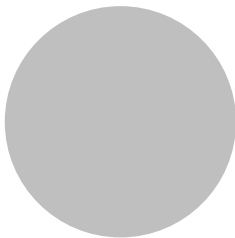
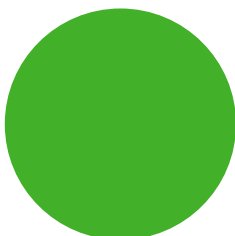
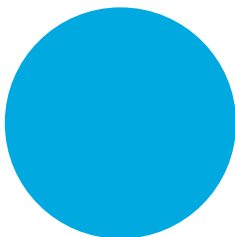
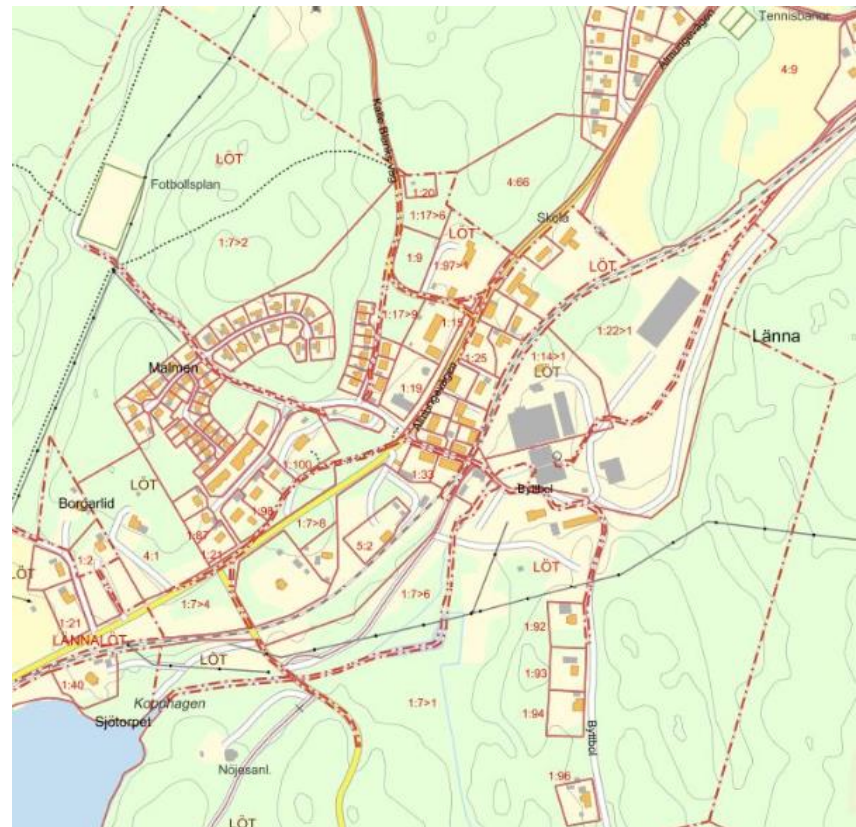
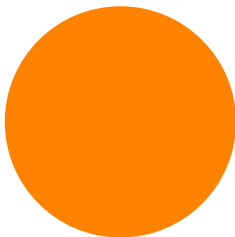


PM Provtagningsplan



Huvudstudie avseende områden kring Lännaholms bruk





PM Provtagningsplan

Uppdragsnamn
Löt 1:18 m.fl
Uppsala kommun
Lännaholms Bruk

Uppsala kommun
Box 1023
751 40 Uppsala

Uppdragsgivare
Johan Eriksson, SBF, Uppsala kommun

Vår handläggare
Per-Olov Rosén

Datum
2018-07-04

Innehåll

| | | |
|-------|--|---|
| 1 | Inledning | 2 |
| 1.1 | Syfte | 2 |
| 1.2 | Tidigare utredningar | 2 |
| 2 | Kortfattad Historik över Lännaholms bruk..... | 2 |
| 2.1 | Masugn..... | 2 |
| 2.2 | Sågverk | 3 |
| 3 | Resultat från tidigare undersökningar..... | 4 |
| 4 | Problembeskrivning och konceptuell modell | 4 |
| 4.1 | Ursprunglig källa till metallföroreningar inom området..... | 4 |
| 4.2 | Processer från förädlingen och andra möjliga källor..... | 5 |
| 4.2.1 | Slagg | 5 |
| 4.2.2 | Diffust nedfall..... | 6 |
| 4.2.3 | Rester av malm och avfall från rostning av malm | 6 |
| 4.2.4 | Makadamprodukter från Dannemora | 6 |
| 4.3 | Hypotes kring föroreningsspridning | 6 |
| 5 | Förslag till provtagningsprogram | 7 |
| 5.1 | Provtagningsstrategi | 7 |
| 5.1.1 | Systematisk spridning från damning och rökgaser | 7 |
| 5.1.2 | Makadam..... | 7 |
| 5.1.3 | Fyllnadsmaterial från restprodukter, kolstybb och askor..... | 8 |
| 5.2 | Analyser | 8 |
| 5.2.1 | Fältanalyser..... | 8 |
| 5.2.2 | Laboratorieanalyser | 8 |
| 5.3 | Lakförsök..... | 8 |
| 6 | Utvärdering | 8 |
| 7 | Tidplan | 9 |
| 8 | Referenser | 9 |

- Bilaga 1: Eurofins 2018, Patrick van Hees, Arsenic (As) Distribution in Blast Furnace Iron Smelting
Bilaga 2: Analysresultat slagg 2018
Bilaga 3: Provtagningsplan planerade provpunkter N-10.1-01 till -03

1 Inledning

Bjerking har på uppdrag av Uppsala kommun tagit fram ett provtagningsprogram för samhället kring Lännaholms bruk. Provtagningsplanen riktar sig mot område som inte innefattas av tidigare huvudstudie av fabriksområdet.

1.1 Syfte

Provtagningen ska ge resultat för att testa uppsatta hypoteser kring förorenings-spridningen och föroreningsförekomsten i samhället kring Lännabruks industriområde. Provtagningen inriktar sig i ett första skede på jordprover. Kompletterande provtagning av jord och grundvatten kan komma att utföras efter att hypotesen kring föroreningsförekomsterna testats.

1.2 Tidigare utredningar

Flera utredningar inom bruksområdet har utförts.

- MIFO fas 2 2007 industriområdet, Ramböll
- Miljöteknisk markundersökning, MMU metaller, SGI 2010
- Fördjupad MMU, delrapport 1, SGI på uppdrag av Holmen AB 2009
- Fördjupad MMU, delrapport 2, SGI på uppdrag av Holmen AB 2009
- Huvudstudie Miljöteknisk markundersökning och utredning – Lännaholms bruk, Rev A 2014-12-23 med bilagor 1-7 (slutrapport, Ramböll).

Utanför bruksområdet har en förstudie utförts av Ramböll samt en övergripande undersökning av järnbruk genomförts av Kemakta.

- Miljöteknisk markundersökning och utredning - Lännaholms bruk” Fastigheter utanför bruksområdet, 2014-03-31.
- Hälsoriskbedömning för sju järnbruk i Uppsala län, Kemakta, 2016-08-24

2 Kortfattad Historik över Lännaholms bruk

2.1 Masugn

Dannemora gruva togs i drift redan under 1400-talet och runt gruvan uppfördes flertalet masugnar för förädling av malmen från gruvdriften (Daedalus 1992). En av dessa masugnar var Vattholma masugn som låg strategiskt nära gruvan vid Fyrisån. Under 1700-talet hade dock problem med översvämningar i Dannemora medfört att nivån på Gruvsjön sänktes så djupt att Vattholmas masugn och kvarnfall blev obrukbara. I samband med detta flyttades istället den befintliga masugnen från Vattholma bruk till Länna (Helmfrid 1960). I och med flytten till blev Länna ett bruk som främst försåg Vattholma med tackjärn för färskning och smide.

