

Sala kommun

PRÅMÅN, SALA

Miljötekniska undersökningar av mark och sediment



Stockholm 2003-07-04
SWECO VIAK AB
Region Stockholm Miljö

Per Claesson
Esbjörn Tagesson
Mats Andersson

Uppdragsnummer 1154510 000

SWECO VIAK
VATTEN & MILJÖ
Gjörwellsgatan 22
Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00
Telefax 08-695 60 10

Uppdrag 1154510 000; PECL
p:\1175\1154510000 pråmån,
sala\u2\viaksutlåtanden\undersökningsrapport\pråmån,
undersökningsrapport, slutversion.doc



Sammanfattning

SWECO VIAK har på uppdrag av Samhällsbyggnadsförvaltningen i Sala kommun utfört miljötekniska undersökningar av vatten och sediment i Pråmån, samt mark längs Pråmån och på hyttområdet vid Silvergruvan (fastigheten Silvergruvan 1:43).

Syftet med utredningen är att ge en bild över föroreningskällor, föroreningsnivå, risker för människors hälsa och miljön, risk för spridning av föroreningar samt hur sedimenten och föroreningskällor till Pråmån kan saneras. I denna rapport redovisas resultat från de utförda fält- och laboratorieundersökningarna.

Provtagning har skett i sediment och vatten (med passiva Ecoscope-provtagare) i Pråmån, i mark längs Pråmån och i mark på hyttområdet vid gruvan. Resultaten visar genomgående på mycket höga halter av ett flertal metaller, framförallt bly, zink, kadmium och kvicksilver. Metallerna antas härröra från gruvverksamheten som pågått i området under flera århundraden.

Resultaten visar att det har skett spridning av metaller under lång tid, och att den pågår än idag. Spridning sker sannolikt från marken på hyttområdet, aftersand på afterskansar och längs Pråmån, muddermassor som lagts längs Pråmån och eventuellt från andra källor som inte undersökts, t ex varp- och slagghögar.

Riskerna för människor bedöms vara störst i markområdet intill Pråmån. En barnstuga och bostäder finns nära Pråmån, cykel- och gångvägar går längs Pråmån och ån rinner genom Stadsparken. Detta innebär stor risk för både barn och vuxna att exponeras för förorenad jord.

Miljöriskerna är stora och ekosystemen är sannolikt påverkade i Pråmån och i de undersökta markområdena. Eventuellt är även Lillån och Sagån, längre ner i vattensystemet, påverkade.

SWECO VIAK gör bedömningen att åtgärder är nödvändiga för att minska riskerna för människors hälsa och för miljön. Förslag till åtgärder presenteras i en separat rapport.

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Syfte	3
1.3	Omfattning	3
1.4	Organisation	4
2	Tidigare utredningar	4
3	Utförda undersökningar	5
3.1	Pråmån	5
3.2	Markområdet intill Pråmån	6
3.3	Hyttområdet	7
3.4	Analyser	7
3.5	Arkeologisk förundersökning	8
4	Områdesbeskrivning	9
4.1	Historik	9
4.2	Möjliga föroreningar och föroreningskällor	11
4.3	Geologi och hydrogeologi	12
5	Resultat av mätningar och analyser	13
5.1	Jord	13
5.2	Sediment	16
5.3	Vatten	18
6	Bedömning av föroreningssituation	20
6.1	I Pråmån	20
6.2	Längs Pråmån	22
6.3	Hyttområdet	23
6.4	Sammantagen platsspecifik bedömning	24
7	Åtgärdsbehov	26
8	Referenser	27

Bilageförteckning:

1. Karta med provtagningspunkter för vatten och sediment
2. Karta med provtagningspunkter för mark längs Pråmån
3. Karta med provtagningspunkter för mark på hyttområdet
4. Fältanteckningar
5. Resultat från XRF-mätningar
6. Analysprotokoll
7. Utvärdering av Ecoscope-provtagning
8. Arkeologisk förundersökning

1 Inledning

1.1 Bakgrund

SWECO VIAK har på uppdrag av Samhällsbyggnadsförvaltningen i Sala kommun utfört miljötekniska undersökningar av vatten och sediment i Pråmån, samt mark längs Pråmån och på fastigheten Silvergruvan 1:43 vid Silvergruvan, nedan kallad hyttområdet.

1989 påbörjades utredningar av säkerheten i Silvergruvans vattensystem. Där framkom att delar av vattensystemet behövde rensas för att öka vattenföringen på vissa sträckor. Provtagning av sedimenten i Pråmån genomfördes och höga halter bly och kadmium påträffades. Halterna var så höga att det bedömdes att särskild efterbehandling krävdes. Muddringen av sedimenten kunde inte genomföras inom de ekonomiska ramar som då fanns att tillgå. Det ansågs att ytterligare information om föroreningsutbredning och risker för människor och miljö behövdes innan muddring eller andra åtgärder vidtogs. Därför har den föreliggande undersökningen genomförts.

1.2 Syfte

Syftet med denna utredning är att ge en bild över föroreningskällor, föroreningsnivå, risker för människors hälsa och miljön, risk för spridning av föroreningar, samt hur sedimenten och föroreningskällor till Pråmån kan saneras.

1.3 Omfattning

Uppdraget avser att utföra en huvudstudie för området enligt ovan. Detta innefattar följande moment:

- Historisk genomgång av verksamheter och bedömning av risk att de gett upphov till föroreningar.
- Framtagande av provtagningsprogram samt utförande av undersökningar för att klargöra föroreningssituationen.
- Kemiska analyser på uttagna prover.
- Bedömning av föroreningssituationen.
- Framtagande av åtgärdsförslag samt kostnadsberäkning av dessa.

I denna rapport redovisas de fyra första punkterna. En åtgärdsutredning kommer att presenteras i en fristående rapport.

1.4 Organisation

Hos Samhällsbyggnadsförvaltningen har Ann-Charlotte Abrahamsson varit kontaktperson. Esbjörn Tagesson har varit SWECO VIAKs uppdragsledare. Per Claesson har fungerat som biträdande uppdragsledare och också genomfört provtagning längs Pråmån och i sedimenten. Mats Andersson har varit kvalitetsgranskare och Hans Kronberg har bistått vid kostnadsberäkning av åtgärder. Dessa fyra finns på SWECO VIAKs Stockholmskontor. Erika Backman vid SWECO VIAKs Falukontor har deltagit vid sedimentprovtagning och provtagning på hyttområdet (fastigheten Silvergruvan 1:43). Vid skruvborrsprovtagningen medverkade även Bo Fritz, SWECO VBB, Falun. XRF-analyser har utförts av Johanna Leback, SWECO VIAK, Stockholm och laboratorieanalyser har utförts av ALcontrol Laboratories som är ackrediterade för miljöanalyser.

