



2011-07-01

CELEBRATING
50
YEARS
in 2010

FÖRSTUDIE

Malungs garveri

Framställd för:
Länsstyrelsen Dalarna
Stina Petersson
791 84 Falun

RAPPORT



A world of
capabilities
delivered locally



Uppdragsnummer: 10512420198

Distributionslista:

Länsstyrelsen Dalarna
Malung-Sälens kommun
Golder Associates AB





Sammanfattning

Länsstyrelsen Dalarnas län (länsstyrelsen) agerar huvudman för en förstudie av Malungs garveri. Garveriverksamheten bedrevs under närmare 100 år vilket inneburit en långvarig hantering och lagring av en stor mängd kemikalier. Golder Associates AB (Golder) har av länsstyrelsen fått uppdraget att genomföra förstudien. Huvudfastigheten Huden 1 är belägen i Malung, vid stranden av Västerdalälven ca 200 m söder om samhällets centrum. Undersökningen utfördes även på två närliggande fastigheter, nämligen Grönland 6:17 samt Grönland 61:7. Byggnaden på fastigheten används idag till näringsverksamhet, där sker bl.a. mottagning, lagring och försäljning av begagnade kontorsmöbler.

Under första halvan av oktober 2010 utförde Golder fältprovtagningar av mark, grundvatten, sediment, byggnadsmaterial och ett flertal andra matriser på fastigheterna Huden 1, Grönland 6:17 samt Grönland 61:7. Jord- och grundvattenprovtagning utfördes även i en referenspunkt på en fastighet ca 300 m öst-sydöst om Huden 1 (Åsbyn 61:4).

Analysresultat för jordprover påvisade halter av krom överskridande Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM), till största delen i jordlager ned till 1,5 m i området mellan huvudbyggnaden och älven mot sydväst. Krom påträffades även i halter överskridande MKM i en provtagningspunkt norr om huvudbyggnaden. Vid en jämförelse av grundvattenprov från fastigheten mot referensprovet påvisas ett flertal halter av metaller överskridande referensprovet. Analysresultat för byggnadsmaterial påvisade ett flertal metaller i förhållandevis höga halter jämfört med riktvärden för förorenad jord. Halten krom i träprov från hyllor innehöll både en total-halt krom samt en halt av sexvärt krom som överskred MKM. I de två betongprover som togs på grönfärgade golvytor påvisades halter av krom överskridande MKM. Även kvicksilver, i låga halter, påvisades i dessa prov. En screeninganalys gjordes på slam taget från botten av två olika brunnar i huvudbyggnaden. Halterna av krom, koppar, kvicksilver, bly och zink överskred MKM. Halten krom från prov ur en brunn överskred även Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall (FA). I slamprov från andra brunnar i huvudbyggnaden samt från det gamla reningsverket påvisades alifatiska kolväten i halter överskridande MKM samt FA. Analysresultat för sedimentprover tagna i Västerdalälven påvisade halter av krom närmast nedströms fastigheten som överskrider de kanadensiska riktvärdena för sediment med avseende på skydd av vattenorganismer.

Sammanfattningsvis bedömer Golder att ett behov av åtgärder finns för f.d. Malungs garveri med tanke på att risker för människors hälsa och miljö föreligger. Hälsoriskerna bedöms som mest uppenbara och är kopplade framförallt till inomhusmiljön. Miljörisker finns teoretiskt för markmiljön inom området samt vattenmiljön i Västerdalälven på grund av förhöjd kromhalt i sedimenten. Riskerna bedöms kvarstå i framtiden.

Baserat på genomförda undersökningar förslår Golder fortsatta åtgärder på fastigheten. Det rekommenderas att information om utredningen skyndsamt tillställs fastighetsägaren. Golder rekommenderar därefter att vissa fortsatta utredningar genomförs. Dessa ska primärt ska fokusera på inomhusmiljön i byggnaden och den spridning av föroreningar som kan ske via ledningar och brunnar. En viktig frågeställning är också luftkvaliteten inomhus. Kompletterande undersökningar utomhus av reningsverket, ledningar samt viss kompletterande avgränsning i mark av hot spots-områden bör också ingå. Riskbedömningen måste tillämpa ett angreppssätt och en modell som är bättre anpassad än den som anvisas av Naturvårdsverket. Detta för att få en mer rättvisande bild av hälsoriskerna idag.



Innehållsförteckning

1.0	INLEDNING	1
2.0	SYFTE.....	1
3.0	OMRÅDESBESKRIVNING	1
3.1	Lokalisering.....	1
3.2	Geologi och hydrologi	3
3.3	Skyddsvärden i närområdet.....	3
4.0	HISTORIK OCH TIDIGARE VERKSAMHET	4
5.0	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR OCH ÅTGÄRDER	5
6.0	GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	5
6.1	Provtagning av mark.....	6
6.2	Provtagning av grundvatten.....	8
6.3	Brunnar och övriga matriser utomhus.....	8
6.4	Undersökning av material, slam, vatten och luft i byggnad.....	8
6.5	Provtagning av sediment i Västerdalälven.....	9
7.0	RESULTAT	11
7.1	Fältintryck	11
7.2	Mark.....	12
7.3	Grundvatten.....	19
7.4	Byggnad	21
7.4.1	Byggnadsmaterial	21
7.4.2	Slam.....	24
7.4.3	Vatten från tank.....	26
7.4.4	Luft.....	26
7.4.5	Skorsten och ventilationsanläggning.....	27
7.5	Reningsverket samt brunnar utomhus.....	29
7.5.1	Slam.....	29
7.5.2	Vatten.....	32
7.6	Sediment	34



8.0	RISKBEDÖMNING	35
8.1	Källtermer och dimensionerande ämnen	35
8.2	Föroreningsspridning	36
8.2.1	Pågående spridning	36
8.2.2	Framtida spridning	37
8.3	Hälsorisker.....	37
8.3.1	Antaganden för platsspecifik bedömning	37
8.3.2	Hälsorisker idag inom området	38
8.3.3	Hälsorisker idag utanför området	39
8.3.4	Hälsorisker i framtiden	39
8.4	Miljörisker	39
8.4.1	Miljörisker idag inom området	39
8.4.2	Miljörisker idag utanför området.....	40
8.4.3	Miljörisker i framtiden	40
8.5	Samlad riskbedömning	41
9.0	ÅTGÄRDSBEDÖMNING	42
9.1	Förslag till övergripande åtgärds mål.....	42
9.2	Akuta åtgärder inklusive kostnadsbedömning	42
9.3	Långsiktiga åtgärder inklusive kostnadsbedömning.....	42
10.0	FÖRSLAG TILL FORTSATTA ARBETEN	44
11.0	REFERENSER.....	45

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Analysomfattning, antal analyser.....	11
Tabell 2: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.	12
Tabell 3: jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.....	13
Tabell 4: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.	13
Tabell 5: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.	14
Tabell 6: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.	14
Tabell 7: Analysresultat jordprov med avseende på Cr(VI), mg/kg TS där inget annat anges.	15
Tabell 8: Analysresultat jordprov med avseende på PCB samt klorerade alifatiska kolväten, mg/kg TS där inget annat anges.	15



Tabell 9: Analysresultat för screeninganalys av jordprov, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	16
Tabell 10: Analysresultat jordprov med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.....	17
Tabell 11: Analysresultat grundvattenprov med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.....	19
Tabell 12: Analysresultat för screeninganalys av grundvattenprov, mg/l där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	20
Tabell 13: Analysresultat trä- och betongprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.	21
Tabell 14: Analysresultat för screeninganalys av jordprov Golv 3, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	22
Tabell 15: Analysresultat för screeninganalys av slamprov i brunnar inomhus, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	24
Tabell 16: Analysresultat slamprov i golvrännor och -brunn inomhus med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.....	25
Tabell 17: Analysresultat vattenprov från tank med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.	26
Tabell 18: Analysresultat för screeninganalys av vattenprov från tank, mg/l där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	26
Tabell 19: Analysresultat för screeninganalys av luftprov, µg /prov där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	27
Tabell 20: Analysresultat med avseende på metaller för prov tagna i skorsten samt vid ventilationsanläggning, mg/kg TS där inget annat anges.	28
Tabell 21: Analysresultat slamprov i brunn med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.	30
Tabell 22: Analysresultat för screeninganalys av slamprov i reningsverket, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.....	31
Tabell 23: Analysresultat vattenprov med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.....	32
Tabell 24: Analysresultat vattenprov från reningsverket med avseende på BTEX samt klorerade alifatiska kolväten, mg/l där inget annat anges.....	33
Tabell 25: Analysresultat sedimentprov från Västerdalälven med avseende på metaller och PCB, mg/kg TS.	34
Tabell 26: Bedömning av hälsorisker med förorenad jord, platsspecifikt hälsoriktvärde i mg/kg TS.	38
Tabell 27: Bedömning av hälsorisker med förorenat sediment i golvbrunnar och i reningsverk, platsspecifikt hälsoriktvärde i mg/kg TS.....	38
Tabell 28: Bedömning av markmiljörisker med förorenad jord i jämförelse med generellt markmiljöriktvärde. Enhet: mg/kg TS.....	39

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Översiktskarta. F d Malungs garveri är inringat.....	2
Figur 2: Foton som visar dagens förhållanden och verksamhet vid f d Malungs garveri.	3
Figur 3: Ritning från 1978 som visar lokalisering av olika verksamheter på bottenplanen av Malungs garveri.	5
Figur 4: Karta med provtagningspunkter inom f d Malungs garveri.....	7
Figur 5: Ritning som visar provtagningar som genomförts inomhus i f d Malungs garveri.....	9
Figur 6: Karta som visar provtagningspunkter för sediment i Västerdalälven samt referensområde för jord och grundvatten.	10



Figur 7: Oljeskadad jord från provtagningspunkt GA01 2,1 - 2,4 m under markytan.....	11
Figur 8: Krom-påverkad golvyta vid provtagningspunkt Golv 2 i huvudbyggnaden.	12
Figur 9: Transformatorer på byggnadens sydvästra gavel mot Västerdalälven. Undersökning av mark för att kontrollera förekomst av PCB och olja har gjorts.....	18
Figur 10: Foto från provtagen jord inomhus.	23
Figur 11: Foto som visar rännor där högkontaminerat slam förekommer.	25
Figur 12: Skorsten.....	29

BILAGOR

BILAGA A

Översiktskarta

BILAGA B

Situationsplaner med provtagningspunkter

BILAGA C

Fältdokumentation

BILAGA D

Analyssammanställning

BILAGA E

Analysrapporter (original)

BILAGA F

Foton



1.0 INLEDNING

Länsstyrelsen Dalarnas län (länsstyrelsen) agerar huvudman för en förstudie av Malungs garveri. Garveriverksamheten bedrevs under närmare 100 år vilket inneburit en långvarig hantering och lagring av en stor mängd kemikalier. Under 2008 tömdes byggnaderna på kemikalier och andra ämnen som använts i processen. Vid ett tillsynsbesök konstaterades synlig förorening (bl.a. sexvärt krom) på ett flertal platser i byggnaderna. Utredningarna genomfördes därför med anledning av den stora mängd kemikalier som använts i processen samt vilka effekter den omfattade och långvariga lagringen av kemikalier haft i byggnaderna. Utredningarna bedöms också ge en underlag för beslut om hur området skall hanteras i framtiden.

Golder Associates AB (Golder) har av länsstyrelsen fått uppdraget att genomföra förstudien. I arbetet medverkar även representanter från Malung-Sälens kommun. Föreliggande handling redovisar det utredningsarbete som genomförts inom förstudien.

2.0 SYFTE

Syftet med utredningarna är att:

- Översiktligt kartlägga föroreningssituationen i och kring byggnaderna.
- Redovisa metod och resultat från genomförda undersökningar.
- Redovisa en riskbedömning motsvarande en förstudie.
- Redovisa en bedömning av vilka åtgärder som är tänkbara tillsammans med grova kostnadsuppskattningar.
- Dra upp riktlinjer för eventuella framtida undersökningar och arbeten.

3.0 OMRÅDESBESKRIVNING

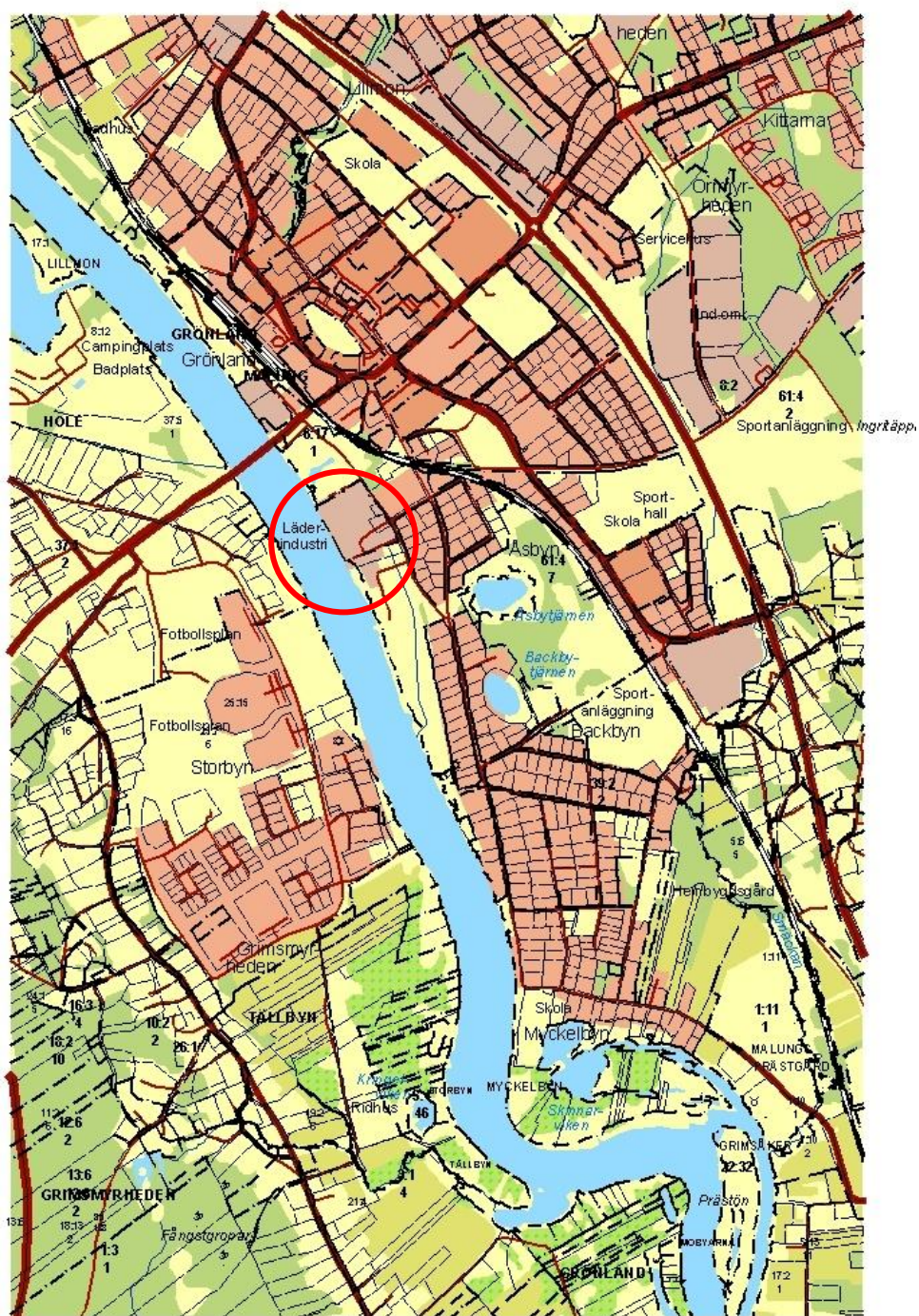
I följande avsnitt redovisas beskrivningar av omgivning, geologi och hydrologi.