Innan malmen tillsammans med kol lades i masugnen rostades malmen för att förenkla krossning av malmen till mindre bitar. Rostningen antas ha utförts i anslutning till masugnen. Det saknas uppgifter om var rostning utfördes och en eventuell rostugns placering.

Produktionen av tackjärn från masugnen i Lännaholm har naturligtvis varierat över åren. Under år 1826 smiddes ca 1500 skeppspund (255 ton) stångjärn i Vattholma. Bruket i Länna producerade vid denna tid ungefär lika mycket tackjärn som Vattholma konsumerade (Helmfrid 1960). Efter moderniseringar mellan åren 1859-1862 då en ny masugn byggdes ökades den årliga produktionen av stångjärn till ca 3000 skeppspund (510 ton) (Helmfrid 1960).

Mellan åren 1770-1870 varierade produktionen av malm i Dannemora gruva med mellan 15 000-20 000 ton/år (Rydberg 1981). Lännaholms masugn tog under denna period troligen en mindre andel av produktionen. Under perioden antas att Lännaholm mottog ca 3 % av malmproduktionen. Detta innebär det att det årligen producerades mellan 190-250 ton tackjärn i masugnen med en antagen medelproduktion om 220 ton årligen. Detta antagande stämmer väl med rapporterade produktionsmängder under året 1826.

En sammanställning av distributionen av malm från Dannemora gruva mellan åren 1951-1965 anger att Vattholma mottog ca 20 000 ton eller 6,6 % av malmproduktionen från Dannemora gruva. Under dessa år var utbytet av exportjärn från malmen ca 42 %. (Daedalus 1992). Då Vattholma saknade masugn sedan flytten till Lännaholm antas att det var Lännaholms masugn som under denna tid producerade huvuddelen av tackjärnet. Den angivna produktionen från år 1862 är något lägre vilket antyder att produktionen under åren 1851-1865 kan vara något överdriven. Produktionen bör dock ligga runt dessa nivåer.

Stångjärnstillverkningen slutade år 1904 och tackjärnsproduktionen upphörde därmed i Lännaholms bruk.

Tabell 1. Sammanställning av antagna produktionsmängder i ton/år samt den sammanlagda produktionen av tackjärn från Lännaholms masugn. Antaget utbyte av tackjärn från malm är 42%.

| Produktionsår | Malm | Tackjärn | Slagg |
|-------------------------|----------------|---------------|---------------|
| 1758 till 1825 | 524 | 220 | 304 |
| 1826 till 1850 | 607 | 255 | 352 |
| 1851 till 1865 | 1 419 | 596 | 823 |
| 1866 till 1904 | 1 214 | 510 | 704 |
| Total produktion | 115 000 | 48 000 | 67 000 |

Sammanställningen av den totala produktionen visar att ca 115 000 ton malm har förädlats vid Lännaholms masugnen under den ca 250-åriga produktionstiden. Från den totala produktionen antas att ca 67 000 ton slagg har bildats i processen. Detta motsvarar en volym av ca 100 x 100 x 4 m. Stor andel av slaggen antas ha nyttjats till att producera så kallat slaggtegel. Bl.a den nya masugnen som uppfördes mellan åren 1859-1862 byggdes uteslutande med slaggtegel (Helmfrid 1960). Slaggtegel hittas även i äldre byggnadsgrunder i Lännaholm.

Även efter att järnväg anlagts till Lännaholm så producerades och avyttrades slaggtegel. För frakt av slaggtegel från Länna bruk till Uppsala eller mellanliggande stationer beviljades 50 % fraktnedsättning (Lundin 1999-2007).

2.2 Sågverk

Efter att järnbruksverksamheten avslutades i området växer ett sågverk fram på platsen. Under senare delen av 1960-talet eller tidigt under 1970-talet påbörjas dopning av virke i pentaklorfenol.

3 Resultat från tidigare undersökningar

Huvudstudien för industriområdet visar på förhöjda halter av arsenik och zink som antas höra till tackjärnsproduktionen. Inom industriområdet finns även dioxinförorening från dopningsverksamhet med pentaklorfenol.

I förstudien för samhällets kring industriområdet påträffades arsenik i halter över akuttoxiska nivåer i enskilda provpunkter (Ramböll 2014). Föroreningarna bedöms förekomma relativt ytligt i jordprofilen. Arsenik och zink bedöms utgöra de styrande föroreningarna för saneringsåtgärder. Utförd samlingsprovtagning av yttlig och tillgänglig jord (djup ca 1-2 decimeter) inom aktuellt område visade dock inte på några halter av arsenik som kan medföra akuttoxiska effekter.

Kemakta utförde 2016 en hälsoriskbedömning för sju järnbruk i Uppsala län. För Länholm var slutsatsen att det finns risk för akuttoxiska effekter från arsenik vid enskilda provpunkter vid bostäder.

4 Problembeskrivning och konceptuell modell

Inom hela undersökningsområdet och inom industriområdet finns ställvis höga halter av föroreningar som uppkommit från förädling av malm från Dannemora gruva. Förstudien utanför industriområdet visar att utbredningen inte verkar följa någon enkel systematik (Ramböll 2014). Detta verkar inte heller förekomma i närliggande bruk ex. Vällnora (Kemakta 2014). Halter av arsenik, som tillsammans med zink bedöms vara de styrande föroreningarna förekommer i halter som kan påverka hälsa och miljö negativt.

För aktuellt undersökningsområde utanför själva industriområdet är det främst verksamheten från brukstiden som bedöms ha medfört föroreningar. Tidigare utredningar har främst syftat till att hitta slagg i fyllningsmassor eller annat avfall som kunnat relateras till masugnen för att på så sätt hitta föroreningar.

4.1 Ursprunglig källa till metallföroreningar inom området

Den ursprungliga huvudkällan till metallföroreningar inom området är naturligtvis malm från Dannemora gruva. Det förekommer kismineral i malmen och även i berget kring malmen. Halterna av zink och arsenik varierar troligen i både malm och kringliggande bergmaterial. Redovisade halter av zink och arsenik i malmen uppgår till ca 200 respektive 100 mg/kg TS (Qvarford).

Med de antagna halterna i malmen och den beräknade totala mängden malm (tabell 1) som har förädlats i masugnen i Länholm kan mängden förorening beräknas. För arsenik och zink blir mängderna:

- Arsenik, ca 11 ton
- Zink, ca 22 ton.

Halterna i restmaterial från anrikning kan uppgå till över 350 mg/kg TS för arsenik och 450 mg/kg för zink (Panterra 2008). Troligen varierar halterna av tungmetaller med andelen kismineral. Arsenik har dock även påträffats utanför kismineral som Löllingit (FeAs_2). Inom undersökningsområdet har både arsenik men framförallt zink påträffats i halter som är betydligt högre än de som redovisats från Dannemora gruva.

