utfyllnadsområdet	13	Erforderlig riskreduktion uppnås. Viss förorening finns dock kvar i marken (>0,5 m u my), vilket innebär att vissa restriktioner avseende markanvändning kan komma att krävas. Samtliga övergripande åtgärds mål uppfylls.
5	Max-alternativ Schakt till naturlig jord inom både bruks- och utfyllnadsområdet	21	Erforderlig riskreduktion uppnås. Samtliga övergripande åtgärds mål uppfylls.

Signatur sida

Golder Associates AB



Helena Romelsjö
Handläggare



Louise Göthfors
Uppdragsledare

HR/LG

Org.nr 556326-2418
VAT.no SE556326241801
Styrelsens säte: Stockholm

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/134525/project files/5 technical work/5. rapporter/åtgärdsutredning/20373143_huvudstudie strömbergshyttan_åtgärdsutredning_220314.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/134525/project%20files/5%20technical%20work/5.%20rapporter/åtgärdsutredning/20373143_huvudstudie_strömbergshyttan_åtgärdsutredning_220314.docx)



golder.com