3.1 Lokalisering

Huvudfastigheten Huden 1 är belägen i Malung, vid stranden av Västerdalälven ca 200 m söder om samhällets centrum (Figur 1). Undersökningen utfördes även på två närliggande fastigheter, nämligen Grönland 6:17 samt Grönland 61:7. En karta beskrivande fastigheternas läge ses i Figur 1. Fastigheten Huden 1 gränsar i sydväst mot Västerdalälven, i de andra riktningarna består området till största delen av gräsytor och i nordost även bostäder. Fastigheten Huden 1 är till ytan 20 064 m².

Byggnaden på fastigheten används idag till näringsverksamhet, där sker bl.a. mottagning, lagring och försäljning av begagnade kontorsmöbler (Figur 2). Fastigheten är detaljplanelagd för tillverkande industri. Marken på fastigheten består av körytor eller är bevuxen av gräs och vissa fall även buskar.

Fastigheten är flack och ligger i ett område med mycket liten skillnad i marknivåer. Den sydvästligaste delen av fastigheten utgörs av en ca 2 m hög slänt ned i Västerdalälven.





Figur 2: Foton som visar dagens förhållanden och verksamhet vid f d Malungs garveri.

3.2 Geologi och hydrologi

Enligt SGU:s kartmaterial (www.sgu.se) är den naturliga jordarten på fastigheten sand från älv- och isälvssediment. Årsmedeltemperaturen i Malung ligger enligt SMHI på ca 3 °C. Den uppmätta årsmedelnederbörden i Malung ligger på ca 700 mm. Årsmedelavrinningen uppgår till 400-500 mm. Årsmedelavdunstningen uppgår till 300-400 mm. Hydrologiska data är hämtade från www.smhi.se. Enligt SGU:s brunnsarkiv finns tre borrhållade brunnar inom 300 m från fastigheten. Dessa brunnar ligger i bostadsområdet öster om fastigheten och brunnarnas användningsområde är för uppvärmning (energi).

3.3 Skyddsvärden i närområdet

Fastigheten ligger inte inom något speciellt skyddat område. Västerdalälven ligger inom område med riksintresse för friluftsliv. Skyddsvärda objekt i området bedöms bland annat vara markmiljön på fastigheten på grund av att den omges av parkmark. Dessutom ligger fastigheten nära centrala Malung och gränsar direkt till bostadsområden. Därutöver bedöms även Västerdalälven och dess vattenmiljö skyddsvärd med avseende på de organismer som lever i vattnet. En kommunal vattentäkt ligger nedströms älven från fastigheten. Grundvattnet bedöms inte vara skyddsvärd på grund av att fastigheter i området har kommunalt dricksvatten, området är planlagt för industriändamål och har så varit i många år samt att nedströms grundvattnets flödesriktning ligger älven och inget grundvattenuttag sker däremellan.



4.0 HISTORIK OCH TIDIGARE VERKSAMHET

Verksamheten vid Malungs garveri var i drift mellan 1885 och 2005. Under verksamhetstiden har flertalet olika aktörer och bolag varit ansvariga. Hur verksamheten sett ut vad gäller lokalisering av processer och utrustning samt kemikaliehantering har varierat. Inledningsvis, fram till 1930- talet dominerades processen av vegetabilisk garvning för att sedan följas av kromgarvning. Historiken talar om att en stor mängd kemikalier hanterats och nyttjats i verksamheten, bland annat kvicksilver, krom (både trevärt och sexvärt), olja, färg, bindningsmedel, fetttningsmedel, baktericider. En förteckning från 1977 visar på årsförbrukning av bland annat 10 ton ammoniak, 800 kg aceton, 80 ton kalk, 15 ton myrsyra och 5,5 ton svavelsyra.

Lokaliseringen av var olika processer skedde har som tidigare nämnts varierat. Garveribyggnaden har byggts om och till många gånger, vilket framgår av historiska bygglovshandlingar. Själva garvningen genomfördes företrädesvis på markplanet. På markplanet lagrades kemikalier, hudar och även laboratorium, pannrum och kontor var lokaliserat här. I Figur 3 redovisas en ritning från 1978 som visar var olika verksamheter skedde på bottenplan. Inom vissa delar av garveriet finns övervåningar. Det är oklart vad som exakt gjorts inom dessa delar då antalet historiska ritningar är få. Enligt ritning från 1978 förefaller det som att vid den tiden fanns verkstad, blandningsrum, förråd och lager. Även torkar var 1978 placerade på övervåningarna.

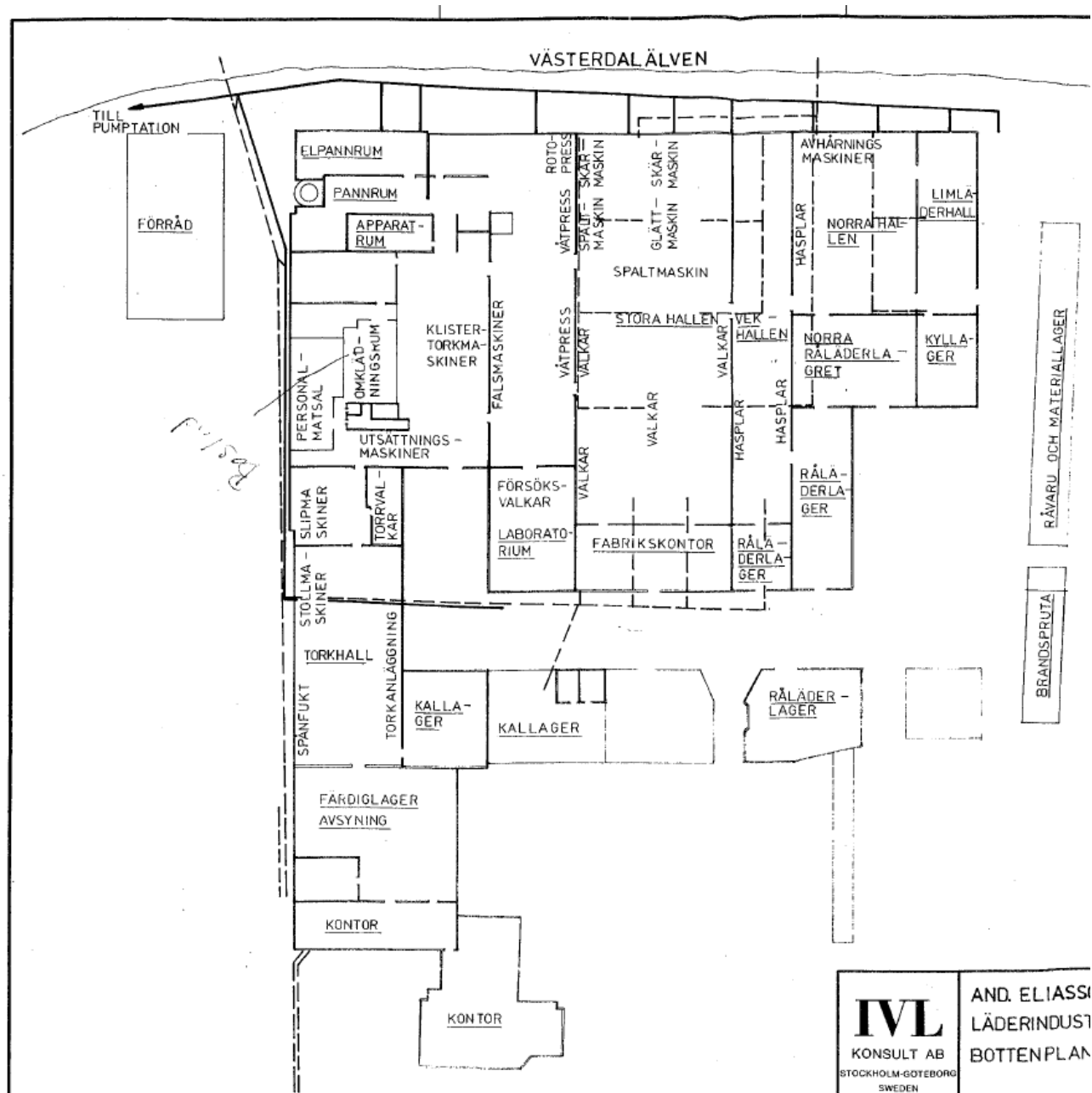
Garveriets lokalisering alldeles intill Västerdalälven har med stor sannolikhet inneburit att process- och avloppsvatten avlägsnats direkt hit utan föregående rening. I modernare tid har processavloppsvatten avletts till kommunens reningsverk i Tällbyn, väster om Västerdalälven. Enligt historiska dokument släpptes under 1977 ut i medeltal 13 kg krom/dag. Reduktionen i det kommunala reningsverket uppgick vid den tiden till 58 till 93 %.

Under 1980- talet pågick en lång process angående anläggande av en för garveriet egen reningsanläggning för processvatten. På grund av lång processtid dröjde det till tidigt 1990- tal innan anläggningen fanns på plats. Gränsvärdet för utsläpp av krom (beräknat som månadsmedelvärde) var vid den tiden 250 gram krom/dag.

Slam från processen deponerades på "vanlig soptipp", enligt dokument från 1977.

Olyckor har historiskt skett vid garveriet. Enligt uppgifter skedde 1996 en olycka med läckage av myrsyra. Bolaget har i en rapport talat om att "en stor mängd" hade läckt ut på golvet. För att neutralisera syran tillsattes, natriumbikarbonat (vätskan hällades ut direkt på golvet). Länsstyrelsen anförde att bolaget inte föreföll ha tillfredställande kunskaper om hälsa och miljö för de ämnen som används. Länsstyrelsen ansåg vidare att bolaget borde vidta åtgärder för att undersöka om utsläpp nått den yttre miljön.

1972 brann delar av garveriet ned och enligt genomförd MIFO-inventering har älven svämmat över vid ett antal tillfällen efter branden. Detta kan ha inneburit en spridning av föroreningar från garveriområdet.



Figur 3: Ritning från 1978 som visar lokalisering av olika verksamheter på bottenplanen av Malungs garveri.

5.0 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR OCH ÅTGÄRDER

Inom området har inga miljötekniska utredningar genomförts tidigare. I samband med den senaste konkursen (2004) omhändertogs material med ekonomiskt värde. Under 2008 genomfördes ett omfattande omhändertagande och destruktion av stora mängder kemikalier som hade lämnats kvar av den senaste verksamhetsutövaren. Omhändertagandet 2008 skedde genom en rättelse på felandes bekostnad.

6.0 GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

I följande avsnitt redogörs kortfattat för genomförda undersökningar. Bilaga med provtagningspunkter redovisas i Bilaga A.