En studie över arsenikens beteende i masugnar visar att den största delen av arseniken från malmen troligen återfinns i tackjärnet. Ca 2/3 av arseniken som fanns i malmen som lades i masugnen antas ha hamnat i järnet medan 25 % avgick i gasfas och ca 13 % kan ha bundits till slagen (Bilaga 1).

Utifrån den beräknade totala mängden arsenik kan mängden i varje fas beräknas. För arsenik blir mängderna fördelade enligt **Tabell 2**.

Tabell 2. Mängden arsenik i ton som fördelat på de tre olika faser som arsenik antas spridas i vid en masugnsprocess.

| | Järn | Gasfas | Slagg |
|---------|------|--------|-------|
| Arsenik | 7,71 | 2,89 | 1,50 |

Vid huvudstudie för industriområdet beräknades mängden till 3,3 ton arsenik och 48 ton zink i marken. För arseniken verkar de antagna mängderna kunna samstämma relativt bra medan det för zink är betydligt mer föroreningar än förväntat från produktionen. Dock har mängdberäkningarna utförts från UCLM-95 och inte medelvärde. Genom att använda UCLM-95 kommer troligen mängden föroreningar att överskattas. Om istället medelvärde används för beräkningarna så blir mängderna inom industriområdet istället ca 1 ton arsenik och ca 26 ton zink.

Genom att använda medelvärde blir den förväntade mängden zink mer överensstämmande med den teoretiska beräkningen av föroreningar inom området. Ingen hänsyn har tagits till bakgrundshalter som kan påverka mängderna. Den teoretiska beräkningen är dock behäftad med så stora osäkerheter att den endas bör användas till grov jämförelse mellan resultaten.

Men tanke på förhållandet mellan As och zink i malm och restprodukter tyckt det antingen saknas en källa för zink alternativt att arseniken inte påträffas i den utsträckning som förväntat. Det kan även vara så att arsenikens rörlighet har varit större och spridningen har minskat mängden arsenik i de förorenade massorna.

Resultat från restprodukter indikerar att arseniken har större rörlighet i restprodukterna (Qvarfort) i förhållande till zink. Huruvida det samstämmer med förhållanden på platsen är osäkert. Resultat från lakförsök från förorenad mark runt Lännaholms bruk visar att zinkens Kd värde är betydligt högre vilket skulle bekräfta att zinken i större utsträckning stannar på platsen.

4.2 Processer från förädlingen och andra möjliga källor

4.2.1 Slagg

Slagg är en av de främsta restprodukterna från masugnen. Flera analyser från detta område och andra masugnar har visat att slaggen har låga halter av de styrande metallerna zink och arsenik. I Vällnora har halter under 5 mg/kg TS respektive 12,3 uppmätts för arsenik och zink i tre olika slaggprov (Kemakta 2014). Även i Kemakta 2016 visar resultaten att slagg generellt innehåller låga halter av de styrande föroreningarna. I slagg från Gimo bruksområde har halter av arsenik mellan 2,1 - 11,2 mg/kg och zinkhalter mellan 20,5 - 109 uppmätts i 4 olika slaggprov (Boström 2006).

Uppmätta halter i krossad slagg från Lännaholm som analyserats inför denna provtagningsplan visar på halter som är lägre än 2 mg/kg TS i krossad slagg. Slaggprover togs under platsbesök spritt runt bruket samt samlat kring slagghög ca 100 m norr om den fd masugnens placering.

Resultaten från Eurofins 2018 visar att slagg troligen inte är någon viktig källa för spridning av arsenik från masugnsprocessen. Detta stöds av resultat som visar att slaggprodukter från masugnstillverkningen inte generellt uppvisar förhöjda halter av arsenik. Det är med anledning av ovanstående inte troligt att slagg kan användas som ett tecken på förhöjda halter i mark. Slagg är den enda egentliga restprodukten från masugnen.

4.2.2 Diffust nedfall

I masugnar är temperaturen så hög att både arsenik och zink har möjlighet att avgå i gasfas. Arseniken sublimerar vid redan 613 °C medan zinkens kokpunkt är 907 °C. I en masugn var temperaturen betydligt högre. Smältpunkten för järn är 1538 °C. Processen i masugnen kan förklara de låga halterna av både zink och arsenik i slaggen. Beroende på hur temperaturen i masugnen varierade med nivå i ugnen kan både zink och arsenik spridits med rökgaser från masugnen. Modellering visar att ca 25 % av arseniken i malmen kan ha avgått i gasfas (Eurofins 2018).

4.2.3 Rester av malm och avfall från rostning av malm

En av de inledande processerna för malmbearbetningen var rostning. Rostningens syfte vara att göra malmen sprödare för att kunna finfördela den innan den lades i masugnen. Rostningen utfördes ofta i gropar i marken eller under senare tider i en murade rostugnar. Själva rostgropen övertäcktes med kolstybb.

Det som också skedde vara att andra ämnen avgick från malmen. Exempelvis svavel och de ämnen som var associerade till kismineral i malmen. Rostningen kan ha minskat halten av arsenik och zink i malmen som sedan lades i masugnen. Själva rostningsprocessen kan vara en av de viktigaste delarna i spridningen av arsenik och zink från masugns-verksamheten. Om tungmetaller avgick med rostningen är det möjligt att kolstybben kan ha påverkats och kan troligen uppvisa förhöjda halter av arsenik. Även kvarvarande kol och aska från rostningen kan troligen vara påverkad av tungmetaller.

Efter rostningen krossades malmen. Hanteringen har troligen medfört spridning via damning och askorna från rostningen kan troligen uppvisa förhöjda halter av tungmetaller.

Det finns idag ingen känd kunskap om var rostningen skedde i Lännaholm eller var kolstybben och askor från rostningen lades.

4.2.4 Makadamprodukter från Dannemora

Det är inte endast malmprodukterna från Dannemora gruva som uppvisar förhöjda arsenikhalter. Även makadamprodukter av gråbergsmaterialet innehåller höga halter av främst arsenik. Halterna varierar och halter över 100 mg/kg TS förekommer i olika makadamfraktioner och i restmaterial från malmhanteringen. (Qvarfort, Panterra 2008).

I tre prover från makadam i vägmaterial (0-16 mm) uppvisar arsenik halter mellan 110-138 mg/kg TS (Qvarfort). Det är idag okänt om makadam från Dannemora har använts i Lännaholm.

4.3 Hypotes kring förorenings-spridning

Föroreningar i samhället kring industriområdet antas främst härröra från följande fyra källor:

1. Diffust nedfall från rökgaser från masugn.
2. Damning från malmhantering och krossning av malm.
3. Användande och spridning av askor, kol och kolstybb och annat restmaterial från rostning.
4. Nyttjande av makadam från Dannemora gruvområde vid bygg och anläggningsarbete.

De källor som kan leda till en systematisk förorenings-spridning är den som antas kunna ske genom nedfall från rökgaser från masugnen samt damning från krossning av malm. Hur stora mängder som kan antas ha spridits genom denna process är oklar och även storleken på påverkansområdet.

Den största föroreningsspridningen antas vara restmaterial från rostningen och dess hantering i området. Ingen egentlig systematik förväntas kunna hittas.

5 Förslag till provtagningsprogram

Utifrån de antagna spridningsvägarna från malmhanteringen till det kringliggande samhället utformas följande provtagningsprogram.

För Lännaholms samhälle föreslås att provtagning inriktas för att kontrollera samtliga spridningsscenarioer enligt 4.3 ovan med uteslutande fokus på metaller, framförallt arsenik och zink.