2 Tidigare utredningar

1998 genomfördes en undersökning av SGU med provtagning av sediment i Pråmån. 23 prover togs med efterföljande analys med avseende på organisk halt. Fem prov av dessa analyserades med avseende på krom, kadmium, kvicksilver och bly. Vilket djup i sedimenten proverna är tagna på framgår ej. Höga halter påträffades av kadmium (12-211 mg/kg TS) och bly (811-3390 mg/kg TS). (SGU, 1998)

Ett sedimentprov togs 2002 av Samhällsbyggnadsförvaltningen, Sala kommun, i dammen vid Jakob-Matts kvarn när denna var torrlagd. Provet analyserades med avseende på metaller av ALcontrol. Detta prov visade höga halter av framförallt bly (5100 mg/kg TS), kadmium (67 mg/kg TS), zink (11200 mg/kg TS) och kvicksilver (71 mg/kg TS). Analysprotokollet redovisas i **bilaga 6**.

I en licentiatavhandling från 1988 undersöktes sediment i olika sjöar och dammar i bl a Sala. Ekebydamms ingick i denna undersökning. Metallanalyser visar höga halter av framförallt bly (2730 mg/kg TS), kadmium (18 mg/kg TS), zink (2030 mg/kg TS) medan kvicksilverhalterna inte är lika alarmerande, om än förhöjda (1,67 mg/kg TS). (Påhlsson, 1988)

Tungmetallproblematiken i Sala utreddes av en projektgrupp från Uppsala universitet och Miljölotsen AB, som presenterade en slutrapport 1992. Där konstateras att marken i Sala har förhöjda halter av framförallt bly och kadmium på grund av den gruvverksamhet som bedrivits. Medianvärdet i det översta markskiktet (0-10 cm) är för bly 295 mg/kg TS och för kadmium 2 mg/kg TS. Även kvicksilverhalten är förhöjd (median 3,85 mg/kg TS). Dessa förhöjda metallhalter bedöms i rapporten bero på att aftersand (sandig restprodukt från metallutvinningen i Sala) använts som fyllnadsmaterial i stor utsträckning, samt vindspridning av aftersanden. Halterna i vattendragen i Sala var generellt relativt låga, och lakteter visade på liten lakbarhet hos aftersanden. Detta tyder på att metallerna sitter ganska stabilt i marken. (Qvarfort m fl, 1992)

3 Utförda undersökningar

3.1 Pråmån

3.1.1 Vatten

För att uppskatta flödet av föroreningar på olika platser i Pråmån har provtagning med passiv provtagare av modell Ecoscope® genomförts på sex platser i Pråmån. Dessa passiva provtagare består av ett litet plasthölje med jonbytarmassa i. Provtagarna bands fast och fick ligga i Pråmån under fem veckor. Sedan togs de upp och jonbytarmassan analyserades med avseende på metaller.

En provtagare placerades strax uppströms gruvområdet, två av provtagarna placerades vid utloppet från de två underjordiska kanaler som ger vatten till Pråmån vid hyttområdet, en placerades strax innan utloppet i Ekebydamm och de övriga två placerades i åns lopp (placering ses på karta i **bilaga 1**).

Genom att använda en passiv provtagare mäts metallflödet i ån över en längre tid. Därmed får tillfälliga variationer i flöde och övriga fysikaliska förhållanden i vattnet mindre genomslag än vid stickprovtagning.

I samband med iläggande och upptagande av provtagaren uppskattades flödet i ån vid de olika provpunkterna med hjälp av så kallad pinnloggning. Vid pinnloggning mäts den tid det tar för ett föremål som flyter på vattnet att förflytta sig en viss sträcka. Sedan

mäter man djup och bredd på ån i det aktuella avsnittet och kan på så sätt räkna ut en flödes hastighet.

Vid iläggande och upptagande mättes också pH och konduktivitet i vattnet vid respektive provtagningsplats.

3.1.2 Sediment

För att avgöra utbredningen av föroreningar både vertikalt och horisontellt genomfördes sedimentprovtagningar på ett flertal platser i Pråmån. Provtagning gjordes i 19 punkter utspritt längs åns hela lopp. Punkternas läge redovisas på karta i **bilaga 1**. Proverna togs mitt i åfåran, där sedimenttjockleken sannolikt är som störst.

Sedimentprover togs med så kallad Livingstoneprovtagare med fältpersonalen stående i ån. Provtagaren består av ett plexiglasrör som trycks ner i sedimentet. Prover togs ner till möjligt provtagningsdjup, vilket varierade mellan 6 och 61 cm beroende på sedimentets sammansättning och förekomst av sten, kvistar och annat material.

Genom att använda rör av plexiglas erhöles en bra överblick över sedimentets utseende i vertikalled, och möjlighet att skicka sedimentet och analysera prover från olika djup.

Proverna skiktades i fält i ett tunt ytligt skikt (0-3 cm), nästa skikt ner till 10 cm djup och därefter ett skikt per 10 cm eller 20 cm. Om olika sedimenttyper förekom i djupled skiktades provet i gränsen mellan sedimenttyperna. Vid provtagningen fördes anteckningar om typ av sediment (kornstorlek, sammansättning) samt lukt- och synintryck. Dessa fältanteckningar redovisas i **bilaga 4**. Proverna togs i glasburkar med tättslutande lock.

3.2 Markområdet intill Pråmån

Jordprovtagning utfördes genom grävning av grunda provgropar (0,7-1,2 m) med traktorgrävare i 18 punkter inom området. Jordproverna uttogs som samlingsprov, minst ett prov per 0,6 meter i djupled med anpassning till skifte i jordart eller föroreningskaraktär. Punkterna spreds jämnt över området längs Pråmån och tre provgropar (PG 1-3) grävdes i afterskansen (deponi för aftersand) norr om hyttområdet. Punkternas läge redovisas på karta i **bilaga 2**. Prover för metallanalys togs i diffusionstäta påsar. För analys av

alifatiska kolväten och PAH togs prover i glasburkar med tättslutande lock.

Vid provtagningen fördes fältprotokoll där anteckningar gjordes om jordarter, lagertjocklekar, syn- och luktntryck med mera. Dessa fältanteckningar presenteras i **bilaga 4**.