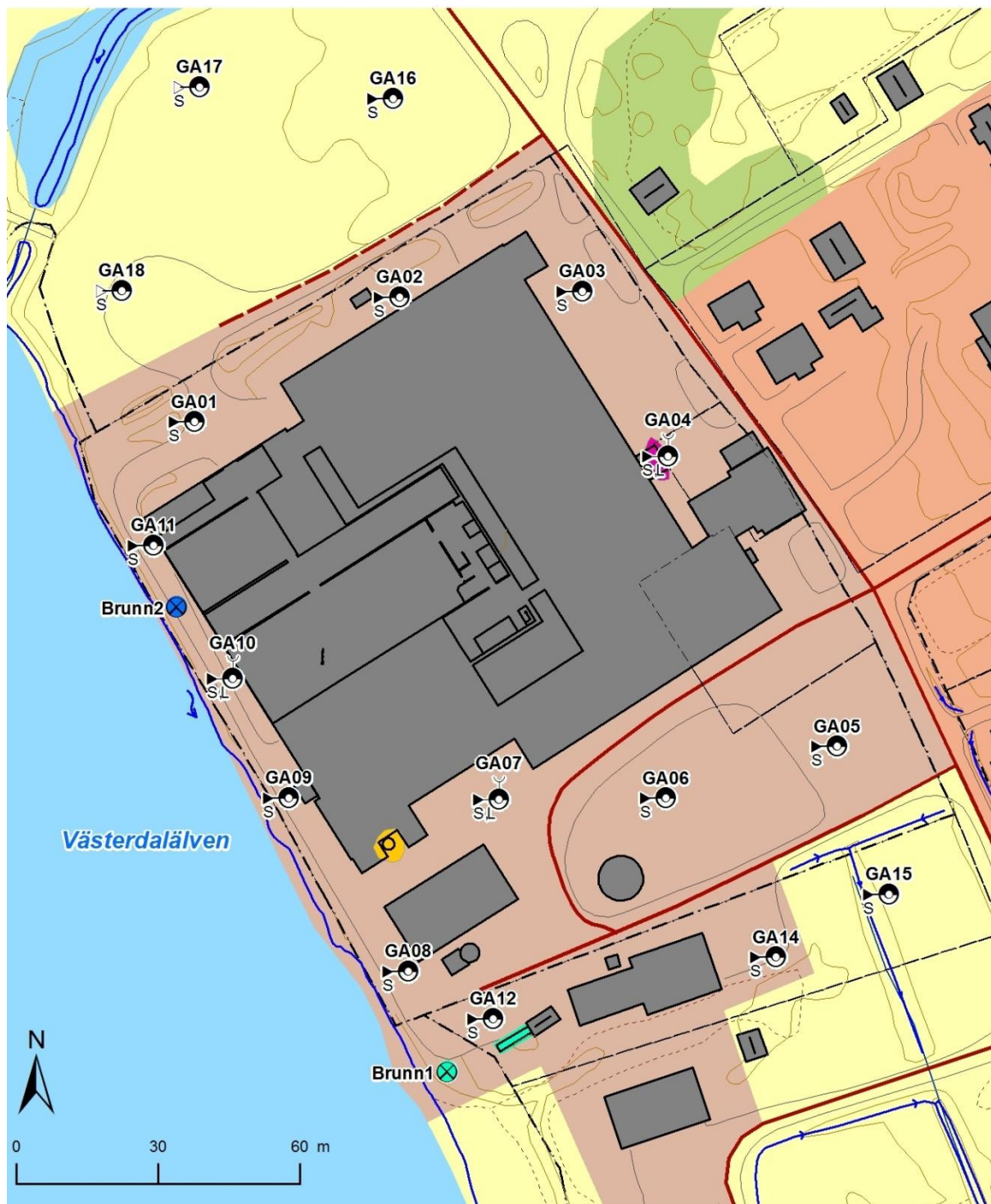


Under dagarna 9 - 13 oktober 2010 utfördes fältprovtagningar av mark, grundvatten, sediment, byggnadsmaterial och ett flertal andra matriser på fastigheterna Huden 1, Grönland 6:17 samt Grönland 61:7. Jord- och grundvattenprovtagning utfördes även i en referenspunkt på en fastighet ca 300 m öst-sydöst om Huden 1 (Åsbyn 61:4).

6.1 Provtagning av mark

Den 9 oktober utfördes själva markundersökningen samt installationen av grundvattenrör på ovan nämnda fastigheter (Figur 4 och Figur 6) Totalt borrades 18 provtagningspunkter, borrhningen utfördes av GeoNova Consulting med en så kallad Geoprobe-provtagare. Provtagningen ger upphov till ett antal plaströr (ca 1,2 m långa) per provtagningspunkt vilka tätas med lock i över- och underkant, rören kan sedan vid tillfälle snittas (på längden) och jordprover kan tas ut.

Den 11 oktober snittades alla plaströr från jordprovtagningen. Jordprofilen i samtliga provtagningspunkter identifierades och jordprov togs ut i enlighet med provtagningsplanen. Totalt togs ca 90 jordprover från dessa 18 provtagningspunkter.



Teckenförklaring

Jordprovtagning, labanalys

Jordprovtagning, fältanalys

Jord- och grundvattenprovtagning, labanalys

Slam- och vattenprovtagning i brunn

Vattenprovtagning i brunn

Provtagning av aska inuti skorsten

Provtagning av pulver/damm

Provtagning av slam och vatten

Figur 4: Karta med provtagningspunkter inom f d Malungs garveri.



6.2 Provtagning av grundvatten

I fyra av provtagningspunkterna installerades även grundvattenrör (se Figur 4 och Figur 6). Två rör installerades i/nedströms det misstänkt förorenade området och ett rör installerades i/uppströms det misstänkt förorenade området. Det fjärde och sista grundvattenröret installerades som referens ca 300 m ost-sydost om fastigheten, uppströms grundvattnets bedömda strömningsriktning. Alla fyra grundvattenrören omsattes (tömdes) den 11 oktober. Grundvattenprover från alla rör togs den 13 oktober. Några av rören hade dålig tillrinning av vatten varpå en begränsad mängd kunde provtas. Därav gjordes en kompletterande provtagning av grundvatten den 25 november. Vid vattenprovtagningen utfördes även fältmätning med avseende på vattnets pH, konduktivitet samt temperatur.

6.3 Brunnar och övriga matriser utomhus

Under dagen den 12 oktober uttogs prover (vatten + sediment) från brunnar utomhus på fastigheterna. Vattnet i en av brunnarna mellan garveribyggnaden och älven provtogs (Brunn 2) samt brunnen för utgående vatten från det gamla reningsverket (Brunn 1). Vattenprov togs även från stillastående vatten i betongkassunen i det före detta reningsverkets sista steg. Även sediment i botten på reningsverket samt i botten på brunnen nedströms reningsverket (Brunn 1) provtogs.

Invid byggnadens södra sida finns en skorsten av tegel. Genom en lucka i skorstenen provtogs under samma dag som ovan den aska som täcker botten i skorstenen. Längs byggnadens östra vägg står en uppsättning plasttunnor under en ventilationsanläggning. Dessa tunnor innehåller ett oidentifierat pulver eller damm som också provtogs.

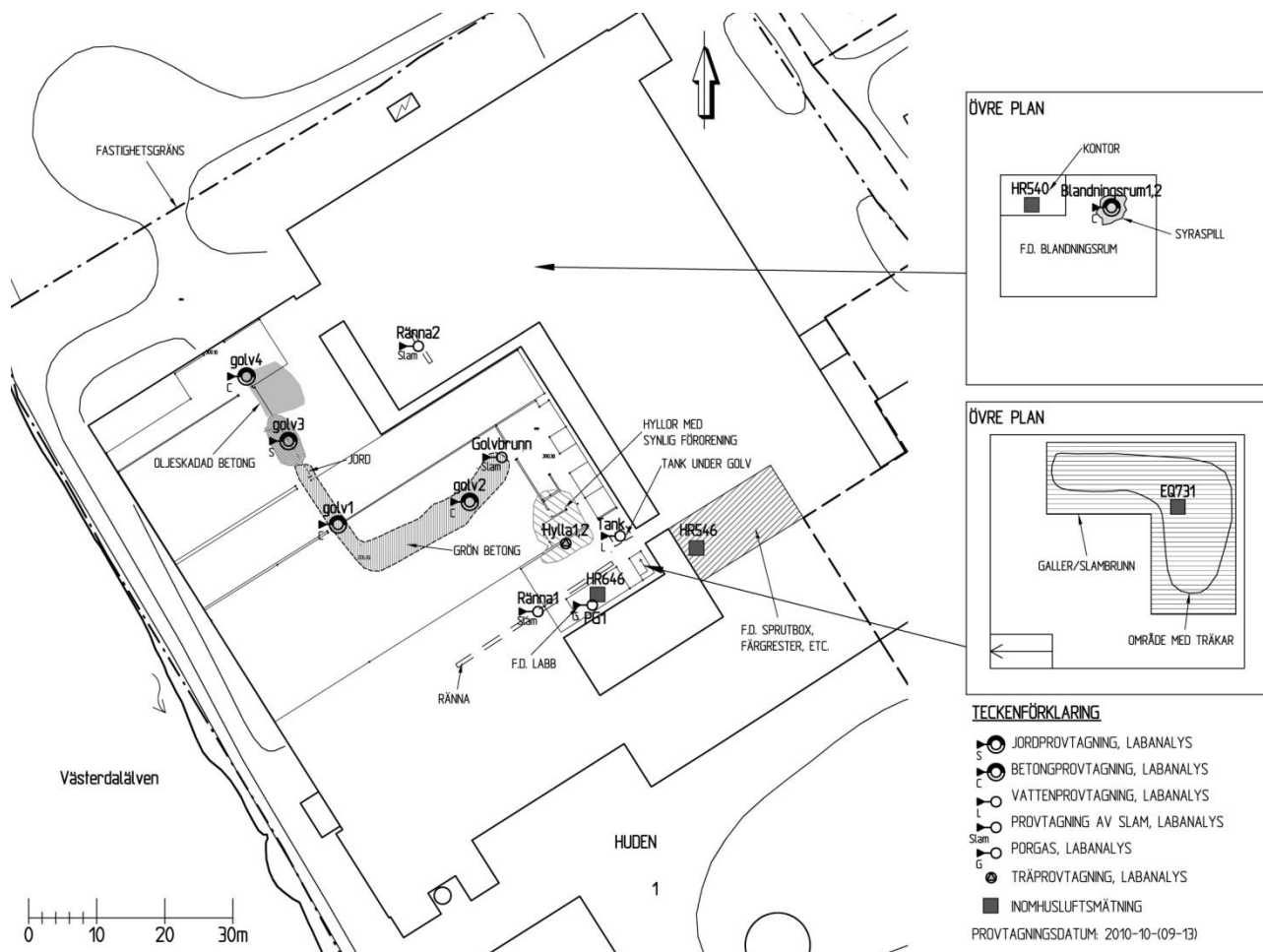
6.4 Undersökning av material, slam, vatten och luft i byggnad

Provtagning av byggnadsmaterial utfördes under eftermiddagen 12 oktober (omfattning enligt ritning i Figur 5). Tre betongprover togs från golvet i den äldre byggnadens norra och östra del där golvet är synligt oljeskadat samt starkt grönfärgat. En del av golvet består av grus vilket också provtogs. Proverna uttogs ytligt med hjälp av en borrhämmare och en betongborr. Även träprover togs från en plats i den gamla byggnaden där trähyllor synligt färgats av kemikalier.

Under golvet i den östra delen av den äldre byggnaden påträffades vid förundersökningen en 1 m³ stor plasttank med okänt flytande innehåll som bedömdes innehålla mestadels vatten. Under fältundersökningen 12 oktober provtogs detta vatten.

Två golvrännor samt en golvbrunn i byggnaden provtogs också den 13 oktober. En av rännorna är belägen i den nyare delen av byggnaden medan den andra rännan samt golvbrunnen är belägna i den äldre delen.

Fyra diffusionsprovtagare för luft (Radiello) sattes 8 oktober upp i fyra olika rum i byggnaden. Efter ca 4 dygn plockades dessa ner igen och skickades till laboratorium för analys. I ett av rummen, det före detta laboratoriet, borrades även ett hål i golvet så att luften under golvet kunde pumpas upp genom ett kolrör som senare också skickades till laboratorium för analys.



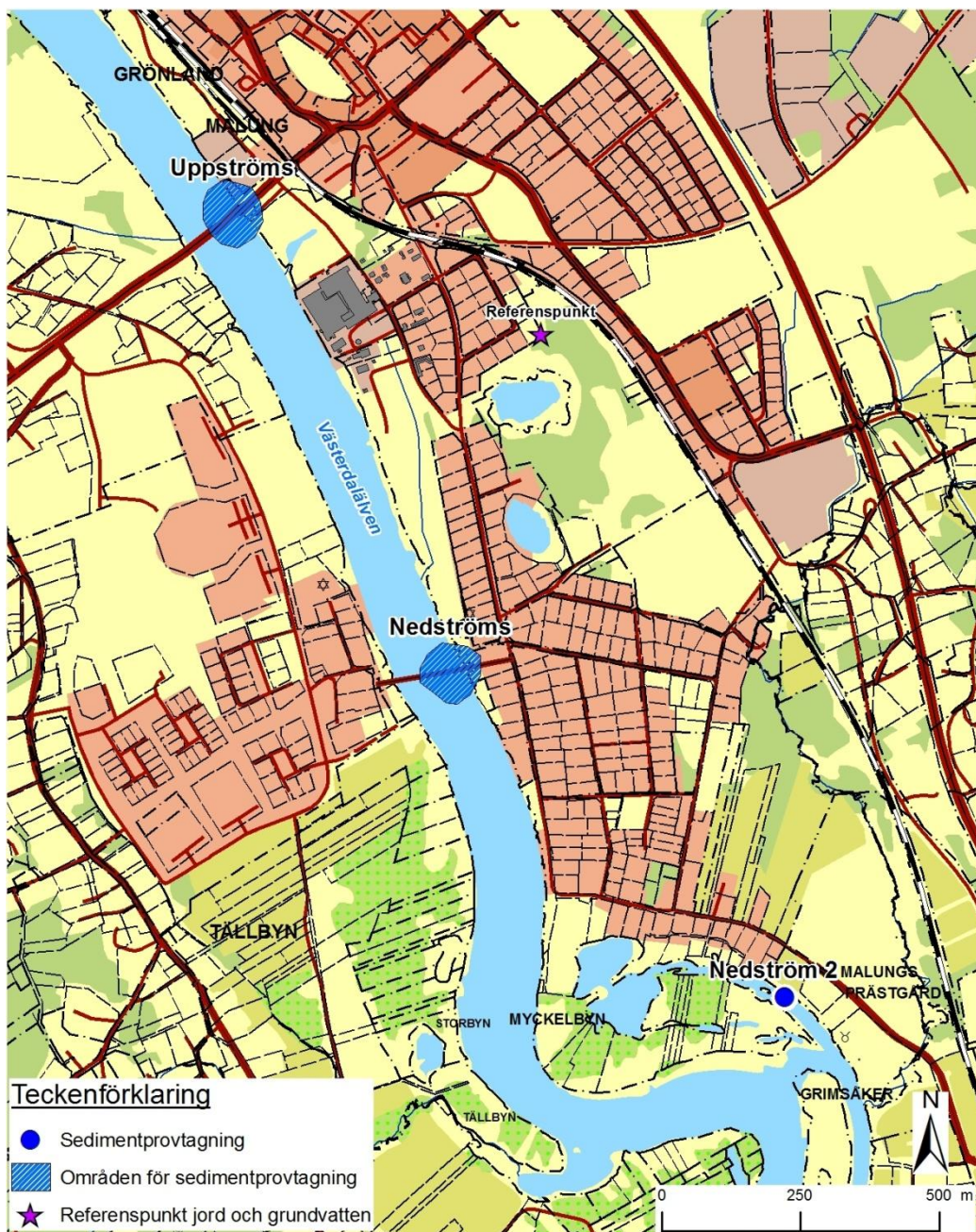
Figur 5: Ritning som visar provtagningar som genomförts inomhus i f d Malungs garveri.