I tidigare undersökningar i området finns analysdata för jord, grundvatten, sediment och ytvatten. Dessa data bedöms vara av bra kvalitet och vara möjliga att använda vid denna undersökning.

Det finns inga större grundvattenförekomster i området som framgent kan vara av intresse som dricksvattentäkt. Dvs grundvatten behöver skyddas som naturresurs men det finns inget explicit skydd av grundvatten i området. Dessutom är uppmätta halter i grundvatten i området låga vilket sammantaget betyder att just grundvattensituationen inte närmare behöver utredas.

Beroende vad som framkommer vid den provtagning som nu föreslås kan det naturligtvis finnas behov av kompletteringar. T ex om det bedöms finnas stora mängder föroreningar i makadam kan det behöva utföras kompletterande undersökningar i grundvatten i dessa områden eller om den diffusa spridningen är väl koncentrerad till något väderstreck kan det vara av intresse att undersöka sediment eller grundvatten. Pengar har reserverats för att det ska vara möjligt att utföra vissa kompletteringar.

5.1 Provtagningsstrategi

5.1.1 Systematisk spridning från damning och rökgaser

För att kontrollera hypotesen om en systematisk spridning från rökgaser och damning från området föreslås att provtagning utförs i yttlig mullmark ca 0-0,1 m. Provtagningen utförs i alla 4 väderstrecken på 100, 200 och 400 m avstånd från bruket. Provpunkternas placering styrs även av nuvarande och historisk användning. Målsättningen är att hitta plaster där markarbeten varit minimala. Totalt föreslås 12 prover uttas för att kontrollera den systematiska spridningen. Prover uttas med spade och provpunkterna mäts in med GPS. Prover tas i hela mullprofilen. I tre provpunkter uttas även prov i blekjord och i underliggande rostjord. Dessa prov uttas för att kunna bedöma eventuell lakning och anrikning i jordprofilen. Provtagningspunkter är betecknade med 1-12 i bifogad planritning N-10.1-01.

I proverna 400 m från den fd. masugnen tas även ett referensprov i underliggande morän eller lera (provpunkter 3, 6, 9 och 12). Referensprovet är tänkt att representera en naturlig bakgrundshalt i jord som inte är utsatt för damning och rökgaser. Provtagningsdjup bestäms utifrån observationer i fält, t ex i C-horisonten eller i lera.

5.1.2 Makadam

För att kontrollera om det förekommer fyllnadsmassor av makadam som har höga halter av arsenik utförs stickprover över undersökningsområdet. Provtagningen inriktas på bärlager i vägar, parkeringsplatser och järnvägsbank. Prover tas även ut på grusplaner och grusgångar där krossmaterial / makadam ligger ytligt.

10 prover uttas ytligt i fyllnadsmaterial av makadam som används vid bygg eller anläggningsändamål. Prover uttas med spade där möjligheter finns för ytlig provtagning.

Alternativ provtagning med borrhandsvagn då provtagning genom asfalt planeras. Prover är betecknade med 13-22 i bifogad planritning N-10.1-02.

5.1.3 Fyllnadsmaterial från restprodukter, kolstybb och askor

Provtagning av fyllningsmaterial från järnbruksverksamheten inriktas på kol, stybb och askor. Provtagningen utförs för att förtäta och avgränsa tidigare påträffade fyllningsmassor. Med utgångspunkt i resultat från tidigare undersökningar förtätas och avgränsas föroreningsförekomster.

29 provpunkter planeras att provats med syfte att:

1. Provtäta i yttlig jord 0-0,1m
2. kontrollera om något jordlager har spår av aska, kolstybb vilket antas vara de material som främst är förorenade

Prover uttas med borrhandsvagn då jordlager ner till naturlig lagrad jord kommer att provtas. Provpunkter är betecknade med 23-51 i bifogad planritning N-10.1-03.

5.2 Analyser

5.2.1 Fältnayser

Samtliga upptagna jordprov analyseras med XRF-instrument. Syftet är att översiktligt bedöma halter av bly, koppar, zink och arsenik i en stor provmatris.

5.2.2 Laboratorieanalyser

Ett prov per provtagningspunkt analyseras med avseende på metaller. Valt analyspaket är tungmetaller i fasta miljöprov (arsenik, barium, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, nickel, vanadin och zink) typ ALS paket MS-2 Samtliga prov analyseras även med avseende på TOC.

Urvalet av prov som analyseras på laboratorierum görs utifrån fältnoteringar (färg, sammansättning, etc) och uppmätta halter med XRF. Prov för laboratorieanalys väljs ut så att olika jord med olika fältnoteringar och halter är representerade. Korrelationen mellan fält- och laboratorieanalys bedöms och om korrelationen är tillfredsställande kan både fält- och laboratoriedata användas vid utvärderingen.

5.3 Lakförsök

I Rambolls studier redovisas ett antal lakförsök (fem L/S 2 och fem L/S 10) men resultaten utvärderas inte till fullo. Det finns viss osäkerhet kring var provet/proverna till respektive lakförsök är taget och vad de representerar för material. Förutsatt att det tillsammans med Ramböll går att reda ut vad det är för material i dessa prov bedöms det inte behövas fler lakförsök.

6 Utvärdering

Utförandet och redovisning av uppdraget följer Naturvårdsverkets kvalitetsmanual, utgåva 11.

Vid beräkning av representativa halter, mängder och volymer av föroreningar följs rekommendationer i Naturvårdsverkets rapport 5977, bilaga 2. I detta skede bedömer Bjerking att mängd- och volymbestämnin g av förorenade massor utförs genom manuell bedömning. Områden med olika föroreningshistorik/föroreningstyper delas in i olika delområden och tillsammans med de representativa halter som beräknas erhålls en mängd- och volymmuppskattning med spann (min, troligt scenario och max).

Resultatet i riskbedömningen, åtgärdsutredningen och riskvärderingen kommer att ge mätbara åtgärds mål för bruksområdet. Om dessa åtgärds mål skiljer sig från de

åtgärdsåmål som finns för industrifastigheten rekommenderar Bjerking att den huvudstudien kompletteras/revideras. Det kan inte uteslutas att det behövs kompletterande provtagning inom industriområdet men det arbetet måste invänta resultatet från denna undersökning.

7 Tidplan

Följande övergripande tidplan presenteras:

- provtagningsplanen delges beställaren under vecka 27
- möte med Länsstyrelse och beställare för att diskutera provtagningsplan – vecka 33/34
- godkänd provtagningsplan – vecka 34-35
- fältarbete och analyser - vecka 35-38
- utvärdering data, sammanställning av resultat och bedömning av om presenterad hypotes är korrekt – vecka 38-42
- möte med beställare, presentation av resultat och redovisning av eventuellt behov av kompletteringar – vecka 43

8 Referenser

Boström, Helene, Gimo Bruksområde-Inventering och riskklassning enligt MIFO fas 1. SLU 2006

Daedalus 1992, Teknik och industrihistoria, Tekniska museet

Helmfrid, 1960, Från masugn till sågverk, Lenna bruk under 200 år. Aktiebolaget trycksaker, Norrköping 1960.

Kemakta 2014, Huvudstudie, Vällnora bruk.

Kemakta 2016, Hälsoriskbedömning för sju järnbruk i Uppsala län.