3.3 Hyttområdet

Markprovtagning vid hyttområdet (fastigheten Silvergruvan 1:43) utfördes genom skruvborrsprovtagning i 12 punkter inom området. Punkterna spreds över området med tyngdpunkten i områden där särskild misstanke om förorening finns (vid de gamla sedimentationsdammarna, intill blyhyttan, vid f d oljekällare). Jordproverna uttogs som samlingsprov, ett prov per 0,5-1 meter i djupled med anpassning till skifte i jordart eller föroreningskaraktär. Samlingsproven togs tätare i ytliga jordlager med hänsyn till risk för exponering. Punkternas läge redovisas på karta i **bilaga 3**. Provtagning utfördes ner till förmodat opåverkad jord, eller möjligt provtagningsdjup. Prover för metallanalys togs i diffusionstäta påsar. För analys av alifatiska kolväten och PAH togs prover i glasburkar med tättslutande lock.

3.4 Analyser

Samtliga jordprover analyserades med avseende på metaller med hjälp av XRF (röntgenfluorescensdetektor). Detta är en fältanalysmetod som ger en indikation på haltnivåer av olika metaller. Mellan två och fyra mätningar utfördes på varje prov. Med dessa XRF-analyser som stöd valdes sedan ett antal prover ut till laboratorieanalys med ICP-teknik (Inductively Coupled Plasma). Denna metod är generellt mer tillförlitlig och användes för att verifiera och kalibrera de halter som uppmätts med XRF-instrumentet. XRF-metoden är inte tillämplig på sedimentprover.

När det gäller organiska ämnen har analyser utförts med avseende på alifatiska kolväten och PAH (polycykliska aromatiska kolväten). Alifatiska kolväten är den huvudsakliga beståndsdel i olja. PAH bildas vid ofullständig förbränning och förekommer bl a i olja, tjära och äldre asfalt. Dessa ämnen förekommer ofta på industrirelaterade platser. De prover som valdes ut var de där misstankar om förorening föreligger (p g a lukt, synintryck).

För att lättare kunna avgöra spridningsriskerna för föroreningar på områdena analyserades några jord- och sedimentprov även med avseende på organiskt innehåll (glödrestanalys) och pH.

Analyserna utfördes av ALcontrol Laboratories, som är ackrediterat för miljöanalyser.

I **tabell 1** nedan presenteras analysomfattningen för undersökningarna vid Pråmån.

Tabell 1. Analysomfattning vid miljötekniska undersökningar vid Pråmån, Sala kommun

	Pråmån		Mark kring Pråmån	Hyttområdet	Totalt		
	Vatten	Sed	Mark	Mark	Mark	Vatten	Sed
Metaller (XRF, i fält)¹			45	45	90		
Metaller (ICP)²		16	4	4	8		16
Kvicksilver		8	4	4	8		8
Silver		8	4	4	8		8
PAH + alifater		2	2	2	4		2
Ecoscope® metaller³	6					6	
pH (i fält för vattenprover)	12	2	2	2	4	12	2
Konduktivitet (i fält)	12					12	
Organisk halt		16	2	2	4		16
Torrsubstans		16	4	4	8		16

¹ innefattar bl a bly, arsenik, kvicksilver, zink, koppar, nickel, kobolt, järn, mangan och krom

² innefattar arsenik, kadmium, kobolt, krom, koppar, nickel, bly, vanadin och zink

³ innefattar silver, kadmium, krom, koppar, zink, bly, nickel och kvicksilver

3.5 Arkeologisk förundersökning

I samband med provtagningen genomfördes en arkeologisk schaktövervakning vid grävning av provgropar längs Pråmån och vid skruvborrning på hyttområdet vid gruvan. Schaktövervakningen utfördes av Kristina Jonsson, Västmanlands Läns Museum.

Slutsatserna från förundersökningen var att inga kulturlager eller anläggningar påträffades. Längs Pråmån kunde en äldre marknivå

konstateras i vissa av groparna. Denna marknivå är troligen den ursprungliga från tiden innan kanalens anläggande. Läns museets rapport redovisas i **bilaga 8**.

4 Områdesbeskrivning

4.1 Historik

En undersökning om Pråmån och hyttområdets historik har utförts i samarbete med Sala kommun. Denna har gjorts för att om möjligt identifiera potentiella föroreningskällor inför framtagande av provtagningsplan. Informationen om Pråmån är främst hämtad från "Bidrag till kännedomen om Sala Silververks Vattenkraftanläggningar" av Carl A:son Sege (1930-talet) och fakta om hyttområdet är huvudsakligen hämtade från "Sala bly – hyttområdet" av Richard Meurman (1991), samt muntlig information från Mille Törnblom, Riksantikvarieämbetet, vid visning av området 2002-10-17. Historikavsnittet har granskats av Mille Törnblom, Riksantikvarieämbetet.

4.1.1 Pråmån

I Sala silvergruva pågick brytning av malm från omkring 1480 fram till 1908. Från 1500-talet bearbetades malmen i hyttor vid Saladamm cirka fyra och en halv kilometer nordost om gruvan. Transporten skedde med hästforor fram till början av 1800-talet. Då började man fundera på ett mer effektivt sätt att sköta dessa transporter. Från gruvan rann en spillvattenkanal ner till Sala stad och mynnade i Ekeby dammar. Under åren 1827-1835 breddades och förlängdes denna kanal och malmen kunde fraktas med hjälp av två pråmar som drogs av fyra man. Denna kanal är Pråmån.

4.1.2 Hyttområdet

I mitten av 1800-talet kom nya energikällor som gjorde kravet på energi från vattendrag mindre. 1879 beslutade man således att uppföra ett nytt hyttområde vid gruvan, på fastigheten som nu heter Silvergruvan 1:43. Då fanns endast ett fåtal byggnader på området. Två stora bokverk, där malmen krossades till mindre bitar, fanns på den plats parkesseringsverket (se förklaring nedan) finns idag. Nya hjulhuset fanns också på området, se beskrivning nedan. De

byggnader som finns kvar på området finns utmärkta på kartan i **bilaga 3**.

De byggnader som tillkom var:

Anrikningsverket ligger i västra delen av fastigheten. Här krossades malmen till mindre bitar, så kallad bokning. Efter att malmen krossats i en malmkvarn utfördes vaskning, där malmen skiljs från ofyndigt gråberg. Detta skedde genom våtanrikning. Sligen (den anrikade malmen) gick sedan till rostning för att driva ut svavel, innan den fortsatte till hyttan. Idag finns Sala Bly i byggnaden. De framställer blyrör och blytråd för olika ändamål.

Blyhyttan finns på östra delen av området. Där smältes sligen (den anrikade malmen) och silverhaltigt bly togs tillvara. Rökgaserna renades i ett rökkanalsystem. Röken kylades ner och metaller föll ut som aska, som kunde tas tillvara och återföras till processen. Det slag som uppstod i hyttan slogs sönder och lades öster om hyttbyggnaden, där det finns kvar än idag. I anslutning till blyhyttan finns ett laboratorium där analyser utfördes.