6.5 Provtagning av sediment i Västerdalälven

Provtagning av sediment från botten av Västerdalälven planerades för att erhålla underlag till att bedöma om föroreningar sprids alternativt har spridits från området till älven. Provtagningen skulle då ske i en provtagningspunkt uppströms fastigheten samt i en punkt nedströms. Vid fältundersökningen letades platser i ån med mjuka sediment att provta men inga hittades annat än ganska långt nedströms fastigheten. Sedimentprover uppströms fastigheten samt närmast nedströms togs därför på grusbotten, så kallad transportbotten.

Provtagning av sediment i Västerdalälven utfördes i ett första steg 11 oktober. Då togs sedimentprover vid bron ca 200 m uppströms älven samt vid gång- och cykelbron ca 500 m nedströms fastigheten. En kompletterande sedimentprovtagning utfördes 25 november på grund av att kvalitén på proverna från den första provtagningen inte var tillfredställande. Då togs sedimentprover längre nedströms älven mellan Myckelbyn och Malungs kyrka, ca 1,5 km från fastigheten.

Sedimentproverna uttogs med ett provtagningsredskap som kallas Ekmanhuggare. Redskapet firas ned i vattnet tills det når botten och sjunker av sin egen vikt ned en bit i det lösa sedimentet. Därefter kan man sluta provtagaren och föra upp provet ur vattnet.



Figur 6: Karta som visar provtagningspunkter för sediment i Västerdalälven samt referensområde för jord och grundvatten.



7.0 RESULTAT

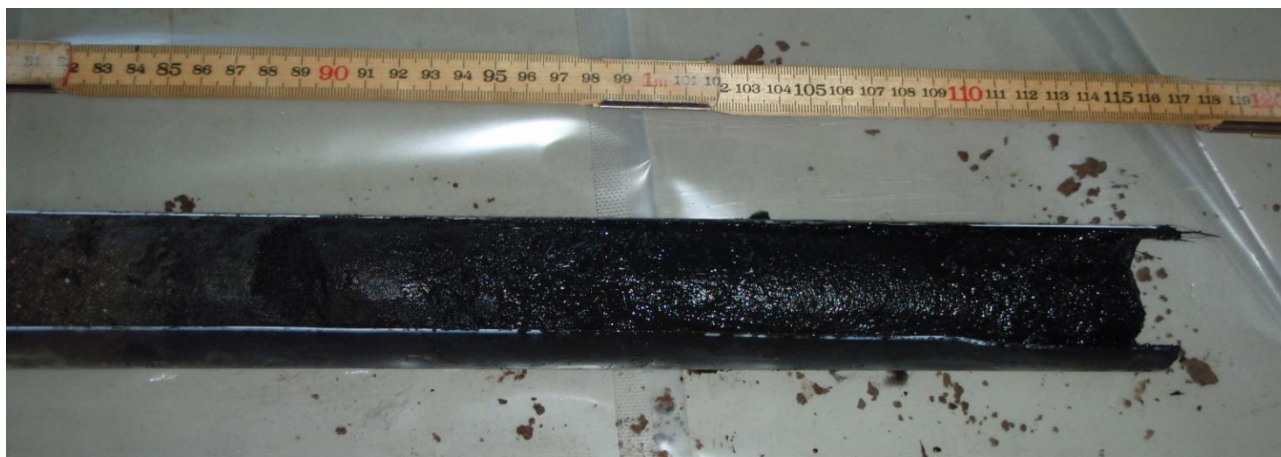
I kommande kapitel sammanfattas erhållna resultat. Eftersom prov tagits på många olika medier på fastigheten har kapiteluppdelningen nedan gjorts efter respektive provtagningsmedie. Tolkningar av resultaten görs under kapitel 8.0 Riskbedömning. Samtliga analyser har utförts av ALS Scandinavia. Analysomfattningen beskrivs i Tabell 1.

Tabell 1: Analysomfattning, antal analyser.

Provtagningsmedia Analysparameter	Jord	Grund- vatten	Div. vatten	Luft	Slam (brunn)	Bygg- mtrl.	Sedi- ment	Aska	Damm
Metaller	25	4	4	-	1	7	4	1	1
Krom (6-värt)	5	-	-	-	-	-	1	-	-
PCB	3	-	-	-	-	-	3	-	-
Klorerade alifatiska kolväten	3	1	-	-	-	-	-	-	-
BTEX	-	2	1	-	-	-	-	-	-
Screeninganalyser	3	-	-	5	2	1	-	-	-
Olja (GC-FID)	4	-	-	-	2	-	-	-	-

7.1 Fältintryck

Jordlagerföljden i området utgörs av sandigt material. Sanden innehåller ställvis grövre men även finare material såsom grus respektive silt och lera. Markytan består till största delen av grusade körytor samt gräs. I en av provtagningspunkterna utomhus (GA01) påträffades oljeskadad jord på 2,1 till 2,4 m djup under markytan, se Figur 7.



Figur 7: Oljeskadad jord från provtagningspunkt GA01 2,1 - 2,4 m under markytan.

Inne i huvudbyggnaden finns flertalet golvytor som är klart påverkade av krom. I Figur 8 ses en av dessa grönfärgade golvytor. Kontrasten till den underliggande, ofärgade, betongen ses där i provtagningspunkt Golv 2.



Figur 8: Krom-påverkad golvyta vid provtagningspunkt Golv 2 i huvudbyggnaden.

7.2 Mark

Nedan följer analysresultaten från de jordprov som togs på den aktuella fastigheten.

Tabell 2: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	GA01 0-0,5 m	GA01 0,5-0,9 m	GA02 0-0,5 m	GA02 0,5-0,9 m	GA03 0-0,5 m	GA04 0-0,5 m	Riktvärden ¹⁾	
							KM	MKM
As	1,13	4,03	1,55	3,83	0,773	0,539	10	25
Ba	20,6	16,2	32,9	86,7	13,7	22,9	200	300
Cd	0,116	<0,1	0,105	0,442	<0,1	<0,1	0,5	15
Co	5,06	5,36	7,36	4,68	4,79	6,95	15	35
Cr (tot)	19,5	44,8	69	429	9,39	18,4	80	150
Cu	9,14	6,32	12	26,4	4,82	9,34	80	200
Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	2,5
Ni	7,82	7,04	9,15	7,39	7,31	9,67	40	120
Pb	4,69	4,96	8,15	30,4	3,88	8,81	50	400
V	11,8	13,3	15,2	15,5	12,5	13,5	100	200
Zn	30,5	24,3	36,3	126	16,8	35,1	250	500
TS (%)	94,6	94,6	90,4	83,9	92,5	94,1	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .



FÖRSTUDIE MALUNGS GARVERI

Tabell 3: jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning	GA04	GA05	GA06	GA07	GA07	GA08	Riktvärden ¹⁾	
Ämne	0,5-1,0 m	0-0,6 m	0-0,4 m	0-0,5 m	1,0-1,5 m	0-0,3 m	KM	MKM
As	0,931	1,03	2,61	0,857	0,671	0,555	10	25
Ba	82,6	39,2	95,6	27,1	21,6	15	200	300
Cd	0,151	0,246	0,183	0,614	0,317	<0,1	0,5	15
Co	5,99	5,17	5,36	3,50	3,24	4,34	15	35
Cr (tot)	7,17	20,5	65,3	746	235	51,2	80	150
Cu	11,9	8,75	22,1	8,23	5,73	6,28	80	200
Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	2,5
Ni	6,40	7,23	7,59	<5	<5	5,61	40	120
Pb	5,65	34,1	15,7	17,1	6,44	4,82	50	400
V	17,6	11,9	20,2	9,59	7,86	10,3	100	200
Zn	64,7	130	73,7	295	157	25,2	250	500
TS (%)	63,6	94,1	82,4	88,9	84,3	91,9	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Tabell 4: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning	GA08	GA09	GA09	GA10	GA10	GA11	Riktvärden ¹⁾	
Ämne	0,3-0,6 m	0-0,6 m	0,6-1,2 m	0-0,6 m	0,6-1,2 m	0-0,6 m	KM	MKM
As	3,40	1,00	2,77	3,22	2,22	3,96	10	25
Ba	160	34,7	90,6	136	66,7	49,9	200	300
Cd	1,59	0,109	1,05	0,403	<0,1	0,149	0,5	15
Co	5,02	7,08	4,90	5,48	7,17	4,59	15	35
Cr (tot)	362	41,9	302	88,3	9,59	61,6	80	150
Cu	31,1	14,9	12,8	20,1	5,79	18,4	80	200
Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	2,5
Ni	7,92	9,81	7,04	9,59	5,68	7,02	40	120
Pb	36,4	5,94	20,7	32,0	4,87	11,7	50	400
V	21,3	18,1	14,9	21,8	29,1	12,1	100	200
Zn	111	36,9	76,3	128	14,4	42,5	250	500
TS (%)	80,2	95,0	88,5	83,3	77,5	92,5	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .



FÖRSTUDIE MALUNGS GARVERI

Tabell 5: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	GA11	GA12	GA12	GA14	GA15	GA16	Riktvärden ¹⁾	
	0,6-1,2 m	0,5-0,7 m	0,7-1,2 m	0-0,4 m	0-0,7 m	0-0,4 m	KM	MKM
As	5,34	1,72	2,49	0,823	1,79	1,71	10	25
Ba	225	26,2	64,1	25,7	74,6	47,9	200	300
Cd	0,358	<0,1	0,163	<0,1	0,301	0,128	0,5	15
Co	4,67	3,66	3,24	7,32	4,58	4,78	15	35
Cr (tot)	44,8	87,1	42,5	23,7	59,5	38,9	80	150
Cu	85,3	7,64	5,91	10,1	8,44	10,2	80	200
Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	2,5
Ni	8,18	5,19	<5	10,0	6,61	5,99	40	120
Pb	40,7	5,91	14,2	4,12	13,2	15,4	50	400
V	17,6	10,6	20,2	15,6	17,1	17,8	100	200
Zn	226	26,0	28,4	30,1	74,2	46,0	250	500
TS (%)	71,7	89,0	71,7	92,1	78,5	88,0	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Tabell 6: Analysresultat jordprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	GA18	Riktvärden ¹⁾	
	0-0,4 m	KM	MKM
As	1,14	10	25
Ba	31,8	200	300
Cd	<0,1	0,5	15
Co	5,29	15	35
Cr (tot)	11,1	80	150
Cu	6,93	80	200
Hg	<0,2	0,25	2,5
Ni	7,06	40	120
Pb	5,48	50	400
V	17,0	100	200
Zn	24,3	250	500
TS (%)	84,5	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Enligt analysresultaten så påträffades halter av krom överskridande Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM till största delen i jordlager ned till 1,5 m i området mellan huvudbyggnaden och älven mot sydväst.



Dessutom påträffades kadmium i halter överskridande riktvärden för KM i samma område. Krom påträffades även i halter överskridande MKM i en provtagningspunkt norr om huvudbyggnaden (GA02). Halter av barium och koppar överskridande riktvärdena för KM påträffades i provtagningspunkt GA11 och halter av zink överskridande KM påträffades i provtagningspunkt GA07

Tabell 7: Analysresultat jordprov med avseende på Cr(VI), mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning	GA04	GA05	GA09	GA10	GA11	Riktvärden ¹⁾	
Ämne	0-0,5 m	0,6-1,0 m	0-0,6 m	0-0,6 m	0-0,6 m	KM	MKM
Cr(VI)	<0,060	0,071	<0,060	0,109	<0,060	2	10
TS (%)	93,9	87,2	94,3	86,5	91,9	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Enligt analysresultaten påträffades halter av sexvärt krom, Cr(VI), i provtagningspunkterna GA05 och GA10. Ingen av halterna överskred dock någon av Naturvårdsverkets generella riktvärden. Dessa provtagningspunkter ligger på var sin sida om huvudbyggnaden, GA05 mot sydöst och GA10 mot väst.

Tabell 8: Analysresultat jordprov med avseende på PCB samt klorerade alifatiska kolväten, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning	GA01	GA08	GA09	GA09	GA09	GA11	Riktvärden ¹⁾	
Ämne	2,1-2,4 m	1,0-1,4 m	0-0,6 m	0,6-1,2 m	2,0-2,4 m	2,0-2,4 m	KM	MKM
PCB, summa 7	<0,0070	-	<0,0070	<0,0070	-	-	0,008	0,2
Triklören	-	<0,10	-	-	<0,10	<0,10	0,2	0,6
Tetraklören	-	<0,10	-	-	<0,10	<0,10	0,4	1,2
Vinylklorid	-	<0,10	-	-	<0,10	<0,10	*	*
TS (%)	60,6	74,2	94,6	89,1	69,9	26,6	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

- Ej analyserat.

Enligt analysresultaten så påträffades inga detekterbara halter av PCB eller klorerade alifatiska kolväten i något av de analyserade jordproven. Misstanke om förekomst av PCB fanns vid GA09, lokaliserad i anslutning till transformatorerna (Figur 9).



Tabell 9: Analysresultat för screeninganalys av jordprov, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	GA04	GA07	GA12	Riktvärden ¹⁾	
	0,5-1,0 m	2,0-2,4 m	1,6-2,0 m	KM	MKM
TS (%)	58,8	86,8	62,8	*	*
As	1,41	1,3	1,62	10	25
Ba	98,7	38,8	90,2	200	300
Cd	0,17	<0,10	0,15	0,5	15
Co	8,33	4,91	2,93	15	35
Cr (tot)	7,56	120	10,8	80	150
Cu	16,1	5,44	5,48	80	200
Hg	<0,20	0,25	<0,20	0,25	2,5
Mo	<0,40	0,72	<0,40	40	100
Ni	6,5	5,6	4,3	40	120
Pb	7,2	68,8	5,0	50	400
Sn	<1,0	1,0	<1,0	*	*
V	21,2	14,2	23,6	100	200
Zn	75,9	33,5	6,9	250	500
Alifater C ₁₂ -C ₁₆	11	<10	<20	100	500
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	27	<10	36	100	1000
PAH-L	0,127	<0,120	<0,120	3	15
PAH-M	1,08	<0,20	<0,20	3	20
PAH-H	0,719	<0,320	<0,320	1	10

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Enligt analysresultaten från screeninganalys på jordprover från djupare jordlager påträffades halter av krom, kvicksilver och bly överskridande KM i provtagningspunkt GA07. Detekterbara halter av alifatiska kolväten påträffades i provtagningspunkterna GA04 samt GA12. I provtagningspunkt GA04 påträffades dessutom detekterbara halter av polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Inga av dessa halter överskred dock någon av Naturvårdsverkets generella riktvärden.