Lundin, 1999-2007, Uppsala Länna Järnväg (<http://www.stiglundin.se/>)

Panterra 2008, Karakterisering med avseende på lakbarhet och totalhalter av restmaterial från torr process Dannemora gruva.

Qvarfort, Ulf, Undersökning av makadam från Dannemora med avseende på innehåll av Pb, Zn, Cu och As

Ramböll, 2014, Förstudie, Miljöteknisk markundersökning och utredning, Lännaholms bruk.

Rydberg 1981, DANNEMORA genom 500 år, Fagersta bruks AB

Bjerking AB

Granskad av

Per-Olov Rosén
010-211 85 71
per-olov.rosen@bjerking.se

Ing-Marie Nyström

Arsenic (As) Distribution in Blast Furnace Iron Smelting

Patrick van Hees, Eurofins Environment Testing Sweden AB

Summary

The possible distribution of arsenic (As) in a blast furnace iron smelting was investigated with reference to the Lännaholm bruk site. Basic chemistry, environmental behaviour and occurrence in ore and coal for the element were described together with the blast furnace process. Relatively little on the As allocation can be found in the literature. A compilation of ten arsenic budgets for smelters suggested that on average about two thirds was transferred to the pig iron and 13% and 25% to slag and gas phase, respectively. Also published thermodynamic modelling pointed to a limited amount entering the slag. In the case of Lännaholm bruk this would give an estimate of As concentration in the slag of 6.5-13 mg/kg, while <2 mg/kg was found in the chemical analysis. The low actual value should be viewed in the light of uncertainties such as process and performance of the furnace at Lännaholm, As levels in the ore and fuel as well as flux used.

Background

Eurofins Environment has by Bjerking been asked to carry out a minor study on the distribution and fate of arsenic (As) during production of iron in a blast furnace process. The underlying observation is that the slag (bottom ash) observed at the site (Lännaholms bruk, Uppsala county, SE) has a very low level of As despite knowledge that the ore used had a considerable concentration. The occurrence of As in soil affected by mining waste has also been stated. The aim of the study is thus to investigate a likely budget for As between major compartments such as iron, slag and emission (gas phase) in the process.

The ironworks in Lännaholm was founded in 1758 when Vattholma blast furnace was moved to Lännaholm (25 km distance) because of good access to water power. The pig iron produced was mainly used for further processing in Vattholma. When the production of bar iron was closed down in Vattholma in 1905 the iron smelting also ceased and was replaced by wood industry (Anonymous, 2018a).

Arsenic Chemistry and Environmental Distribution

Arsenic (As) is a semi-metallic element and occurs in the earth-crust in the forms of oxides, sulfides or as a salts of e.g. iron, sodium, calcium, copper. As and its compounds/salts are both toxic and have carcinogenic properties. Exposure to As comes from various sources like food, air, water, occupational settings and medicines (Singh et al., 2007). Typically organic As forms are less toxic than inorganic species, of which As(III) is regarded among the most toxic.

As is a relatively mobile element, and is mainly cycled by water in the environment. The dominant species in water are arsenate (AsO_4^- ; As(V)) and under more reducing conditions arsenite (AsO_3^- ; As(III)). Also organic compounds with As exist such as monomethylarsonic acid (MMAA; $\text{CH}_3\text{AsO}(\text{OH})_2$), dimethylarsinic acid (DMAA; $(\text{CH}_3)_2\text{As}(\text{O})\text{OH}$), and dimethylarsine $(\text{CH}_3)_2\text{As}$, but these are much less pronounced. Concerning solid phases, common naturally occurring minerals are arsenopyrite (FeAsS), orpiment (As_2S_3) and realgar (AsS) (Wilson et al, 2010). However, during weathering of e.g. mining waste secondary minerals can form e.g. scorodite ($\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and arseniosiderite $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_3(\text{AsO}_4)_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Besides formation of secondary minerals, dissolution into aqueous phase is likely as well, commonly as oxyanions (Craw and Bowell, 2014).

Arsenic in Ore and Coke

Some mine sites can have high concentrations of As, often exceeding 1% in the ore. As is a common constituent of sulfide-bearing mineral deposits, and can be present as either separate As minerals of which arsenopyrite (see above) is most frequent, or in solid solution in the dominant sulfide (Craw and Bowell, 2014). In the case of iron ore from Dannemora the overview by Qvarfort (undated) states that pyrites are occurring in the ore as sparse layers. Though a cited, non-referenced, report stated that the As in the Dannemora ore was in the form of Loellingite. However, this mineral can be difficult to distinguish from arsenopyrite (Anonymous 2018b). The overall content of As in the ore is estimated to be between 50-100 mg/kg. However, analysis of macadam and gravel made from mining waste showed higher levels, up to about 140 mg/kg in finer fractions (0-2 mm), and in another study cited 170 mg/kg in the fraction <0.06 mm (Qvarfort, undated). The higher concentrations in these fractions can be due to mineral processing.

Besides the ore, the coal and/or coke used in the blast furnace process can also be a source of As. On average the As content of for lignites (brown) and bituminous coals, are 14 and 20 mg/kg worldwide, but there are coals with concentrations of As >1000 mg/kg (Yudowich and Ketris, 2005). Input of As from coal has been calculated to be of significance in the overall budget. Yusfin et al (2001) estimated that between 1-38% of the As load originated from the coal used. No exact data on As concentration in charcoal, which has been used as fuel in older smelters (and thus in Lännaholm), can be found. As reference it can be mentioned that the level of As in wood ash can range between 0.2-3 (bottom ash) and 1-60 mg/kg (fly ash) (Pitman, 2006).

Blast Furnace Processing – Arsenic Distribution

Blast furnace smelting is the most common process for production of iron (Fe), and the resulting iron phase for further processing is called pig iron. In the blast furnace fuel, ores, and flux (most often limestone) are continuously supplied at the top, while a hot blast of air (sometimes with extra oxygen) is blown into the lower section of the furnace through a series of pipes. The most common fuels are coke and coal, but in the past charcoal as well. The chemical reactions take place throughout the furnace as the material flows downward, and the iron in the ore is reduced to metallic Fe by hot combustion gases with carbon monoxide as major reducing agent. The final products are molten metal and slag tapped from the bottom, and flue gases emitted at the top of the furnace (Anonymous, 2018c).

Relatively little has been reported on the distribution of As in the blast furnace smelting process. In older literature it has been assumed that almost all As enters the pig iron (Yusfin et al., 2001). However, more recent studies have shown that a considerable part can be transferred to gas phase and to some extent slag. Results from in total 10 budgets from seven different smelters (Table 1) showed that on average the biggest part of As was contained in the pig iron. Among the other compartments 25% and 13% were split into gas phase (and possibly other phases) and slag, respectively.

The measurements and budgets were further elucidated by thermodynamic modelling (Chernousov et al., 2011). The calculations indicated that for As present in ore 30-70% was transferred to pig iron and as much to gas phase, while no As was contained in the slag. The major form of As leaving the ore through sublimation was modelled to be As_2O_3 (As(III)). In contrast, for As included in coke >70% was computed to end up in gas phase. As from other inputs (e.g. fluxed agglomerate) entering the slag phase was estimated to be in the form of $3CaO \cdot As_2O_5$ (As(V)).