Parkesseringsverket ligger strax norr om blyhyttan. Hit kom det silverhaltiga "verkbley" som framställdes i blyhyttan. I parkesseringsprocessen skiljdes silvret från blyet vid upphettning under tillsats av zink. I denna byggnad har det också skett rostning och produktion av blyrör. En experimentverkstad har också funnits i huset. 1966 brann huset, och idag är det bara den norra halvan som finns kvar.

En **magasinsbyggnad** finns på södra delen av området. Här fanns ett antal lastfickor för slig. Under andra världskriget lagrades träkol och koks här. I nedervåningen i södra delen av byggnaden iordningsställdes på 1950-talet förvaringsrum för last- och grävmaskiner samt oljekällare.

Sjunk- och flytverket ligger i norra delen av området. Denna byggnad kallades tidigare säckhuset. Med hjälp av sjunk- och flytmetoden avskiljades ofyndigt grus genom att den krossade malmen rann ner i ett vattenbad som var uppslammat med finmalet kiseljärn. Där sjönk malmkornen till botten och gråbergskornen flöt upp. Innan sjunk- och flytprocessen flyttade in i huset användes det för försök till framställning av zinkoxid.

Mekaniska verkstaden ligger i anslutning till sjunk- och flytverket. Dess södra del används idag av Sala bly för vissa mindre

smältarbeten. Norra delen användes som smedja. I anslutning till den mekaniska verkstaden finns råmalmsfickan dit malmen kom innan den togs in i sjunk- och flytverket.

En **sågbyggnad** finns väster om sjunk- och flytverket. Här sågades virke för användning i gruvan eller i hyttområdet. Inga noteringar om impregneringsverksamhet har hittats.

Malmsilon öster om sjunk- och flytverket användes för lagring och utlastning av de biprodukter som avskiljdes vid sjunk- och flytprocessen.

I **hjulhuset** fanns ett vattenhjul som tillvaratog energi från det spillvattenflöde som rinner genom byggnaden och blir det norra tillflödet till Pråmån. Från slutet av 1800-talet fram till 1962 användes den östra delen av huset som transformatorstation.

Dessutom har följande byggnader funnits inom området, men finns inte kvar idag:

Ett **zinkverk** fanns centralt beläget på området. Det revs innan 1943. I denna anläggning försökte man framställa det vita pigmentet zinkvitt, det vill säga zinkoxid. Verksamheten lades ned eftersom produkten var av dålig kvalitet.

Sedimentationsdammar har funnits strax öster om hjulhuset. Dessa dammar har använts för att sedimentera de finaste fraktionerna från sjunk- och flytverket, det vill säga den malm som var för finkorning för att kunna separeras i detta anrikningsverk. Materialet togs tillvara och skickades för anrikning i annat anrikningsverk. Slammet hade samma sammansättning som den malm som skulle anrikas.

Anrikningsverket och sjunk- och flytverket har tidigare varit förbundna med varandra med en mellanliggande byggnad. Även denna byggnad revs innan 1943. Här skedde andra steg i anrikningsprocessen.

4.2 Möjliga föroreningar och föroreningskällor

Olika **metaller** förväntades påträffas på hyttområdet (silver, bly, zink med flera) eftersom malmen var rik på metaller. Metallföroreningar kan finnas över hela området, men mest troligt i de östra delarna av området, där en mer anrikad produkt (med högre metallinnehåll) har hanterats. Även på platser där avfall eller produkter har lagrats finns

stor risk för metallföroreningar. Några lagringsplatser utomhus inom hyttområdet är dock inte kända.

Oljekolväten kunde tänkas finnas inom området främst i närheten av magasinsbyggnaden, där en oljekällare funnits, vid transformatorerna i hjulhuset eller vid den mekaniska verkstaden där smörjoljor och annat kan ha använts.

De gamla sedimentationsdammarna vid hjulhuset är också ett område som kunde vara förorenat, då partiklar som sedimenterat där mycket väl kan ha innehållit föroreningar.

4.3 Geologi och hydrogeologi

Berggrunden i området består till största delen av granit, men kring gruvområdet och en bit väster därom, utgörs berggrunden av kalksten. Gällande jordarter finns en hel del morän kring gruvområdet men ner mot Sala dominerar lera.

Lokalt på hyttområdet finns ett fyllningslager med en mäktighet på minst 1,5 meter, i vissa fall till mer än 3 meter. Detta är underlagrat av lera. Fyllningen består av heterogen fyllning, till exempel sand, tegel, slagg.

Marken längs Pråmån har generellt ett mullager (0-0,2 meter tjockt) under vilket vanligen lera tar vid. Denna lera är i själva verket muddermassor som lagts upp på åkanterna. I provpunkterna öster om riksväg 70 (punkt 4 och 5) fanns mycket aftersand (sandig restprodukt från metallutvinningen i Sala) i marken längs ån. Provpunkterna 1-3 är tagna i en afterskans ("deponi" för aftersand) som täckts med ett cirka halvmetertjockt lager ren sand.

Sedimenten i Pråmån består i stor utsträckning av gyttja/lera, ofta med växtdelar som löv och kvistar. Längre ner i sedimenten har i flera punkter hittats sand, ofta varvig sand med omväxlande grov och fin sand i knappt centimetertjocka lager. I vissa punkter kunde små silverblänkande korn ses i sedimentet.

Grundvattnet i de undersökta områdena strömmar med största sannolikhet ut i Pråmån, dock har inga grundvattenrör etablerats som verifierat detta.

5 Resultat av mätningar och analyser

5.1 Jord

I **tabell 2** nedan sammanfattas resultaten från XRF-mätningarna. För att försöka avgöra tillförlitligheten för XRF-mätningarna har en jämförelse gjorts med ICP-analyserna. Skillnaden i procent mellan ICP-värdet och medelvärdet av de två-fyra XRF-mätningarna har tagits fram för samtliga tio prov som analyserats med ICP-teknik. I tabellen nedan anges medelvärdet för skillnaden mellan ICP- och XRF-värden för samtliga dessa prov som ett mått på tillförlitligheten. Ju mindre differens från ICP desto säkrare är XRF-mätningen. Resultat från XRF-mätningarna återfinns i **bilaga 5**.

Tabell 2. Resultat från XRF-mätningar på jordprover från hyttområdet (fastigheten Silvergruvan 1:43) och mark längs Pråmån, Sala kommun. Halter redovisas i mg/kg. Totalt gjordes 234 mätningar på 92 prover. Vid beräkning av medeldifferens för respektive metall har endast prov där samtliga XRF-mätningar gav resultat över detektionsgränsen använts. För järn och mangan finns inga ICP-resultat. För kobolt fanns inget prov där alla XRF-mätningar var över detektionsgränsen.