Tabell 10: Analysresultat jordprov med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	GA01	GA04	GA06	GA09	Riktvärden ¹⁾	
	2,1-2,4 m	0,5-1,0 m	0-0,4 m	0-0,6 m	KM	MKM
Oljeindex	430	>20	104	115	*	*
Fraktion C ₁₀ -C ₁₂	<2	<2	<2	<2	100	500
Fraktion C ₁₂ -C ₁₆	14	<3	<3	<3	100	500
Fraktion C ₁₆ -C ₃₅	391	12	86	110	100	1000
Fraktion C ₃₅ -C ₄₀	24	<5	16	<5	*	*
TS (%)	40,6	66,6	81,0	94,8	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Enligt analysresultaten från oljeanalys på jordprover så påträffades halter av alifatiska kolväten i alla analyserade prov. Halter av alifatiska kolväten med de längsta kolkedjorna från provtagningspunkterna GA01 och GA09 överskred KM. Inga andra halter överskred någon av Naturvårdsverkets generella riktvärden. Det ska noteras att analyserna gjorts med GC-FID medan riktvärdena är framtagna för analyser med GC-MS. Eftersom GC-FID mäter fler kolväten än enbart petroleumkolväten så blir ovan bedömning konservativ.



Figur 9: Transformatorer på byggnadens sydvästra gavel mot Västerdalälven. Undersökning av mark för att kontrollera förekomst av PCB och olja har gjorts.



7.3 Grundvatten

Nedan följer analysresultaten från de grundvattenprov som tagits i installerade grundvattenrör på den aktuella fastigheten samt referensprovet i grannområdet.

Tabell 11: Analysresultat grundvattenprov med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	GA04	GA07	GA10	Referens
Ca (mg/l)	10,8	111	30,8	7,14
Fe (mg/l)	0,222	0,0253	0,0844	1,77
K (mg/l)	2,24	9,58	6,74	1,37
Mg (mg/l)	2,23	4,67	0,953	1,02
Na (mg/l)	2,36	19,3	316	2,63
Si (mg/l)	8,04	12	8,89	12,8
Al	4,78	3,72	19,7	749
As	0,228	0,309	<0,3	1,13
Ba	13,1	148	45,3	34,6
Cd	0,0065	0,101	0,0154	0,0361
Co	20,6	1,3	1,15	1,39
Cr (tot)	0,569	4,57	1,6	1,66
Cr(VI) (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cu	1,06	9,4	1,66	8,02
Hg	<0,002	<0,002	0,0038	<0,002
Mn	9920	1780	383	284
Mo	22,8	4,63	2,03	1,15
Ni	31,1	3,38	1,43	3,2
P	3,03	2,58	19,8	88,4
Pb	<0,02	0,0274	0,032	1,03
Sr	33	276	85	26,5
Zn	6,95	166	2,49	19,8

I Tabell 11 jämförs de uppmätta halterna av metaller bland annat mot halterna i referensgrundvattenprovet (Referens), vilket anses vara opåverkat av verksamheten på fastigheten. Vid en jämförelse av grundvattenproven från fastigheten (GA04, GA07, GA10) mot referensprovet påvisas ett flertal halter av metaller överstigande referensprovet. Metallhalter som i respektive grundvattenprov överstiger halterna i referensprovet ca 3 ggr eller mer är:

- GA04 Co, Mn, Mo och Ni
- GA07 Ca, K, Cd, Cr, Mn, Mo, Sr och Zn
- GA10 Ca, K, och Sr



Tabell 12: Analysresultat för screeninganalys av grundvattenprov, mg/l där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	GA07	GA10	Riktvärden ¹⁾	
			Ångor i byggnader	Miljörisker ytvatten
Bensen	<0,00020	<0,20	0,04	1
Toluen	<0,001	<0,001	7	1
Etylbensen	0,00014	<0,0001	6	1
Xylener	0,00022	<0,00015	20	1
PAH _{cancerogena}	<0,000035	<0,000035	0,2	0,005
PAH _{övriga}	<0,000045	0,000021	1,5	0,1

1) Riktvärden enligt Kemakta rapport AR 2005-31.

* Inget riktvärde finns .

- Ej analyserat.

Enligt analysresultaten från screeninganalys av grundvattenprover påträffades etylbensen och xylener i grundvattenprov från provtagningspunkt GA07 och PAH_{övriga} i grundvattenprov från provtagningspunkt GA10. Inga av dessa halter överskred dock något av de aktuella riktvärdena.



7.4 Byggnad

Nedan följer analysresultaten från de prov som tagits inom huvudbyggnaden på den aktuella fastigheten. Kapiteluppdelningen har gjorts efter respektive provtagningsmedie.

7.4.1 Byggnadsmaterial

Nedan följer analysresultat från betong- och träprover som tagits från misstänkt förorenade golvytor respektive hyllor inom huvudbyggnaden.

Tabell 13: Analysresultat trä- och betongprov med avseende på metaller, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Hylla 1	Hylla 2	Golv 1	Golv 2	Golv 4	Bland- rum 1	Bland- rum 2	Jämförvärden ¹⁾	
								KM	MKM
As	0,327	0,161	5,69	3,9	5,63	17,1	11,2	10	25
Cd	0,167	0,137	0,54	0,124	0,466	0,833	0,824	0,5	15
Co	0,468	1,59	11,8	7,17	7,4	5,34	5,53	15	35
Cr (tot)	199	308	799	1 420	45,9	204	149	80	150
Cr(VI)	-	15	0,337	0,594	0,08	<0,06	-	2	10
Cu	36	13,3	299	118	55,1	717	109	80	200
Hg	0,134	0,0663	0,52	0,302	<0,04	0,0698	<0,04	0,25	2,5
Ni	3,28	0,830	22,8	15	14,1	56	64,5	40	120
Pb	8,71	13,6	18,2	8,19	<10	41,9	35,2	50	400
V	0,277	0,394	37,9	17,6	26,9	124	120	100	200
Zn	114	220	291	184	134	234	279	250	500

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

- Ej analyserat.

I Tabell 13 jämförs de uppmätta halterna av metaller mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad jord vilket här bara används som jämförvärden eftersom inga riktvärden för byggnadsmaterial finns att tillgå. Enligt analysresultaten från metallanalys av prover på byggnadsmaterial påträffades ett flertal metaller i förhållandevis höga halter jämfört med riktvärden för förorenad jord. Halten krom i trä från hyllor i den gamla delen av byggnaden innehöll både en total-halt krom samt en halt av sexvärt krom som överskrider de generella riktvärdena för MKM. Av de betongprover som togs på grönfärgade golvytor (Golv 1 och Golv 2) påträffades halter av krom överskridande de generella riktvärdena för MKM i båda proverna. Även halter av kvicksilver påträffades i dessa betongprover, dessa halter överskred de generella riktvärdena för KM men inte MKM. I provet från provtagningspunkten Golv 1 påträffades även en halt av koppar överskridande det generella riktvärdet för MKM. I betongprover från syraskadad golvyta inne i det gamla blandningsrummet (Blandrum 1 och 2) påträffades halter av arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, vanadin och zink i halter överskridande det generella riktvärdet för KM. I provet Blandrum 1 överskred halterna av krom och koppar även det generella riktvärdet för MKM. Kviksilver detekterades också i detta prov men halten överskred inga av riktvärdena.



Metallhalterna i byggnadsmaterialet överskred ej Avfall Sveriges rekommenderade haltgränser för Farligt Avfall (FA). Haltgränsen för exempelvis krom är där satt till 10 000 mg/kg TS, för de flesta andra metaller av intresse i detta fall ligger haltgränsen på minst 1 000 mg/kg TS.

Tabell 14: Analysresultat för screeninganalys av jordprov Golv 3, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	Golv 3	Jämförvärden ¹⁾	
		KM	MKM
TS (%)	96,6	*	*
As	2,7	10	25
Ba	112	200	300
Cd	0,44	0,5	15
Co	1,78	15	35
Cr (tot)	83,8	80	150
Cu	47,5	80	200
Hg	<0,20	0,25	2,5
Mo	0,56	40	100
Ni	3,6	40	120
Pb	8,6	50	400
V	4,85	100	200
Zn	1 130	250	500
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	493	100	1 000
Pentaklorfenol	0,053	0,5	3
Etylbensen	0,028	10	50

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Även i denna tabell jämförs de uppmätta halterna generella riktvärden för förorenad eftersom inga riktvärden för byggnadsmaterial finns att tillgå. På det grusiga materialet som utgjorde golvytan i provtagningspunkt Golv 3 gjordes en screeninganalys (Figur 10). Enligt analysresultatet från denna analys överskred halten av zink de generella riktvärdena för MKM. Halter av krom samt alifatiska kolväten med långa kolkedjor (C₁₆-C₃₅) överskred de generella riktvärdena för KM. Även pentaklorfenol samt etylbensen detekterades, men halterna underskred de generella riktvärdena för KM.



Figur 10: Foto från provtagen jord inomhus.



7.4.2 Slam

Nedan följer analysresultat från slamprover som togs i botten på brunnar inom huvudbyggnaden.

Tabell 15: Analysresultat för screeninganalys av slamprov i brunnar inomhus, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	Ränna 1	Golvbrunn	Jämförvärden ¹⁾	
			KM	MKM
TS (%)	91,9	31,5	*	*
As	22,9	20,6	10	25
Ba	207	118	200	300
Cd	1,05	0,79	0,5	15
Co	18,1	31,6	15	35
Cr (tot)	6 370	58 000	80	150
Cr(VI)	0,600	0,096	2	10
Cu	630	743	80	200
Hg	81,9	11	0,25	2,5
Ni	74,3	79,9	40	120
Pb	422	282	50	400
V	48,8	104	100	200
Zn	482	505	250	500
Alifater C ₁₂ -C ₁₆	-	34	100	500
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	-	92	100	1000
3,5-diklorfenol	-	0,028	*	*
3,4,5-triklorfenol	-	0,040	*	*
2,3,4,5-tetraklorfenol	-	0,022	*	*
Pentaklorfenol	-	0,095	*	*
Summa klorfenoler	-	0,185	0,5	3

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

- Ej analyserat.

I tabellen jämförs de uppmätta halterna av metaller och kolväten mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad jord vilket här bara används som jämförvärden eftersom inga riktvärden för slam finns att tillgå. En screeninganalys gjordes på slam taget från botten av två olika brunnar i huvudbyggnaden (Ränna 1 och Golvbrunn). Halterna av krom, koppar, kvicksilver, bly (Ränna 1) och zink (Golvbrunn) överskred generella riktvärdena för MKM. Halten krom i prov från provtagningspunkt Golvbrunn (58 000 mg/kg TS) överskred även Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket är 10 000 mg/kg TS. Detekterade halter av arsenik, kadmium, kobolt och nickel i de båda proverna överskred de generella riktvärdena för KM. I provet från provtagningspunkt Golvbrunn detekterades även låga halter av alifatiska kolväten samt klorfenoler, inga halter överskred dock några generella riktvärden.



Tabell 16: Analysresultat slamprov i golvrännor och -brunn inomhus med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Ränna 1	Ränna 2	Golvbrunn	Jämförvärden ¹⁾	
				KM	MKM
Oljeindex	45 100	2 030	10 700	*	*
Fraktion C ₁₀ -C ₁₂	104	<2	232	100	500
Fraktion C ₁₂ -C ₁₆	406	20	632	100	500
Fraktion C ₁₆ -C ₃₅	37 600	1 770	9 670	100	1000
Fraktion C ₃₅ -C ₄₀	7 030	241	199	*	*
TS (%)	89,1	67	31,5	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Även i denna tabell jämförs de uppmätta halterna generella riktvärden för förorenad jord eftersom inga riktvärden för slam finns att tillgå. Slamprover från golvrännor och -brunnar (Figur 11) analyserades även med avseende på olja (GC-FID). Enligt analysresultaten från denna analys påträffades alifatiska kolväten med långa kolkedjor (C₁₆-C₃₅) i halter överskridande de generella riktvärdena för MKM. Halterna i provtagningspunkt Ränna 1 (36 700 mg/kg TS) överskred även Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket är 10 000 mg/kg TS. I provtagningspunkten Golvbrunn påträffades även halter av alifatiska kolväten med kortare kolkedjor i halter överskridande MKM. Halten av samma alifatiska kolkedjor (C₁₂-C₁₆) i provtagningspunkt Ränna 1 överskred det generella riktvärdet för KM. Halten av alifatiska kolväten (C₁₀-C₁₂) i prov från Ränna 1 samt Golvbrunn överskred även de det generella riktvärdet för KM.



Figur 11: Foto som visar rännor där högkontaminerat slam förekommer.



7.4.3 Vatten från tank

Nedan följer analysresultat från vattenprov som tagits från en tank under golvet inom huvudbyggnaden.

Tabell 17: Analysresultat vattenprov från tank med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Tank	Jämför- värden ¹⁾
Ca (mg/l)	3,55	*
Fe (mg/l)	1,16	300
K (mg/l)	2,37	*
Mg (mg/l)	0,459	*
Na (mg/l)	9,35	*
Si (mg/l)	9,46	*
Al	2,89	5
As	0,606	5
Ba	529	*
Cd	<0,01	0,017
Co	236	*
Cr (tot)	33,2	8,9
Cu	0,899	2
Hg	<0,002	0,026
Mn	239	*
Mo	3,07	73
Ni	1,65	65
P	13,7	*
Pb	36,4	2
Sr	14,3	*

1) Jämförvärden enligt Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (CCME 2007). Jämförvärdena gäller för medelhårt vatten. Inget riktvärde finns .