Table 1. Distribution of arsenic among compartments in the blast furnace process ($n=10$). Data from Yusfin et al. (2001) and Chernousov et al (2011).

| Compartment | Arsenic Load/Distribution | |
|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| | Mean \pm s.d. | Range |
| <i>Load</i> | 87 \pm 116 g/ton pig iron | 8-350 g/ton pig iron |
| <i>Pig iron</i> | 64 \pm 15% | 50-98% |
| <i>Slag</i> | 13 \pm 8% | 0-25% |
| <i>Sludge</i> | <10% | |
| <i>Gas/Unbound*</i> | 25 \pm 13 | 1-38% |

*Unbound is assumed to be transferred to gaseous phase, but additional deposits are possible

Although both budgets constructed from blast furnaces in operation and calculations support that a minor part of the As enters the slag phase there are still uncertainties that must be considered. The works in the cited studies are more modern and may not fully reflect the (unknown) process in the Länholm bruk furnace. Other uncertainties are if the flux used, assumedly limestone, contained chlorides to such an extent that it could affect the speciation of As, especially that given off to gas phase (Karlsson, pers. comm.), and what the content of As in the fuel, most likely charcoal, was.

Under the assumption that 13% of the As was included the slag and that the concentration in the ore was 50-100 mg/kg, this would imply a concentration of 6.5-13 mg/kg. No contribution from the fuel is then supposed. This is more than analyses of the slag have shown (<2 mg/kg). However, the estimated As range must be viewed in the largely unknown conditions at Länholm.

Conclusions

Arsenic distribution in the blast furnace process is complex and may vary with process conditions, ore (concentration and mineralogy), pre-treatment, flux and fuel. The distribution in the “output” compartments is thus difficult to estimate. Budgets constructed for modern smelters indicate a mean distribution for As of 64:25:13 for pig iron : gas phase : slag. Thermodynamic modelling supports that no or a limited fraction of the As ends up the slag. A simple calculation of the potential concentration in the slag yielded around 10 mg/kg, but lower values could be possible given the uncertainties.

References

- Anonymous, 2018a. Visit Roslagen. Länna Bruk. <https://www.roslagen.se/111667/Lanna-bruk/> (accessed 180530)
- Anonymous, 2018b. Loellingite. <https://en.wikipedia.org/wiki/Loellingite> (accessed 180530)
- Anonymous, 2018c. Blast Furnace. https://en.wikipedia.org/wiki/Blast_furnace (accessed 180530)
- Chernousov, P. I., Golubev, O. V., Petelin, A. L. Phosphorous, lead and arsenic in blast furnace smelting. *Metallurgist*, 2011, 55, 242-250
- Craw, D., Bowell, R. J. The Characterization of Arsenic in Mine Waste. *Rev. Mineral. Geochem.* 2014, 79, 473-505
- Karlsson, S., Man-Technology-Environment Research Center, Dept Nat. Sci., Örebro University, Örebro, pers. comm. (180530)
- Pitman, R. M. Wood ash use in forestry – a review of the environmental impacts. *Forestry*, 2006, 79, 563-588
- Qvarfort, U. Undersökning av makadam från Dannemora med avseende på innehåll av Pb, Zn, Cu och As. Undated. Avd. f. Kvartergeologi & Hydrologi, Uppsala Universitet, Uppsala
- Singh, N., Kumar, D., Sahu, A. P. Arsenic in the environment : Effects on human health and possible prevention. *J. Env. Biol.* 2007, 28, 359-365
- Wilson, S. C., Lockwood, P. V., Ashley, P. M., Tighe, M. The chemistry and behaviour of antimony in the soil environment with comparisons to arsenic: A critical review. *Env. Pollut.* 2010, 158, 1169–1181
- Yudovich, Y. E., Ketris, M. P. Arsenic in coal: a review. *Int. J. Coal Geol.* 2005, 61, 141– 196
- Yusfin, Y. S., Chernousov, P. I., Petelin, A. L., Mikhailina, E. S. Effect of the removal of arsenic from metal on the environment resources and ecology. *Metallurgist*, 2001, 45, 147-149

Bjerking AB
 Ing-Marie Nyström
 Box 1351
 751 43 UPPSALA

AR-18-SL-077230-01
EUSELI2-00526675

Kundnummer: SL8430407

 Uppdragsmärkn.
 17U34136

Analysrapport

| Provnummer: | 177-2018-05080206 | Provtagningsdatum | 2018-05-03 | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|--|-----|
| Provbeskrivning: | | Provtagare | Per-Olov Rosén | | |
| Matris: | Övrigt fast material | | | | |
| Provet ankom: | 2018-05-08 | | | | |
| Utskriftsdatum: | 2018-05-11 | | | | |
| Provmärkning: | Industriomr | | | | |
| Provtagningsplats: | Lännaholm | | | | |
| Analys | Resultat | Enhet | Mäto. | Metod/ref | |
| Provberedning krossning, malning | 1.0 | | | EN 14780:2011/EN 15443:2011/SS 187114:1992/SS 1871 | a) |
| Torrsubstans | 100.0 | % | 5% | SS-EN 12880:2000 | a) |
| Arsenik As | < 1.8 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Barium Ba | 52 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Bly Pb | < 0.90 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kadmium Cd | < 0.20 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kobolt Co | 0.49 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Koppar Cu | < 0.45 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a)* |
| Krom Cr | 0.76 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kvicksilver Hg | < 0.010 | mg/kg Ts | 20% | SS028311mod/SS-EN ISO17852mod | a) |
| Nickel Ni | < 0.45 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Vanadin V | < 1.8 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Zink Zn | 24 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v47

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

AR-003v47

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Bjerking AB
 Ing-Marie Nyström
 Box 1351
 751 43 UPPSALA

AR-18-SL-077231-01
EUSELI2-00526675

Kundnummer: SL8430407

 Uppdragsmärkn.
 17U34136

Analysrapport

| Provnummer: | 177-2018-05080207 | Provtagningsdatum | 2018-05-03 | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|--|-----|
| Provbeskrivning: | | Provtagare | Per-Olov Rosén | | |
| Matris: | Övrigt fast material | | | | |
| Provet ankom: | 2018-05-08 | | | | |
| Utskriftsdatum: | 2018-05-11 | | | | |
| Provmärkning: | Slagghög | | | | |
| Provtagningsplats: | Lännaholm | | | | |
| Analys | Resultat | Enhet | Mäto. | Metod/ref | |
| Provberedning krossning, malning | 1.0 | | | EN 14780:2011/EN 15443:2011/SS 187114:1992/SS 1871 | a) |
| Torrsubstans | 99.6 | % | 5% | SS-EN 12880:2000 | a) |
| Arsenik As | < 1.9 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Barium Ba | 73 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Bly Pb | < 0.91 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kadmium Cd | < 0.20 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kobolt Co | < 0.46 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Koppar Cu | < 0.46 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a)* |
| Krom Cr | 1.2 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kvicksilver Hg | < 0.010 | mg/kg Ts | 20% | SS028311mod/SS-EN ISO17852mod | a) |
| Nickel Ni | < 0.46 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Vanadin V | < 1.9 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Zink Zn | 63 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Förklaringar

AR-003v47

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

AR-003v47

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Bjerking AB
Ing-Marie Nyström
Box 1351
751 43 UPPSALA**AR-18-SL-077232-01****EUSELI2-00526675**