	Bly	Arsenik	Kvick silver	Zink	Koppar	Nickel	Kobolt	Krom
Hyttområdet								
Medel	5782	923	92	4756	1271	44573	480	1423
Max	48486	3728	98	29978	4400	584909	813	4349
Min	38	104	73	72	121	187	286	464
Antal över detektionsgräns	104	28	5	102	14	51	7	22
Mark längs Pråmån								
Medel	4371	268	77	4000	173	19392	311	1096
Max	12499	463	146	19891	242	333824	453	3109
Min	30	48	17	51	104	149	224	307
Antal över detektionsgräns	120	18	20	119	2	50	11	29
Medeldifferens från ICP (%)	51	400	72	31	18	>1000	-	>1000
Antal ICP-XRF	10	5	4	10	1	1	0	1

För bly, zink och koppar är överensstämmelsen relativt god mellan XRF och ICP, varför XRF-halterna bedöms som korrekta för dessa

metaller för de prov där inga ICP-analyser gjorts. För dessa metaller är vissa XRF-halter för låga och andra för höga. För kvicksilver är halterna genomgående 50-80 % lägre vid XRF-analys, vilket tyder på att halterna underskattas vid XRF-analys.

XRF-analyserna stämmer dåligt överens för nickel och krom. Koboltmätningarna visar också stora variationer. Detta har att göra med detektionsprincipen hos en XRF. En XRF-detektor mäter den strålning provet reflekterar vid röntgenbestrålning. För att avgöra halten i provet mäts en specifik våglängd för varje metall. Vid våglängderna för nickel, kobolt och krom finns ofta annan störande strålning från materialet i provet. Hur mycket störningar det finns beror på innehållet i provet (vatten, organiskt material m m) och i proverna från Sala verkar störningarna ha varit stora.

Uppmätta halter har jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärden för Känslig Markanvändning, KM, och Mindre Känslig Markanvändning, MKM (NV rapport 4638). Som känslig markanvändning, KM, räknas mark som kan användas för t ex bostadsändamål och parkmark. Mark som tål högre belastning av föroreningar, t ex väg-, kontors- och industrimark, räknas som Mindre Känslig Markanvändning, MKM. Markanvändningen inom de undersökta områdena bedöms generellt som mindre känslig markanvändning. Stadsparken och området vid den barnstuga som finns vid Jakob Matts kvarn (nära provpunkt S16) är dock att betrakta som känslig markanvändning.

Resultaten från XRF-mätningarna kan jämföras med samma riktvärden för de metaller där metoden bedöms ha gett ett korrekt utslag, det vill säga bly, zink och koppar. Även för kvicksilver kan halterna jämföras med riktvärden, men XRF-mätningarna underskattar troligen halterna något.

I **tabell 3** nedan presenteras resultaten från metallanalyserna som utförts med ICP-teknik. Analysprotokoll från ICP-analyserna återfinns i **bilaga 6**.

Tabell 3. Metallhalter samt fysikaliska parametrar i jordprover tagna längs Pråmån och på hyttområdet (Silvergruvan 1:43) i Sala. Halter från ICP-analys, uppmätta bakgrundshalter i ytjord (0-10 cm) i Sala (medianvärden) från Qvarfort m fl, 1992 samt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV rapport 4638). Halter redovisas i mg/kg TS. F=fyllning, sa=sand, si=silt, let=torrskorpelera, le=lera.

Punkt	Längs Pråmån				Hyttområdet				Bakgrundshalter	Riktvärden	
	PG 4	PG 6	PG 11	PG 16	BP 2	BP 4	BP 7	BP 12		KM	MKM
Djup (m)	0-0,5	0,5-0,8	0,5-0,7	0-0,5	1-1,5	0-0,75	0,2-1	1,5-2,1	0-0,1		
Jordart	Sa (grön)	Le	Si (mörk/grå)	Let	FLe	F	FSa	F			
Arsenik	66	3,8	42	100	5,6	2500	34	69		15	40
Bly	4400	40	14000	15000	82	44000	10000	19000	295	80	300
Kadmium	170	2,0	24	34	0,58	78	250	47	2	0,4	12
Kobolt	3,2	15	6,1	3,4	18	18	6,0	9,6		30	250
Koppar	37	35	31	51	32	3300	81	670		100	200
Krom (tot)	<1	46	<1	7,9	45	5,5	<1	9,6		120	250
Kvicksilver	360	0,07	12	43	0,21	110	360	34	3,85	1	7
Nickel	1,3	23	3,0	3,5	25	27	2,0	85		35	200
Silver	47	<0,5	150	150	9,1	250	110	140	40		
Vanadin	2,2	63	4,3	10	68	10	2,0	4,1		120	200
Zink	24000	710	4900	3300	270	21000	37000	7200		350	700
pH	7,9		8,2			7,6	7,3				
Organisk halt (%)	1,2		2,4			2,9	1,9				
Fet	Över KM										
Fet och kursiv	Över MKM										

Fyra jordprover analyserades med avseende på alifatiska kolväten och PAH. Resultatet av dessa analyser presenteras i **tabell 4** nedan. Fullständiga resultat återfinns i **bilaga 6**.

Tabell 4. Halter av organiska ämnen i jordprover tagna längs Pråmån och på hyttområdet (Silvergruvan 1:43) i Sala. Halter redovisas i mg/kg TS.

Punkt	Längs Pråmån		Hyttområdet		Riktvärden	
	PG 14	PG 16	BP 2	BP 12	KM	MKM
Djup (m)	0,6-1	0,5-0,55	0-0,5	1-1,5		
Jordart	Let	Si	F	F		
Alifater >C5-C16	<10	<10	<10	<10	100	500
Alifater >C16-C35	22	34	15	<10	100	1000
Canc. PAH	<0,15	<0,15	0,70	<0,15	0,3	7
Övr. PAH	<2	<2	<2	<2	20	40
Fet	Över KM					
<i>Fet och kursiv</i>	Över MKM					

5.2 Sediment

För sediment finns inga riktvärden i Sverige. I Naturvårdsverkets rapport 4918 finns jämförvärden för sjösediment i södra Sverige. De uppmätta halterna klassas efter hur mycket de avviker från detta jämförvärde. Klassningen visar bara hur förhållandena avviker från det normala och är inte effektrelaterad. Detta innebär att halter som avviker mycket inte nödvändigtvis är skadliga, och tvärtom.

I **tabell 5** nedan presenteras resultaten från metallanalyserna för sediment.

Tabell 5. Metallhalter samt fysikaliska parametrar i sedimentprover tagna i Pråmån i Sala. Provet Kvarndammen taget av Sala kommun 2002-04-15, ungefär vid punkt S16. Halterna har indelats efter avvikelser från jämförvärde enligt Naturvårdsverkets rapport 4918, sjösediment i södra Sverige. Halter redovisas i mg/kg TS. Si=silt, Le=lera, org=organiskt material, Sa=sand, Gy=gyttja, T=torv. Dessa är fältbedömda jordarter. Skillnaden mellan det som bedömts som lera och gyttja var ofta liten.