Tabell 18: Analysresultat för screeninganalys av vattenprov från tank, mg/l där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	Tank	Jämförvärden ¹⁾	
		Ångor i byggnader	Miljörisker ytvatten
Alifater C ₈ -C ₁₀	0,017	*	*
Alifater C ₁₀ -C ₁₂	0,483	*	*
Σ C ₈ -C ₁₂	0,5	0,1	3
Alifater C ₁₂ -C ₁₆	0,016	*	*
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	0,36	*	*
Σ C ₁₂ -C ₃₅	0,376	*	5
Aromater C ₈ -C ₁₀	0,00606	0,1	3
Alifater C ₁₀ -C ₁₆	0,000061	0,01	1
PAH _{cancerogena}	<0,000035	0,0001	0,005
PAH _{övriga}	0,000433	0,004	0,1

1) Riktvärden enligt Kemakta rapport AR 2005-31.

* Inget riktvärde finns .

I Tabell 17-Tabell 18 jämförs metallhalterna i vattenprovet från tanken med de kanadensiska riktvärdena för skydd av akvatiskt liv i vatten (CCME 2007). De kanadensiska riktvärdena används här bara som jämförvärden eftersom inga motsvarande svenska riktvärden för metaller i vatten finns att tillgå. Halterna av alifatiska kolväten samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH) jämförs med Naturvårdsverket riktvärden för grundvatten. Halterna av krom, bly och zink i vattenprovet överskred jämförvärdena. Alifatiska kolväten med kortare kolkedjor (C₈-C₁₂) överskred Naturvårdsverkets riktvärde med avseende på exponeringsvägen Ångor i byggnader.

7.4.4 Luft

Genomförda mätningar av luft detekterade ämnen som förekommer i ångfas. Screeninganalyserna på luftproverna gav kromatogram som resultat. Varje ämne (förening) som detekterades i luftprovet fick ett karakteristiskt masspektrum i kromatogrammet. Identifieringen av dessa ämnen gjordes sedan av laboratoriet genom jämförelse av detta spektrum med ett standardbibliotek av spektra. Utifrån utseendet på



ett ämnes spektra i jämförelse med en internstandard gjordes sedan en semi-kvantitativ uppskattning av mängden av respektive ämne. I Tabell 19 redovisas därför uppskattade mängder av detekterade föreningar. Varje rad i tabellen motsvarar en topp i kromatogrammet. På grund av att den använda metoden är semi-kvantitativ kan ingen omräkning till koncentrationer i luft göras.

Tabell 19: Analysresultat för screeninganalys av luftprov, µg /prov där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	EQ731 Färgrum	HR540 Kontor	HR546 Sprutbox	HR646 Lab	Kolrör Lab
Etanol	-	1	-	-	-
Alken	-	-	1	-	-
Aceton	-	3	1	-	-
2-metyl-butan	-	6	1	-	-
Pentan	-	2	-	-	-
Bensen	-	1	-	-	-
1-butanol	-	1	-	-	-
Heptan	-	1	-	-	-
Metyl-cyklohexan	-	2	-	-	-
Toluen	-	1	2	-	-
Hexanal	-	2	-	-	-
Etylbensen	-	2	1	-	-
m/p-xylen	-	7	3	-	-
o-xylen	-	2	1	-	-
Siloxan	-	3	-	-	-
Siloxan	-	3	-	-	-
Dekan	-	1	-	-	-
Terpen (µg/m ³)	-	-	-	-	260
Terpen (µg/m ³)	-	-	-	-	170

- Ej detekterat.

Enligt analysresultaten från screeninganalys av luftprover på inomhusluft påträffades ett flertal ämnen i proverna från Kontor och Sprutbox. Ursprunget till dessa ämnen kan dock inte med säkerhet knytas till garveriverksamheten. I luftprov som pumpades upp från under golvet i Labbet påvisades terpen.

7.4.5 Skorsten och ventilationsanläggning

I Tabell 20 redovisas analysresultat med avseende på metaller från prov taget på aska i skorstenen samt det pulver som finns i plasttunnor vid ventilationsanläggningen invid huvudbyggnadens nordöstra vägg.



Tabell 20: Analysresultat med avseende på metaller för prov tagna i skorsten samt vid ventilationsanläggning, mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Skorsten	Vent.	Jämförvärden ¹⁾	
			KM	MKM
As	12,4	<0,4	10	25
Cd	0,208	<0,02	0,5	15
Co	9,87	1,94	15	35
Cu	69,6	17,3	80	200
Hg	2,49	<0,05	0,25	2,5
Ni	113	0,704	40	120
Pb	235	1,25	50	400
S	43 400	14 300	*	*
Zn	70	9,51	250	500

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

I Tabell 20 jämförs de uppmätta halterna av metaller mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad jord vilket här bara används som jämförvärden eftersom inga riktvärden för dessa medier finns att tillgå. Enligt analysresultaten från metallanalys av prover på aska från skorstenen (Figur 12) påträffades halter av kvicksilver, nickel och bly överskridande de generella riktvärdena för KM. Halterna av kvicksilver och nickel ligger i samma storleksordning som riktvärdena för MKM.



Figur 12: Skorsten.

7.5 Reningsverket samt brunnar utomhus

Nedan följer analysresultaten från de prov som togs från reningsverket samt brunnar utanför huvudbyggnaden på den aktuella fastigheten. Kapiteluppdelningen har gjorts efter respektive provtagningsställe.

7.5.1 Slam

Nedan följer analysresultat från slamprover som togs i reningsverket samt botten på en brunn utanför huvudbyggnaden.



Tabell 21: Analysresultat slamprov i brunn med avseende på olja (GD-FID), mg/kg TS där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Brunn 1	Jämförvärden ¹⁾	
		KM	MKM
Oljeindex	16 100	*	*
Fraktion C ₁₀ -C ₁₂	<2	100	500
Fraktion C ₁₂ -C ₁₆	1 460	100	500
Fraktion C ₁₆ -C ₃₅	13 900	100	1000
Fraktion C ₃₅ -C ₄₀	771	*	*
TS (%)	35,3	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

Slamprov från Brunn 1 analyserades med avseende på olja (GC-FID). Enligt analysresultaten från denna analys påträffades alifatiska kolväten med långa kolkedjor (C₁₂-C₁₆ och C₁₆-C₃₅) i halter överskridande de generella riktvärdena för MKM. Halterna av alifatiska kolväten med de längsta kolkedjorna (C₁₆-C₃₅) var 13 900 mg/kg TS, denna halt överskred även Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket är 10 000 mg/kg TS.



Tabell 22: Analysresultat för screeninganalys av slamprov i reningsverket, mg/kg TS där inget annat anges. Endast detekterade ämnen redovisade.

Provmärkning Ämne	Reningsv	Jämförvärden ¹⁾	
		KM	MKM
TS (%)	27,2	*	*
As	150	10	25
Ba	95,1	200	300
Cd	0,42	0,5	15
Co	22,1	15	35
Cr (tot)	19 200	80	150
Cu	243	80	200
Hg	0,24	0,25	2,5
Mo	4,91	40	100
Ni	14,4	40	120
Pb	145	50	400
Sn	1,2	*	*
V	20,4	100	200
Zn	924	250	500
Alifater C ₁₀ -C ₁₂	153	100	500
Alifater C ₁₂ -C ₁₆	1 800	100	500
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	17 600	100	1000
PAH-L	45	3	15
PAH-M	2,35	3	20
PAH-H	2,6	1	10
3,5-diklorfenol	0,044	*	*
Etylbensen	0,099	10	50
Xylener	0,454	10	50
Glödförlust (% av TS)	65	*	*
TOC (% av TS)	37	*	*

1) Riktvärden enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. KM – Känslig markanvändning, MKM – Mindre känslig markanvändning.

* Inget riktvärde finns .

En screeninganalys gjordes på slam taget från botten av reningsverket (Reningsverk). Halterna av arsenik, krom och koppar överskred generella riktvärdena för MKM. Även halter av alifatiska kolväten med långa kolkedjor (C₁₂-C₁₆ och C₁₆-C₃₅) påträffades i halter överskridande de generella riktvärdena för MKM. Därutöver påträffades halter av kobolt, bly, zink, alifater C₁₀-C₁₂ i halter överskridande riktvärdena för KM. Halten krom i provet (19 200 mg/kg TS) överskred även Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket är 10 000 mg/kg TS. Halten av alifatiska kolväten med de längsta kolkedjorna (C₁₆-C₃₅) var 17 600 mg/kg TS, denna halt överskred också Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket är 10 000 mg/kg TS.



7.5.2 Vatten

Nedan följer analysresultat från vattenprover som tagits i reningsverket samt i brunnar utanför huvudbyggnaden.

Tabell 23: Analysresultat vattenprov med avseende på metaller, µg/l där inget annat anges.

Provmärkning	Reningsv.	Brunn 1	Brunn 2	Jämför- värden ¹⁾
Ämne				
Ca (mg/l)	39	49,7	36,3	*
Fe (mg/l)	0,846	0,0893	0,0535	300
K (mg/l)	11,3	5,92	2,31	*
Mg (mg/l)	1,82	2,4	1,41	*
Na (mg/l)	20,2	24,4	8,35	*
Si (mg/l)	2,94	5,33	2,38	*
Al	10,7	4,66	2,71	5
As	62,6	0,618	0,647	5
Ba	5,13	6,64	12,5	*
Cd	0,0041	0,005	0,0086	0,017
Co	0,255	0,281	0,279	*
Cr (tot)	13,6	9,07	3,49	8,9
Cr(VI)	-	<0,002	-	1
Cu	1,19	0,534	0,425	2
Hg	<0,002	<0,002	<0,002	0,026
Mn	908	995	279	*
Mo	<0,05	0,0724	0,284	73
Ni	0,493	0,638	0,513	65
P	65,5	181	77,6	*
Pb	0,036	0,067	0,404	2
Sr	66,2	84,6	56,8	*
Zn	5,19	11,2	14	30

1) Jämförvärden enligt Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (CCME 2007). Jämförvärdena gäller för medelhårt vatten.

* Inget riktvärde finns .

I Tabell 23 jämförs metallhalterna i vattenproven med de kanadensiska riktvärdena för skydd av akvatiskt liv i vatten (CCME 2007). De kanadensiska riktvärdena används här bara som jämförvärden eftersom inga motsvarande svenska riktvärden för metaller i vatten finns att tillgå. Jämförelsen bedöms som relevant då detta vatten riskerar att spridas till den skyddsvärda Västerdalälven. Halterna av aluminium, arsenik och krom i vattenprov från reningsverket överskred jämförvärdena. Även halten krom i vattenproven från Brunn 1 överskred jämförvärdena.



Tabell 24: Analysresultat vattenprov från reningsverket med avseende på BTEX samt klorerade alifatiska kolväten, mg/l där inget annat anges.

Provmärkning Ämne	Reningsverk	Riktvärden ¹⁾	
		Ångor i byggnader	Miljörisker ytvatten
Bensen	<0,00020	0,04	1
Toluen	<0,001	7	1
Etylbensen	<0,0001	6	1
Xylener	<0,00015	20	1
Trikloreten	<0,00010	*	*
Tetrakloreten	<0,00020	*	*
Vinylklorid	<0,001	*	*

1) Riktvärden enligt Kemakta rapport AR 2005-31.

* Inget riktvärde finns .

Inga aromatiska kolväten (här BTEX) eller klorerade alifatiska kolväten detekterades i vattenprov från reningsverket.



7.6 Sediment

Nedan följer analysresultat från sedimentprover som tagits i Västerdalälven uppströms samt nedströms fastigheten.

Tabell 25: Analysresultat sedimentprov från Västerdalälven med avseende på metaller och PCB, mg/kg TS.

Provmärkning	Norra bron	Södra bron	Nedströms 2			Jämförvärden ¹⁾	
Ämne	0-0,1 m	0-0,1 m	0-0,02 m	0,02-0,1 m	0,1-0,3 m	ISQG	PEL
TS (%)	69,9	72,3	60,6	71,8	69,1	*	*
TOC (% av TS)	-	-	1,5	-	-	*	*
As	1,04	2,41	0,862	0,850	-	5,9	17
Ba	48,6	58,5	51,3	47,1	-	*	*
Cd	0,129	0,262	<0,1	<0,1	-	0,6	3,5
Co	5,19	5,32	4,31	4,71	-	*	*
Cr (tot)	23,5	230	7,48	6,83	-	37	90
Cr(VI)	-	0,200	<0,060	-	-	*	*
Cu	5,92	5,41	3,4	3,28	-	35,7	197
Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	0,17	0,486
Ni	7,65	7,55	6,51	6,57	-	*	*
Pb	9,53	13,4	3,69	3,32	-	35	91,3
V	21,5	21,8	20,5	21,0	-	*	*
Zn	41,3	62	28,8	27,4	-	123	315
PCB – 7	<0,0070	<0,0070	-	-	<0,0070	0,0341	0,277

1) Jämförvärden enligt Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (CCME 2002). ISQG-halter kan anses som lågriskvärden som då och då kan orsaka negativa effekter medan PEL-halter ofta orsakar negativa effekter.

- * Inget riktvärde finns .
- Ej analyserat.

I Tabell 25 jämförs metallhalterna i sedimentproven med de kanadensiska riktvärdena för skydd av akvatiskt liv i vatten (CCME 2002). De kanadensiska riktvärdena används här som jämförvärden eftersom inga motsvarande svenska riktvärden för metaller i sediment finns att tillgå. Halten av krom i sedimentprovet från Södra bron (Nedströms), nedströms fastigheten, överskred de aktuella jämförvärdena. Noterbart är också att kromhalten nedströms det f d garveriet var 10 gånger högre än uppströms.



8.0 RISKBEDÖMNING

8.1 Källtermer och dimensionerande ämnen

Föroreningarna i de provtagna medierna inom fastigheten är med största sannolikhet ett resultat av den historiska verksamheten på platsen. Källan till föroreningarna bedöms vara garvningsverksamheten där ett brett spektra av kemikalier användes. Handhavandet av diverse kemikalier har på vissa platser på fastigheten gett upphov till synligt spill. Stora delar av golvet i den gamla byggnaden är exempelvis grönfärgat och påvisar förhållandevis höga halter av krom. Halter av krom samt alifatiska kolväten i slam från brunnar och från reningsverket är i vissa fall så höga att de överskrider Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för Farligt Avfall, vilket i båda fallen är 10 000 mg/kg TS.