Kundnummer: SL8430407

Uppdragsmärkn.
17U34136

Analysrapport

| Provnummer: | 177-2018-05080208 | Provtagningsdatum | 2018-05-03 | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|-----|
| Provbeskrivning: | | Provtagare | Per-Olov Rosén | | |
| Matris: | Övrigt fast material | | | | |
| Provet ankom: | 2018-05-08 | | | | |
| Utskriftsdatum: | 2018-05-11 | | | | |
| Provmärkning: | Kisaska? | | | | |
| Provtagningsplats: | Lännaholm | | | | |
| Analys | Resultat | Enhet | Mäto. | Metod/ref | |
| Torrsubstans | 87.2 | % | 5% | SS-EN 12880:2000 | a) |
| Arsenik As | 12 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Barium Ba | 100 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Bly Pb | 63 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kadmium Cd | < 0.20 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kobolt Co | 96 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Koppar Cu | 760 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a)* |
| Krom Cr | 370 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Kvicksilver Hg | < 0.011 | mg/kg Ts | 20% | SS028311mod/SS-EN ISO17852mod | a) |
| Nickel Ni | 240 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Vanadin V | 27 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |
| Zink Zn | 490 | mg/kg Ts | 25% | EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1 | a) |

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v47

Bjerking AB
Ing-Marie Nyström
Box 1351
751 43 UPPSALA

AR-18-SL-106689-01

EUSELI2-00534546

Kundnummer: SL8430407

Uppdragsmärkn.
17U34136

Analysrapport

| | |
|--------------------|-------------------|
| Provnummer: | 177-2018-06010751 |
| Provbeskrivning: | |
| Matris: | Jord |
| Provet ankom: | 2018-06-01 |
| Utskriftsdatum: | 2018-06-15 |
| Provmärkning: | Indistriomr |
| Provtagningsplats: | Lännaholm |

| Analys | Resultat | Enhet | Mäto. | Metod/ref | |
|----------------|----------|----------|-------|-------------------------------|-----|
| Torrsubstans | 99.4 | % | 10% | SS-EN 12880:2000 | a) |
| Kadmium Cd | < 0.51 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Arsenik As | < 2.6 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Antimon Sb | < 2.6 | mg/kg Ts | 15% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Barium Ba | 350 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-AES | a)* |
| Bly Pb | 1.6 | mg/kg Ts | 20% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Kobolt Co | < 2.6 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Koppar Cu | < 2.6 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Krom Cr | 2.8 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Molybden Mo | < 21 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-AES | a)* |
| Nickel Ni | < 2.6 | mg/kg Ts | 35% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Vanadin V | 4.6 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Zink Zn | 66 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Kvicksilver Hg | < 0.046 | mg/kg Ts | 25% | SS028150mod/SS-EN ISO17852mod | a)* |

Kemisk kommentar
Analys av torrsubstans är utförd på torkat prov.

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Kopia till:

(orjan.nilsson@bjerking.se)

Gustav Stenhammar, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v47

Bjerking AB
Ing-Marie Nyström
Box 1351
751 43 UPPSALA

AR-18-SL-106690-01

EUSELI2-00534546

Kundnummer: SL8430407

Uppdragsmärkn.
17U34136

Analysrapport

| | |
|--------------------|-------------------|
| Provnummer: | 177-2018-06010752 |
| Provbeskrivning: | |
| Matris: | Jord |
| Provet ankom: | 2018-06-01 |
| Utskriftsdatum: | 2018-06-15 |
| Provmärkning: | Slagghög |
| Provtagningsplats: | Lännaholm |

| Analys | Resultat | Enhet | Mäto. | Metod/ref | |
|----------------|----------|----------|-------|----------------------------------|-----|
| Torrsubstans | 99.7 | % | 10% | SS-EN 12880:2000 | a) |
| Kadmium Cd | < 0.51 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Arsenik As | < 2.6 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Antimon Sb | < 2.6 | mg/kg Ts | 15% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Barium Ba | 300 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-AES | a)* |
| Bly Pb | 1.7 | mg/kg Ts | 20% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Kobolt Co | < 2.6 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Koppar Cu | < 2.6 | mg/kg Ts | 30% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Krom Cr | 3.3 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Molybden Mo | < 21 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-AES | a)* |
| Nickel Ni | < 2.6 | mg/kg Ts | 35% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Vanadin V | 10 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-MS | a)* |
| Zink Zn | 320 | mg/kg Ts | 25% | EN 13656 mod. / ICP-AES | a)* |
| Kvicksilver Hg | < 0.046 | mg/kg Ts | 25% | SS028150mod/SS-EN ISO17852mod | a)* |

Kemisk kommentar
Analys av torrsubstans är utfört på torkat prov.

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Kopia till:

(orjan.nilsson@bjerking.se)

Gustav Stenhammar, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

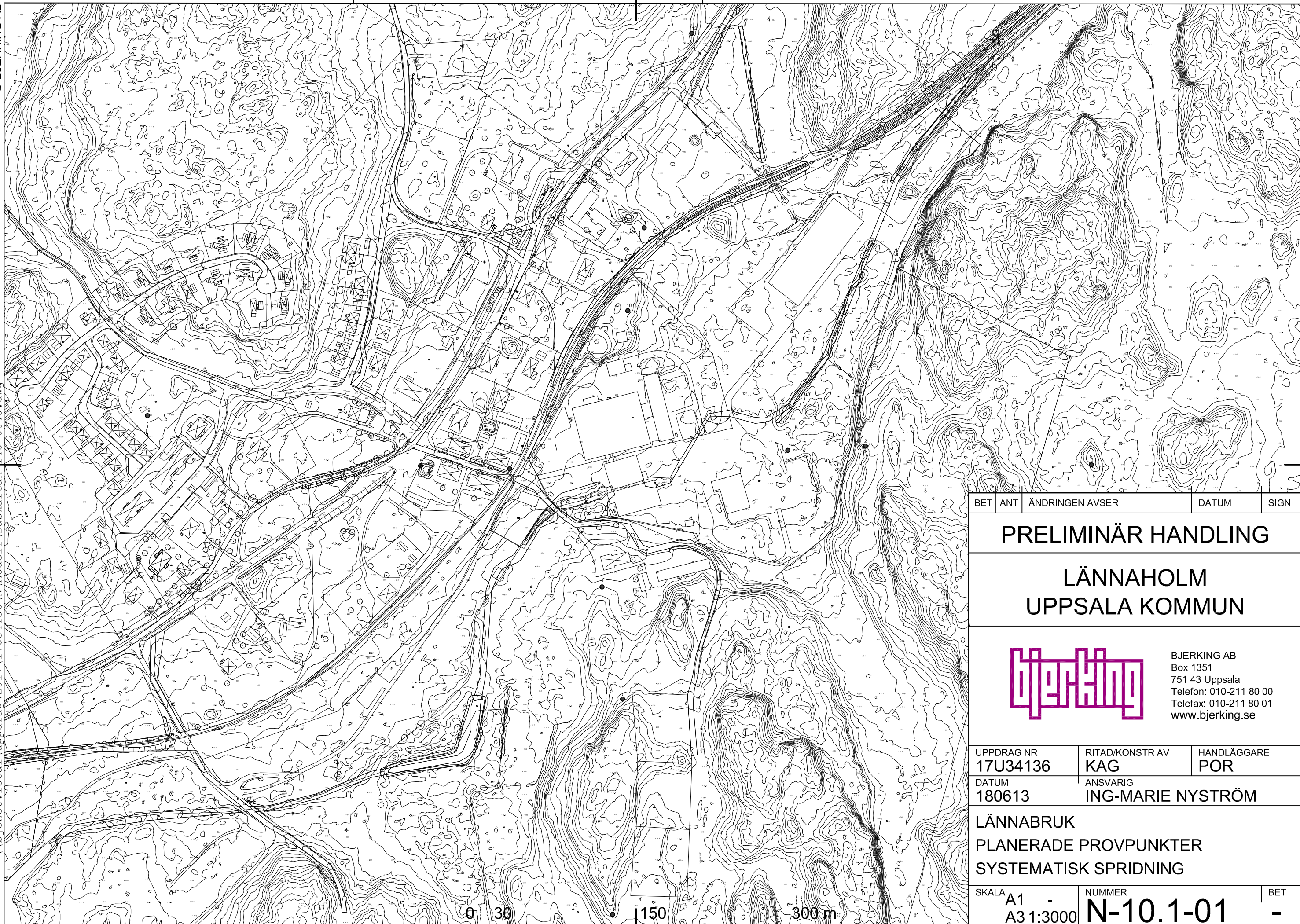
Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v47