Punkt	S1	S2	S5	S5	S5	S6	S7	S11	S11
Djup (cm)	10-20	10-20	0-3	3-10	10-20	0-2	0-3	3-10	20-30
Jordart	siLe	leSi	org	org m Sa	Sa m org	Le	Gy	Gy	Sa
Arsenik	57	42	38	31	28	14	28	31	25
Bly	14000	9800	7000	5700	5900	520	3400	4500	4700
Kadmium	84	58	110	150	100	12	110	130	180
Kobolt*	4,0	5,4	7,6	6,7	5,8	19	14	9,4	4,5
Koppar	90	110	68	49	54	37	67	58	48
Krom (tot)	13	12	7,8	9,1	7,6	37	25	12	3,0
Kvicksilver			130	240			38		270
Nickel	7,5	8,9	6,2	6,3	5,1	24	16	7,7	2,4
Silver*			68	67			36		59
Vanadin*	4,7	7,9	12	12	9,8	55	40	19	5,2
Zink	12000	8900	14000	22000	15000	1500	8800	16000	25000
pH			9,6						
Organisk halt (%)	2,1	4,7	14,0	4,1	3,0	6,9	31,0	13,0	3,2
Punkt	S15	S15	Kvarndammen	S18	S20	S20	S20	S22	
Djup (cm)	10-18	40-61		3-10	0-3	3-10	10-15	0-3	
Jordart	T	leSi		org	org	org	org	Gy/Le	
Arsenik	37	32	25	16	8,8	11	11	9,8	
Bly	6900	10000	5100	1900	1300	1700	1600	1000	
Kadmium	190	160	67	42	20	26	24	20	
Kobolt*	8,3	6,6	6,8	14	9,6	9,0	11	15	
Koppar	78	62	82	54	38	32	30	55	
Krom (tot)	8,5	5,1	13	27	18	16	15	35	
Kvicksilver		220	71	33				14	
Nickel	5,7	3,9	10	18	12	11	12	20	
Silver*		120		26				22	
Vanadin*	14	8,6	21	42	32	26	31	45	
Zink	27000	24000	11200	4700	2400	2900	3200	2500	
pH		9,4							
Organisk halt (%)	14,2	2,7		11,8	13,5	12,4	12,4	9,8	
Understruken	Trolig påverkan av punktkälla								
Fet	Stor påverkan av punktkälla								
Fet och kursiv	Mycket stor påverkan av punktkälla								

*Bedömningsgrunder saknas för kobolt, silver och vanadin.

Två sedimentprover analyserades med avseende på alifatiska kolväten och PAH. Resultatet av dessa analyser presenteras i **tabell 5** nedan. Fullständiga resultat återfinns i **bilaga 6**.

Tabell 5. Halter av organiska ämnen i sedimentprover tagna i Pråmån i Sala. Halter redovisas i mg/kg TS. Bedömningsgrunder/jämförvärden saknas.

Punkt	S5	S15
Djup (cm)	0-3	40-61
Jordart		
Alifater >C5-C16	<10	<10
Alifater >C16-C35	100	320
Canc. PAH	0,41	0,80
Övr. PAH	<2	<2

5.3 Vatten

Resultat från mätningar av pH, konduktivitet och flöde i Pråmån redovisas i **tabell 6** nedan. Fältanteckningar från Ecoscope-provtagningen finns i **bilaga 4**.

Tabell 6. Resultat från mätningar av flöde och fysikaliska parametrar i Pråmån i Sala. Normalvärden är hämtade från NV rapport 4918. Flöde kunde endast mätas i tre av punkterna vid det andra tillfället på grund av istäcke.

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	Normalvärden
		Ovanför gruvan	S kulvert-mynningen	N kulvert-mynningen	Nedanför afterskansen	Jakobsbergsgården	Stadsparken	
pH	02-10-08	6,8	7,2	7,7	7,3	7,1	7,1	6,5-7,5
	02-11-14	7,8	7,7	8,1	7,8	7,5	7,6	6,5-7,5
Konduktivitet (mS/m)	02-10-08	8,3	9,2	25	11,5	12,6	13,7	<10
	02-11-14	9,4	7	35	14	16	22	<10
Flöde (l/s)	02-10-08	156	48	8	58	30	55	
	02-11-14	22	51		33			

Resultat från analys av Ecoscope-provtagare presenteras i **tabell 7** nedan. En utvärdering av Ecoscope-provtagningen med fullständiga resultat gjord av analyslaboratoriet, ALcontrol, redovisas i **bilaga 7**.

Tabell 7. Resultat av Ecoscope-analyser. Här anges även flödeskorrigerade halter, det vill säga halten dividerat med medelvärdet av de uppmätta flödeshastigheterna. Kvicksilver, krom och silver visade halter under detektionsgränsen.

Punkt	Läge	Kadmium	Bly	Zink	Nickel	Koppar
Uppmätta halter						
	Nolla – blankprov	<1,3	24	77	540	71
V1	Ovanför gruvan	3,7	300	1200	570	420
V2	S kulvertmyningen	150	2900	30000	610	200
V3	N kulvertmyningen	99	1200	23000	590	150
V4	Nedanför afterskansen	260	6900	46000	600	190
V5	Jakobsbergsgården	100	4000	49000	660	230
V6	Stadsparken	54	4900	28000	660	190
Flödeskorrigerade halter						
V1	Ovanför gruvan	0,042	3,4	13	6,4	4,7
V2	S kulvertmyningen	3,0	59	606	12	4,0
V3	N kulvertmyningen	12	150	2875	74	19
V4	Nedanför afterskansen	5,7	152	1011	13	4,2
V5	Jakobsbergsgården	3,3	133	1633	22	7,7
V6	Stadsparken	0,97	88	505	12	3,4

Vid inhämtningstillfället låg is på Pråmån på platserna V1, V3, V5 och V6. Ecoscope-provtagarna vid V1 och V6 var då helt infrusna i isen, och bedöms ha varit så den sista veckan av de fem veckorna. Detta innebär att halterna kan vara något underskattade i och med att exponeringstiden har varit kortare för dessa provtagare. Vid V3 och V5 låg jonbyttardelen av provtagaren fortfarande i vattnet, under isen. Isen bedöms därför inte ha påverkat dessa provtagare.

Analyserna med avseende på kvicksilver, krom, nickel och silver visade inte i någon av provpunkterna kvantifierbart högre halter än nollan som förvarats i avjonat vatten i kylskåp under exponeringstiden.