Föroreningar (definierat som halter över något riktvärde alternativt bakgrundshalt) förekommer idag inom de medier som listas nedan. Förorening (ämne) är angivet under respektive medier med högsta uppmätta halt vid undersökningen:

- Mark, fyllnadsmaterial samt underlagande naturligt material (sand med inslag av grus och silt).
 - Krom: 746 mg/kg TS.
- Grundvatten (de ämnen som påvisas även i andra matriser)
 - Zink: 166 µg/l.
 - Kadmium: 0,101 µg/l.
 - Krom: 4,57 µg/l.
- Byggnadsmaterial inne i byggnaden (golv av betong och grus samt hyllor av trä).
 - Krom i betong: 1 420 mg/kg TS.
 - Koppar i betong: 717 mg/kg TS.
 - Krom i trä: 308 mg/kg TS.
 - Zink i grusmaterial: 1 130 mg/kg TS.
- Slam i golvbrunnar inne i byggnaden
 - Krom: 58 000 mg/kg TS.
 - Alifatiska kolväten, fraktion C₁₆-C₃₅: 37 600 mg/kg TS.
- Slam i brunnar samt reningsverk utomhus
 - Arsenik: 150 mg/kg TS.
 - Krom: 19 200 mg/kg TS.
 - Zink: 924 mg/kg TS
 - Alifatiska kolväten, fraktion C₁₆-C₃₅: 17 600 mg/kg TS.
 - PAH-L: 45 mg/kg TS.



- Vatten i brunnar samt reningsverket
 - Arsenik: 62,6 µg/l.
 - Krom: 13,6 µg/l.
- Sediment i Västerdalälven, nedströms fastigheten
 - Krom: 230 mg/kg TS.
- Därutöver bör nämnas att ett flertal hälsovådliga ämnen påvisades i luftprov från bland annat kontoret på ovanvåningen i byggnaden. Då dessa siffror anger en mängd (massa) av ämnena i de analyserade adsorptionsrören går detta inte direkt att omvandla till koncentrationer i luften och går därför inte heller att jämföra mot några jämförvärden. Ursprunget till dessa ämnen kan dock inte med säkerhet knytas till garveriverksamheten.

8.2 Föroreningsspridning

Den största spridningen av föroreningar skedde troligen när verksamheten var igång och exempelvis förorening i både fast och flytande form kom ut på golvet inne i byggnaden och vidare ner i golvbrunnarna och sedan ut från byggnaden, antingen direkt ut i Västerdalälven eller via processavloppet och reningsverk. De föroreningar som bedöms aktuella på fastigheten och som därför analyserats är till största delen krom men också olja och arsenik. Tyngdpunkten har dock varit på tungmetaller. Möjliga spridningsvägar för föroreningar skulle kunna vara:

- Via ledningsnätet inne i byggnaden ut via avloppsledningar till det gamla reningsverket och därefter ut i Västerdalälven.
- Via ångor inomhus. Hälsovådliga ämnen har detekterats inomhus vid luftmätningar.
- I partikelbunden form via erosion av älvkanten eller via ytavrinning till Västerdalälven. Det mest förorenade markområdet ligger sydost om huvudbyggnaden bara ett fåtal meter från älven och kromförorening förekommer redan från markytan.
- I partikelbunden form via luften. Eftersom yttlig jord är förorenad av krom skulle vinderosion kunna sprida jord- och/eller dammpartiklar med förorening till närliggande fastigheter. Markytan är till största delen gräsbeväxt vilket till stor del hindrar vinderosion, medan områden med grusade körytor också förekommer.
- Via grundvattnet till Västerdalälven.
- Mänsklig aktivitet. I samband med grävarbeten på fastigheten kan spridning av föroreningar ske om schaktat material transporteras iväg eller om markarbeten genomförs i strandbrinken.
- I partikelbunden form under skor eller via redskap som körs på förorenade golvpartier och sedan dras med utomhus eller till andra delar av byggnaden.

8.2.1 Pågående spridning

Det vi ser idag är resultat av både historisk och dagens spridning. Den spridningsväg (för arsenik, krom och alifatiska kolväten) som anses vara mest aktuell med avseende på dagens markanvändning och rådande förutsättningar på fastigheten är den som kan ske av partikelbunden förorening via ledningsnätet. Aktuell spridningsväg baseras på att dessa ämnen påträffades i slam i brunnar på fastigheten både inomhus och



utomhus. I det mest förorenade slammet uppmättes halten av arsenik till 150 mg/kg TS, halten krom till 58 000 mg/kg TS och halten av alifatiska kolväten till 37 600 mg/kg TS. En viss spridning av zink och kadmium är trolig då dessa metaller påträffats i grundvattnet i halter överskridande jämförvärdena. Därutöver sker en hittills ej kvantifierad spridning av ett flertal ämnen till luften i byggnaden, bland annat inne på kontoret. Ursprunget till ämnena i inomhusluften kan dock inte med säkerhet knytas till garveriverksamheten. Förhöjda halter i grundvatten, i jämförelse med naturlig bakgrund har påvisats inom området. Med tanke på geologiska förhållanden och en förhållandevis svag gradient bedöms den lösta transporten inte vara en betydande spridningsväg i dagsläget.

Resultat av primärt historisk spridning kan idag ses i Västerdalälven vad gäller krom. Kromhalten i sedimenten nedströms garveriet är 10 gånger högre än uppströms. Det kan inte uteslutas att det finns fler områden längre nedströms med förhöjda kromhalter i sedimenten.

8.2.2 Framtida spridning

En fortsatt spridning av arsenik, krom och alifatiska kolväten via ledningssystemet bedöms ske om systemet i framtiden ska användas för att leda ut vatten från byggnaden och den nuvarande verksamheten. Denna spridning är dock svår att kvantifiera. Den spridning som påvisats via grundvatten bedöms kvarstå i framtiden.

I framtiden kan det inte uteslutas att spridning kan ske som en följd av mänsklig aktivitet inom området.

8.3 Hälsorisker

Fastigheten är belägen i anslutning till Västerdalsälven, parkmark, vägar samt i öster även bostadsområden. Fastigheten nyttjas idag av fastighetsägaren som lager av begagnade kontorsmöbler samt för försäljning liknande loppmarknad. Eftersom markanvändningen på fastigheten har utgjorts av garveriverksamhet och är av kommunen planlagd som industrimark betraktas markanvändningen tillhöra Naturvårdsverkets kategori mindre känslig (NV-MKM).

8.3.1 Antaganden för platsspecifik bedömning

För att bedöma riskerna för människors hälsa inom fastigheten har envägskoncentrationerna för standardscenariot NV-MKM använts. Eftersom marken är planlagd för industriändamål bedöms detta som relevant för att få en uppfattning om hälsorisker föreligger. De exponeringsvägar som är aktuella är följande:

- Intag av jord
- Hudkontakt
- Inandning av damm
- Inandning av ångor

Intag av dricksvatten och växter ingår inte i standardscenariot för MKM. Detta bedöms gälla även för Malungs garveri. Fastigheten är kopplad till det kommunala vattennätet. Grannfastigheterna i området är också kopplade till det kommunala vattennätet och inga brunnar finns för dricksvattenuttag. Inga odlingar finns inom området idag, vilket inte heller är lämpligt inom ett industriområde.

Vad gäller inomhusmiljön är NV:s modell egentligen inte tillämpbar. Modellen är framtagen för jord utomhus eller under byggnader. I aktuellt fall har olika matriser inomhus undersökts. För att få en uppfattning om exponeringsriskerna görs dock en jämförelse med envägskoncentrationerna.



8.3.2 Hälsorisker idag inom området

En sammanställning över analyserade halter i jord och slam i jämförelse med sammanvägt hälsoriktvärde enligt NV-MKM i Tabell 26-Tabell 27. Jämförelser görs endast med de prover där analyser över NV-MKM tidigare detekterats.

Tabell 26: Bedömning av hälsorisker med förorenad jord, platsspecifikt hälsoriktvärde i mg/kg TS.

Provmärkning Ämne	GA02 0,5-0,9 m	GA07 0-0,5 m	GA07 1,0-1,5 m	GA08 0,3-0,6 m	GA09 0,6-1,2 m	Riktvärden Hälsoriktvärde ¹⁾
Cr(tot)	429	746	235	362	302	750 000

1) Platsspecifikt riktvärde med avseende på hälsorisker baserat på Mindre känslig markanvändning enligt Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Rapport 5977).

Jämförelsen visar att det platsspecifika hälsoriktvärdet i jord ej överskreds i någon av analyserna för krom. Styrande för riktvärdet vad gäller krom är exponeringen från andra källor. Därför bedöms inga långsiktiga risker för människors hälsa finnas med avseende på krom i jorden.

Vad gäller det förorenade byggnadsmaterialet kan en bedömning motsvarande jord inte göras då det saknas riktvärden eller modell för riskbedömning. Vid upprepade exponering för det förorenade byggnadsmaterialet är det dock sannolikt att en hälsorisk kan föreligga.

Tabell 27: Bedömning av hälsorisker med förorenat sediment i golvbrunnar och i reningsverk, platsspecifikt hälsoriktvärde i mg/kg TS.

Provmärkning Ämne	Ränna 1	Ränna 2	Jord Golv 3	Golvbrunn	Brunn 1	Reningsverk	Jämförvärden Hälsa ¹⁾
As	22,9	-	2,3	20,6	-	150	25
Cr(tot)	6 370	-	83,8	58 000	-	19 200	750 000
Cu	630	-	47,5	743	-	243	96 000
Hg	81,9	-	<0,20	11	-	0,24	2,5
Pb	422	-	8,6	282	-	145	740
Zn	482	-	1130	505	-	924	160 000
Alifater C ₁₂ -C ₁₆	406	20		632	1 460	1 800	1 000 ²⁾
Alifater C ₁₆ -C ₃₅	37 600	1 770	493	9 670	13 900	17 600	2 500 ²⁾
PAH-L	-	-		-	-	45	230

1) Platsspecifikt riktvärde baserat på Mindre känslig markanvändning enligt Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (Rapport 5977).

2) Modifiering gjord vad gäller skydd mot fri fas.

- Ej analyserat.

Halten av kvicksilver i sediment från två av brunnarna inne i byggnaden överskred det platsspecifika riktvärdet baserat på hälsorisker. Styrande för riktvärdet vad gäller kvicksilver är exponering från andra källor samt inandning av ångor. Med tanke på att föroreningen dessutom ligger ytligt i en ränna i golvet bedöms de långsiktiga riskerna för människors hälsa vara uppenbara. Halten av arsenik i sediment från reningsverket utanför byggnaden överskred också det platsspecifika riktvärdet baserat på hälsorisker. Styrande för riktvärdet vad gäller arsenik är intag av jord. Det bör poängteras att den påvisade arsenikhalten är akuttoxisk (>100 mg/kg) för små barn vid direktintag via munnen (ej dödlig dos). Punkterna där halter påträffades över



hälsoriktvärdena är lokaliserade i den gamla delen av huvudbyggnaden, samt i reningsverket. De förhöjda halterna i slammet kan innebära en risk vid upprepad och långvarig exponering. För att exponeras av arsenik från slammet krävs alltså direktkontakt med själva slammet i brunnen, dvs. det kräver i princip en aktiv handling.

Jämförelser för tunga alifater indikerar att fri fas olja kan förekomma inomhus. Även om påvisade halter är lägre än det generella hälsoriktvärdet (680 000 mg/kg TS) bedöms det inte som lämpligt att ha fria faser inomhus i en miljö där människor vistas kontinuerligt.

Inne i byggnaden påvisades också förhöjda halter av metaller i trä och betong. Det är inte rimligt att tro att exponering för dessa material kan ske på samma sätt som exempelvis slam eller jord. Riskerna för människors hälsa bedöms i praktiken som små. Vid aktiviteter som innebär att damm eller liknande kan bildas ökar dock exponeringen och även riskerna för människors hälsa.

I inomhusluften detekterades hälsovådliga ångor. Ingen kvantifiering av riskerna är möjlig att utföra med nu framtaget dataunderlag. Noterbart är att ångorna påvisades i kontorsutrymmen där människor vistas kontinuerligt.

8.3.3 Hälsorisker idag utanför området

Hälsoriskerna utanför området bedöms som små. Inga fastigheter är belägna nedströms och den påvisade spridningen eller halterna i sediment bedöms inte utgöra en risk för människor vid bad. Därtill är utspädningen för stor.

8.3.4 Hälsorisker i framtiden

Konstaterade risker idag för människors hälsa bedöms kvarstå med konstaterade föroreningar. Riskerna är primärt kopplade till metaller som inte kan brytas ned. Oljan kommer på sikt att brytas ned, med tanke på att det är sannolikt att fri fas förekommer kommer det dröja mycket länge.

8.4 Miljörisker

8.4.1 Miljörisker idag inom området

De skyddsobjekt som är aktuellt inom området idag är markmiljön. För att bedöma risker idag inom området relateras analyserade halter till Naturvårdsverkets generella markmiljöriktvärden (för MKM-områden). Markmiljöriktvärden redovisas i Tabell 28. Jämförelser görs endast med de prover där analyser över NV-MKM tidigare detekterats.

Grundvattnet betraktas inte som skyddsvärt som en naturresurs då området under lång tid (över 100 år) varit industriområde och marken fortsatt är planlagd för detta ändamål. Inget skyddsvärt grundvatten finns nedströms då området ligger i direkt anslutning till Västerdalälven.

Tabell 28: Bedömning av markmiljörisker med förorenad jord i jämförelse med generellt markmiljöriktvärde. Enhet: mg/kg TS.

Provmärkning	GA02	GA07	GA07	GA08	GA09	Riktvärden
Ämne	0,5-0,9 m	0-0,5 m	1,0-1,5 m	0,3-0,6 m	0,6-1,2 m	MKM ¹⁾
Cr(tot)	429	746	235	362	302	150

1) Generellt riktvärde enligt Naturvårdsverkets rapport 5976. MKM – Mindre känslig markanvändning.



Det generella markmiljöriktvärdet överskreds för krom i alla de fyra provtagningspunkterna i tabellen. Teoretiskt finns därmed risker för markmiljön inom en begränsad del av fastigheten. Punkterna där halter överskred det generella markmiljöriktvärdet är lokaliserade dels i området mellan huvudbyggnaden och Västerdalälven i sydväst, samt norr om huvudbyggnaden.