146_6638\Jdmg\2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - S
146_6640\Jdmg\2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - F
148_6638\Jdmg\2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - M
148_6640.dwg © BJERKING AB

XREFS: \\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan
\\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan
\\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan
\\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan



| BET | ANT | ÄNDRINGEN AVSER | DATUM | SIGN |
|-----|-----|-----------------|-------|------|
|-----|-----|-----------------|-------|------|

PRELIMINÄR HANDLING

LÄNNAHOLM UPPSALA KOMMUN



BJERKING AB
Box 1351
751 43 Uppsala
Telefon: 010-211 80 00
Telefax: 010-211 80 01
www.bjerking.se

| | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| UPPDRAG NR 17U34136 | RITAD/KONSTR AV KAG | HANDLÄGGARE POR |
| DATUM 180613 | ANSVARIG ING-MARIE NYSTRÖM | |

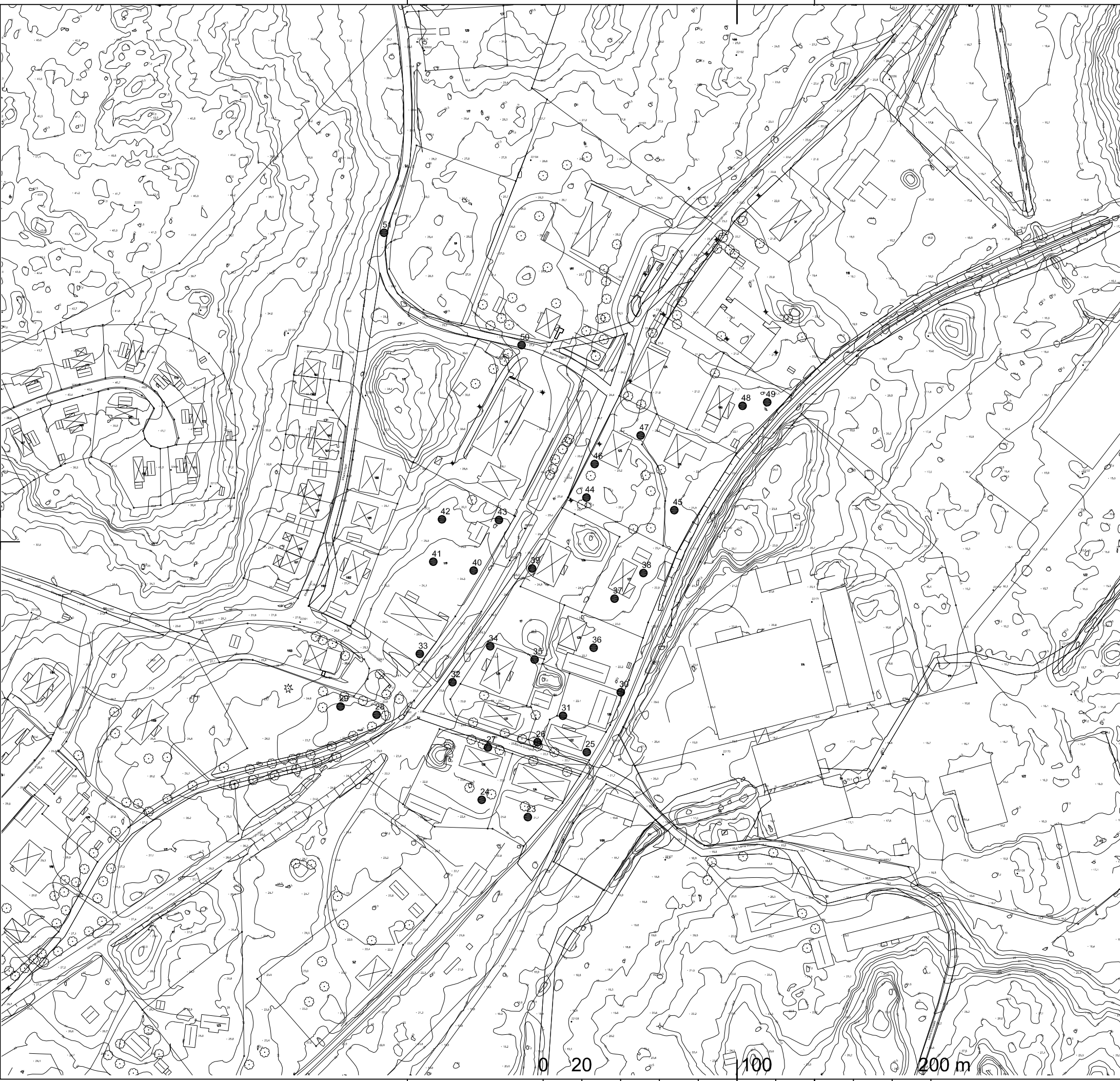
LÄNNABRUK
PLANERADE PROVPUNKTER
SYSTEMATISK SPRIDNING

| | | |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| SKALA A1 - A3 1:3000 | NUMMER N-10.1-01 | BET - |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|

LAGER:

PL0: 2018-06-13, 15:12, J:\2017\17U34136\IRITDEFIN-10.1-01_.DWG, KAG

XREFS: \\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan 146_6638.dwg 2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - S
 \\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan 146_6640.dwg 2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - F
 \\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan 148_6638.dwg 2017\17U34136\Modell\Provpunkter\Provtagningsplan - M
 \\bjenet.local\uppdrag\2017\17U34136\Modell\Baskartan 148_6640.dwg © BJERKING AB



| BET | ANT | ÄNDRINGEN AVSER | DATUM | SIGN |
|---|----------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| PRELIMINÄR HANDLING | | | | |
| LÄNNAHOLM UPPSALA KOMMUN | | | | |
|  | | BJERKING AB Box 1351 751 43 Uppsala Telefon: 010-211 80 00 Telefax: 010-211 80 01 www.bjering.se | | |
| | | UPPDRAG NR 17U34136 | RITAD/KONSTR AV KAG | HANDLÄGGARE POR |
| DATUM 180613 | | ANSVARIG ING-MARIE NYSTRÖM | | |
| LÄNNABRUK PLANERADE PROVPUNKTER Fyllnadsmassor | | | | |
| SKALA A1 - A3 1:2000 | NUMMER N-10.1-03 | | | BET - |

LAGER:

PL0: 2018-06-13, 15:14, J:\2017\17U34136\IRITDEFIN-10.1-03.DWG, KAG