Kadmiumhalterna i V2-V5 visar en kraftig påverkan, medan halten i V1 kan betecknas som en normal bakgrundshalt. Påverkan av bly kan ses i alla provpunkterna, men endast måttligt i V1. Blyhalten i V4 indikerar mycket kraftigt påverkan. Vattnet är tydligt zinkpåverkat i V2-V6 och en viss påverkan av koppar kan ses i samtliga provpunkter.

6 Bedömning av föroreningsituation

6.1 I Pråmån

De metallhalter som påträffats i sedimenten i Pråmån måste generellt betraktas som anmärkningsvärt höga. Kvicksilver, kadmium, zink och bly förekommer i mycket höga halter i förhållande till normala halter i sjösediment. Halterna är höga både i djupt och ytligt sediment. Detta tyder på att spridningen har pågått under mycket lång tid och pågår än idag. Halterna verkar vara lägre nedanför Kvarndammen (vid punkt S16). Detta tyder på att en fastläggning av material sker i Kvarndammen. I övrigt är det svårt att se några tydliga halttrender längs Pråmåns sträckning eller i djupled.

I och med att tungmetallhalterna är höga i ytligt sediment finns det risk för spridning av föroreningar nedåt i vattensystemet. Denna kan ske genom att partiklar från sedimentet suspenderas och förs med vattnet, eller möjligen genom att metalljoner eller -komplex i sedimentet löser sig i vattnet.

Punkt S6 ligger i en del av Pråmån som fick en ny dragning i samband med ny sträckning av riksväg 70 på 80-talet. Halterna i denna punkt är betydligt lägre än i många andra punkter. Detta skulle kunna tyda på att spridningen av metaller minskat under senare år. Sedimentprovet som togs i S6 består uteslutande av lera, med inblandning av växtdelar i ytlagret. Leran bedöms inte vara sedimenterad, utan är troligen den lera som funnits på platsen innan Pråmåns sträckning lades om. Därmed bör inte botten vara en sedimentationsbotten. Detta innebär att de lägre halterna i S6 sannolikt beror på att ingen avsättning av material har skett på platsen, och inte på en markant minskad metallbelastning under senare år.

Resultatet från Ecoscope-provtagningen visar också den att spridning av metaller pågår. Detta gäller framförallt bly, kadmium och zink. Kvicksilverhalterna var låga i Ecoscope-provtagaren trots att det finns höga halter i sedimenten. Kvicksilveranalyserna på ytligt sediment visar generellt lägre halter än analyserna på djupare sediment. Detta kan tyda på att spridningen av kvicksilver har minskat på senare tid.

De låga Ecoscope-halterna i provpunkt 1, uppströms gruvområdet, tyder på att vattnet är relativt opåverkat där. Det är inte helt klarlagt hur vattnet sedan strömmar, men sannolikt kommer detta vatten ut i

någon av kulvertmynningarna. Det innebär därmed att ett stort tillskott av metaller till vattnet erhålls under dess strömning under jord vid gruvområdet. Vatten pumpas upp ur gruvan för att kunna hålla den öppen. Enligt uppgift (Abrahamsson, muntl) rinner detta vatten ut strax nedströms punkten V1. Detta vatten kan vara en bidragande orsak till det stora påslag av metaller som fås till vattnet mellan V1 och V2/V3. Analys av vatten från detta område gjordes under undersökningen 1992 och visar på relativt låga halter (Qvarfort m fl, 1992). Det är dock inte helt klart exakt var dessa prov togs.

Ecoscope-analyserna och konduktivitetmätningarna tyder på att vattnet i den norra kulvertmynningen är mer påverkat än det i den södra kulvertmynningen. Flödet är dock betydligt större i den södra, varför denna sannolikt bidrar med mer metaller till Pråmån. De höga Ecoscope-halter som uppmätts i V4, nedanför afterskansan, beror sannolikt på ett högre flöde än i V2 och V3.

Ecoscope-halterna avtar generellt något längre ner i Pråmån. Detta kan bero på fastläggning av metaller i sedimenten. En bidragande orsak är troligen också utspädning av vattnet med renare vatten som strömmar ut i Pråmån, bland annat från dagvattenledningar, under dess lopp genom Sala. Nederbörden under perioden var 36 mm (Abrahamsson, muntl) vilket bedöms som relativt mycket för den aktuella perioden (5 veckor i oktober-november).

pH-värdena i vattnet och sedimentet är relativt höga. Detta har sannolikt att göra med den kalkrika berggrund som finns vid, och väster om, gruvområdet. Den organiska halten i sedimentet varierar ganska mycket, till stor del beroende på djup i sedimentet. Det ytliga sedimentet har generellt större organiskt innehåll.

Halterna av tyngre alifatiska kolväten och cancerogena PAH bedöms som något förhöjda. Dessa ämnen är dock av underordnad betydelse vid bedömning av föroreningsituationen.

Människor kommer sällan i kontakt med det förorenade sedimentet. Det finns en barnstuga intill Kvarndammen (vid punkt S16). Om barnen där leker vid eller i dammen kan de exponeras för förorenat sediment. Sammantaget bedöms dock riskerna för människor med de förorenade sedimenten som relativt begränsade.

Riskerna med de höga metallhalterna i sedimenten ligger främst i påverkan av miljön. Ekosystemen i Pråmån är troligen påverkade av

föroreningarna. Sannolikt gäller det även i Lillån och Sagån längre ner i vattensystemet.

Banverket tog under 2002 tre sedimentprover i Lillån i samband med ombyggnad av en bro. Resultaten visar halter av bly (620-930 mg/kg TS), zink (880-1300 mg/kg TS) och kadmium (4,8-8,4). Inga analyser gjorde på kvicksilver. Halterna av bly och zink är lite lägre än i nedre delen av Pråmån, vilket kan tyda på att metallbelastningen är mindre i Lillån än i nedre delen av Pråmån.

Om en muddring av sedimenten genomförs kommer ekosystemen till stora delar att slås ut. Återkolonisation av bottnarna och vattnet brukar dock ske relativt snabbt. De organismer som koloniserar kommer då att ha en bättre miljö att leva i än de har nu.

Hälsorisker med föroreningar i vattnet i Pråmån finns om vattnet används för bevattning av grönsaksland eller liknande. Sådan bevattning bör undvikas, då den till för tungmetaller både direkt till de odlade grönsakerna, men också innebär ett tillskott av tungmetaller till jorden. Enligt Sala kommun sker ingen bevattning av odlingar med vatten från Pråmån (Sala kommun, 2002).