Vad gäller slam och byggnadsmaterial bedöms det inte som relevant att göra en jämförelse med generella markmiljöriktvärden. Inga skyddsvärda organismer bedöms finnas i dessa matriser.

8.4.2 Miljörisker idag utanför området

Skyddsobjekt utanför området är vattenmiljön i Västerdalälven. Inga beräkningar går att göra avseende spridning av krom från marken, via grundvatten till älven på grund av att flödet i älven (i medeltal $67 \text{ m}^3/\text{s}$) är högre än vad modellen är giltig för. Med tanke på att utspädningen är så pass stor bedöms de svagt förhöjda halter i grundvatten (i jämförelse med naturlig bakgrund) inte kunna ge upphov till haltförhöjningar.

Däremot var halterna av metaller och olja (fri fas misstänks) höga i slam. Skulle slammet spridas via ledningar direkt ut i Västerdalälven kan det inte uteslutas att lokala effekter kring utsläppspunkten kan uppkomma. Dessa bedöms dock som snabbt övergående med tanke på älvens stora flöde.

I sediment i älven nedströms fastigheten påvisades en förhöjd halt av krom. Halten överskred CCME:s riktvärde för effekter på vattenlevande djur. Risker kan således föreligga. De förhöjda kromhalterna bedöms vara ett resultat av en historisk belastning. Det kan inte uteslutas att fler områden med förhöjda kromhalter finns längre nedströms det f d garveriet.

8.4.3 Miljörisker i framtiden

Konstaterade risker för markmiljön bedöms kvarstå i framtiden under förutsättning att inga ingrepp som förvärrar situationen görs. Tungmetaller förstörs inte och nedbrytningen av alifatiska kolväten är förhållandevis långdragen i syrefria miljöer.

Vad gäller dagens spridning av tungmetaller och alifatiska kolväten till Västerdalälven bedöms de inte kunna innebära någon ytterligare risk för vattenlevande djur i framtiden. Därtill är belastningen för låg.



8.5 Samlad riskbedömning

Vid Malungs garveri har industriell verksamhet pågått i över 100 år. Verksamheten har gett upphov till föroreningar av flera garveritypiska ämnen. Sammantaget visar riskbedömningen på följande:

- Förhöjda halter av metaller och organiska ämnen påvisades i jord, grundvatten, slam, byggnadsmaterial och sediment. Därtill detekterades hälsovådliga gaser i inomhusluft inne i den f d garveribygnaden.
- De skyddsobjekt som kan exponeras för påvisade föroreningar är människor som arbetar inom området, markmiljön samt ytvattenmiljön i Västerdalälven. Inget uttag av dricksvatten sker inom fastigheten.
- Spridning av föroreningar till Västerdalälven har skett historiskt. Idag bedöms den största spridningen ske via ledningar, då höga halter av metaller och olja (fri fas misstänks) påvisades. Spridningen av förorening via ledningarna kräver ett vattenflöde. Eftersom användningen av ledningssystemet är ökänt är denna spridning svårkvantifierad. Halterna av metaller i grundvatten var i vissa fall högre än bakgrundshalten men spridningen bedöms som liten.
- Påvisade föroreningar i jord bedöms inte utgöra en risk för människors hälsa. Däremot bedöms påvisade halter i slam inomhus kunna utgöra en risk vid exponering. Höga halter av bland annat arsenik, krom och olja detekterades. Därtill ska kommenteras att hälsovådliga ämnen i ångfas detekterades i det rum som idag används som kontor. Eftersom analysmetoden rapporterar mängden av ämnet och inte koncentrationen går det inte att jämföra med några riktvärden. Risker för människors hälsa kan inte uteslutas. Ursprunget till dessa ämnen i inomhusluften kan dock inte med säkerhet knytas till garveriverksamheten, de skulle kunna ha använts senare. Riskbedömningen för inomhusmiljön är dock behäftad med en osäkerhet då den modell som använts inte är helt tillämplig. Resultaten kan dock ses som en indikation.
- Förhöjda halter av krom påvisades i jorden inom området. Halterna var högre än generella riktvärden för skydd av markmiljön. En teoretisk risk bedöms därmed föreligga. Vad gäller slam och andra matriser inomhus är det inte relevant att bedöma risker då skyddsobjekt saknas.
- I Västerdalälvens sediment påvisades en förhöjd halt av krom nedströms det f d garveriet. Halten var 10 gånger högre än uppströms och bedöms vara ett resultat av historisk belastning. En jämförelse med riktvärden för vattenlevande djur visar på att en teoretisk risk föreligger. Den spridning som sker idag från området bedöms inte kunna ge upphov till effekter nedströms. Om slam med höga metall- och oljehalter sprids via ledningar kan det dock inte uteslutas att lokala och kortvariga effekter kan uppkomma. Detta gäller särskilt om fri fas olja förekommer.
- I framtiden bedöms konstaterade risker kvarstå. Riskerna är främst kopplade till metaller som inte kan brytas ned och olja i fri fas bryts ned väldigt långsamt. Spridningen bedöms också kvarstå. Mänsklig aktivitet så som ingrepp i mark, flytt av materiel inomhus etc. skulle kunna ge upphov till ökad spridning och exponering för föroreningar.
- Sammantaget bedömer Golder att risker för människors hälsa och miljö föreligger med f d Malungs garveri. Hälsoriskerna bedöms som mest uppenbara och är kopplade framförallt till inomhusmiljön. Miljörisker finns teoretiskt för markmiljön inom området samt vattenmiljön i Västerdalälven på grund av förhöjd kromhalt i sedimenten. Riskerna bedöms kvarstå i framtiden.
- Osäkerheter i riskbedömningen består främst i att den modell som använts för bedömning av hälsorisker inomhus är anpassad för jord. Vid fortsatta arbeten bör andra, eventuellt internationella,



modeller användas för att få en mer rättvisande bild. Golder bedömer dock att genomförd riskbedömning ger en god indikation av förhållandena.

9.0 ÅTGÄRDSBEDÖMNING

En bedömning av möjligheterna att åtgärda konstaterade risker redovisas. Bedömda kostnader för föreslagna alternativ presenteras. Rivning har inte tagits upp som ett alternativ då det för Golder är okänt om det är realistiskt eller inte.

9.1 Förslag till övergripande åtgärds mål

Med ledning av genomförda undersökningar och resultat av riskbedömningen föreslår Golder följande övergripande åtgärds mål:

- Fastigheten ska kunna nyttjas för planlagd verksamhet (tillverkande industri) utan risk för människors hälsa eller miljö.
- Spridningen av garveritypiska kemikalier till Västerdalälven ska minska.
- Mängderna av garveritypiska kemikalier ska minskas i enlighet med miljömålet "Giftfri Miljö".

9.2 Akuta åtgärder inklusive kostnadsbedömning

Genomförd riskbedömning visar att höga halter av hälsovådliga ämnen har påvisats inne i den f d garveribygnaden. På grund av detta rekommenderar Golder att följande akuta åtgärder vidtas:

- Information till miljökontoret på kommunen om undersökningens resultat.
- Information till fastighetsägaren om undersökningens resultat. Enligt Golders bedömning är den verksamhet som sker i byggnaden idag inte lämplig med hänsyn till påvisade föroreningar. Det rekommenderas att en dialog förs tillsammans med miljökontoret om huruvida en förändring i verksamhetens inriktning och omfattning kan göras. Om omställning eller avetablering inte kan göras måste skyddsåtgärder vidtas för primärt de föroreningar som påvisats i fasta material. Vad gäller luftkvaliteten måste vidare undersökningar göras för att bedöma vilka skyddsåtgärder som ska vidtas.

Ovan informationsinsatser bedöms vara förknippade med små kostnader (<50 000 SEK). Kostnader för en omställning eller avetablering alternativt skyddsåtgärder är mycket svåra att uppskatta i dagsläget.

9.3 Långsiktiga åtgärder inklusive kostnadsbedömning

På längre sikt kan ytterligare åtgärder bli aktuella. Följande tänkbara lösningar rekommenderas i dagsläget:

- **Administrativa föreskrifter.** Detta syftar till att säkerställa att ingen verksamhet som kan vara skadlig för människors hälsa sker inuti den f d garveribygnaden samt att ingen oavsiktlig föroreningsspridning sker, exempelvis som en följd av schakter eller rivning. Arbetet bör primärt innehålla restriktioner i fastighetsregistret, krav på skyddsutrustning vid vistelse inomhus samt upprättande av hanteringsrutiner vid ingrepp inom fastighet. Kostnaden för att ta fram administrativa åtgärder uppskattas till 100 000-200 000 SEK. Till detta kommer kontroll av att föreskrifterna efterlevs.
- **Åtgärder för att säkra inomhusmiljön för människors hälsa.** Även om planlagd verksamhet skulle bedrivas inne i den f d garveribygnaden rekommenderas att åtgärder vidtas. Dels för de förorenade



material som påvisas, till exempel slam och färgade ytor men också eventuellt för luftkvalitén. Exempel på åtgärder är slamsugning, täckning, etablering av nytt golv samt förbättrad ventilation.

- **Minska risken för spridning av garveritypiska kemikalier till Västerdalälven.** Höga föroreningshalter har påvisats i slam i brunnar och ledningar. Via ledningar kan dessa ämnen spridas direkt ut till Västerdalälven. Sannolikt kommer spridningen inte orsaka effekter i ån men då dessa ämnen inte är önskvärda rekommenderas åtgärder. Tänkbara åtgärder är slamsugning, pluggning eller rivning av ledningar samt rivning av det gamla reningsverket.

Rivning har inte belysts då det är oklart om det ligger inom kommunens planer för området eller inte. Vad gäller kostnader för vidtagande av saneringsåtgärder för föroreningarna inomhus ligger i storleksordningen miljontals kronor. Osäkerheten består i mängder, hur arbetet praktiskt ska göras och var matriser med mycket höga föroreningshalter kan omhändertas och i så fall var.

Skulle en sanering vidtas för de hot spot-områden som identifierats i mark (med syfte att minska riskerna för markmiljön) bedöms kostnaden ligga i storleksordningen miljontals kronor. Spridningsreducerande åtgärder, exempelvis rivning av reningsverk, slamsugning och pluggning av ledningar bedöms kosta upp till någon miljon.



10.0 FÖRSLAG TILL FORTSATTA ARBETEN

Golder har på uppdrag av länsstyrelsen upprättat en förstudie för Malungs garveri. Baserat på genomförda undersökningar lämnas följande förslag och rekommendationer avseende fortsatta arbeten:

- Det rekommenderas att information om utredningen skyndsamt tillställs fastighetsägaren för att vidta erforderliga åtgärder för den pågående verksamheten.
- Golder rekommenderar därefter att vissa fortsatta utredningar genomförs. Detta omfattar undersökningar kopplat till inomhusmiljön i byggnaden och den spridning av föroreningar som kan ske via ledningar och brunnar. En viktig frågeställning är också luftkvaliteten inomhus. Kompletterande undersökning utomhus av reningsverket, ledningar samt viss kompletterande avgränsning i mark av hot spots-områden bör också ingå (om markmiljön anses skyddsvärd). En viktig del i undersökningen är utredning av föroreningsförekomst och spridning i ledningssystemet. Detta arbete görs förslagsvis genom en inventering och kontroll av förekommande brunnar (både inom- och utomhus) för att om möjligt identifiera vilka ledningar som finns samt i ett nästa steg vilka som fyller en funktion idag. Ledningsfilmning kan vara ett stöd vid arbetet om stora osäkerheter föreligger. I ett nästa läge görs provtagning av förekommande slam och vatten. Analys avseende främst metaller och olja. Grundvattnet förefaller inte vara särskilt påverkat och därför rekommenderas att mindre fokus läggs på detta. Riskbedömningen måste tillämpa ett angreppssätt och en modell som är bättre anpassad än den som anvisas av Naturvårdsverket. Detta för att få en mer rättvisande bild av hälsoriskerna idag.
- Kostnaden för att vidta kompletterande undersökningar är till stor del avhängigt huruvida det är möjligt och relevant att undersöka marken under byggnaden. Om det antas att insatserna begränsas till byggnaden och ledningssystemet utanför görs bedömningen att 250 000- 350 000 kr kan komma att krävas.
- Kostnader för riskbedömning och åtgärdsutredning är, precis som undersökningen avhängig huruvida marken under byggnaden ska ingå eller inte. Dessutom är en osäkerhet om byggnaden ska rivas eller bevaras. Uppskattningsvis rekommenderas att minst 150 000 kr budgeteras för detta arbete.
- Slutligen ska en riskvärderingsprocess genomföras där det är av stor vikt med ett kommunalt engagemang. Kostnaden för riskvärderingen uppskattas till 50 000 kr.



11.0 REFERENSER

CCME (2002) Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

CCME (2007) Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Naturvårdsverket (2009) Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976.

GOLDER ASSOCIATES AB

Uppsala, dag som ovan

Stockholm, dag som ovan

Anders Sivertsson
Handläggare

Henrik Eriksson
Uppdragsledare

Stockholm, dag som ovan

Henning Holmström
Kvalitetsansvarig

AS/HE/HH

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

\\sto1-s-main01\projekt\2010\1070198 malungs garveri\8.rapporter\förstudie\slutversion\förstudie_malungs_garveri_slutver_110701.docx



BILAGA A

Översiktskarta



BILAGA B

Situationsplaner med provtagningspunkter



BILAGA C

Fältdokumentation



BILAGA D

Analyssammanställning



BILAGA E

Analysrapporter (original)



BILAGA F

Foton

Golder Associates vision är att vara den mest respekterade företagsgruppen inom geo- och miljötekniska tjänster. Vi har skapat en unik kultur med ägarstolthet och engagemang, baserad på att vi varit personalägda sedan starten 1960. Golders medarbetare jobbar aktivt på att förstå kundens behov och den specifika miljön i vilken de verkar. Vi fortsätter vår stadiga tillväxt och breddar vårt tekniska kunnande med kontor i Afrika, Asien, Europa, Oceanien samt Nord- och Sydamerika.

Afrika	+27 11 245 4800
Asien	+852 2562 3658
Europa	+356 21 42 30 20
Oceanien	+61 3 8862 3500
Nordamerika	+1 800 275 3281
Sydamerika	+55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AB
Box 20127
104 60 Stockholm
Sverige
T: 08-506 306 00