En **sammanfattning** av föroreningssituationen i Pråmån:

- Sedimenten innehåller mycket höga halter av bly, kadmium och kvicksilver
- Spridning av metaller i vattnet har pågått länge och pågår än idag
- Ekosystemen i Pråmån är sannolikt påverkade av föroreningar
- Spridning av metaller vidare ner i vattensystemet bedöms ske från sedimenten
- Riskerna för människor är relativt små

6.2 Längs Pråmån

De höga metallhalter som uppmätts i marken intill Pråmån tyder på att det skett muddringar av Pråmån och att muddermassorna lagts upp vid sidan av ån. Genomgående visar XRF-mätningarna höga halter av bly och zink. I vissa provpunkter detekteras även höga halter av kvicksilver. Mätresultaten indikerar också att det förekommer förhöjda arsenikhalter i några prover. ICP-analyserna visar på samma sätt höga halter av bly, zink, kvicksilver och arsenik.

Även kadmium, som ej kan detekteras med XRF, förekommer i höga halter.

Halterna är i många fall mycket höga. Medelhalten bly från XRF-mätningarna är på drygt 4 000 mg/kg, vilket ska jämföras med ett riktvärde på 80 mg/kg TS för känslig markanvändning och 300 mg/kg TS för mindre känslig markanvändning.

Marken är tillgänglig för människor längs hela Pråmån lopp. Cykel- och gångbanor går längs Pråmån under huvuddelen av dess lopp. En barnstuga finns vid Kvarndammen. Bostäder ligger i flera fall nära ån. Dessutom rinner Pråmån genom Stadsparken, där det bl a finns en lekpark nära Pråmån, innan den mynnar i Ekebydamn. Visserligen är inga prover tagna i Stadsparken, men det är rimligt att anta att det finns förhöjda halter även där.

Miljön och ekosystemen i marken längs Pråmån påverkas med största sannolikhet av de höga metallhalterna längs ån. Spridning av metaller till Pråmån sker troligen från de förorenade massorna.

De uppmätta halterna av alifatiska kolväten och PAH är låga och bedöms inte utgöra något problem. pH-värde och organisk halt bedöms vara normala.

En **sammanfattning** av föroreningssituationen längs Pråmån:

- Muddermassor från Pråmån har sannolikt lagts upp längs ån
- Dessa massor innehåller mycket höga halter av bly, kadmium och kvicksilver
- Haltskillnaderna i djupled är små, det vill säga även ytlig jord har höga halter
- Riskerna för att människor exponeras är relativt stor
- Spridning av metaller till Pråmån bedöms ske
- Ekosystemen i marken är sannolikt påverkade av föroreningarna

6.3 Hyttområdet

Liksom i marken längs Pråmån finns höga halter av arsenik, bly, kadmium, kvicksilver och zink. Även koppar förekommer i höga halter i vissa prov. Föroreningarna förekommer huvudsakligen i fyllningsmaterialet. Den underliggande leran verkar vara ren.

Halterna är i många fall mycket höga, generellt något högre än längs Pråmån. Medelhalten bly från XRF-mätningarna är nästan 6 000 mg/kg.

Troligen vistas endast vuxna människor regelbundet på hyttområdet. Det finns inte så mycket bostäder i närheten. Markanvändningen är därför att betrakta som mindre känslig. Detta gör att exponeringsriskerna för människor är mindre än längs Pråmån. Dock finns risk för inträngning av kvicksilverångor i byggnader där människor arbetar.

I fyllningsmaterialet är eventuella ekosystem troligen mycket störda. Risken för spridning av föroreningar bedöms vara stor, vilket också antyds av resultaten från Ecoscope-provtagningen som antyder ett stort påslag av metaller till vattnet vid gruvområdet.

De uppmätta halterna av alifatiska kolväten och PAH är relativt låga och bedöms inte utgöra något problem. pH-värde och organisk halt bedöms vara normala.

En **sammanfattning** av föroreningssituationen på hyttområdet:

- Fyllningsmassor med en mäktighet av minst 1,5 meter innehåller mycket höga halter bly, kadmium, koppar och kvicksilver
- Haltskillnaderna i djupled är små, det vill säga även ytlig jord har höga halter
- Riskerna för att människor exponeras är mindre än längs Pråmån, men de förorenade massorna utgör ändå en risk
- Spridning av föroreningar till Pråmån bedöms ske

6.4 Sammantagen platsspecifik bedömning

Metallhalterna som påträffats i jord, sediment och i viss mån i vatten är mycket höga. Framförallt gäller det bly, zink, kadmium och kvicksilver, men i vissa prov även koppar och arsenik.

Arsenik, bly, kadmium och kvicksilver är mycket giftiga ämnen för människor. I de halter de förekommer i och längs Pråmån och vid hyttområdet så bedöms dessa utgöra en risk för människors hälsa. För zink och koppar är det huvudsakligen miljöeffekterna som är problemet.

Vid framtagandet av Naturvårdsverkets generella riktvärden (NV rapport 4639) har sju olika exponeringsvägar för risker för människors

hälsa. I **tabell 8** nedan redovisas dessa exponeringsvägar. De exponeringsvägar som är förknippade med störst risk för de hälsofarliga metaller som hittats i Sala är markerade.

Tabell 8. Exponeringsvägar med avseende på hälsorisker vid framtagande av de generella riktvärdena (NV rapport 4638, 4639). De exponeringsvägar som är begränsande för de metaller som hittats vid Pråmån i Sala har markerats.

	Bly	Kadmium	Kvicksilver	Arsenik
Intag av jord	X			X
Hudkontakt				
Inandning av damm				
Inandning av ångor			X	
Intag av grundvatten	X	X		X
Intag av grönsaker	X	X	X	X
Intag av fisk				

En bedömning av exponeringsförhållandena för relevanta exponeringsvägar i området i Sala:

- **Direktintag av jord** är en risk främst för små barn och därmed framförallt längs Pråmån, där barn vistas
- **Inandning av ångor** har liten betydelse utomhus, varför denna exponeringsväg bedöms kunna utgöra ett problem endast på hyttområdet
- **Intag av dricksvatten.** Såvitt känt finns inga brunnar för dricksvatten i närheten av ån, varför denna exponeringsväg sannolikt har mindre betydelse
- **Grönsaksodling** förekommer inte i de undersökta områdena. Avgränsning av det förorenade området längs ån får avgöra om det finns risk för att grönsaker odlas i förorenad jord på de intilliggande tomterna

Fler människor riskerar att komma i kontakt med förorenade massor längs Pråmån än på hyttområdet. Framförallt vistas barn vid barnstugan, i Stadsparken, vid de bostadsområden och på cykel- och gångvägar som finns längs Pråmån i mycket större utsträckning än uppe på hyttområdet.

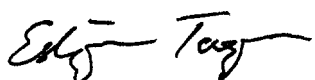
De som arbetar på hyttområdet vistas där dagligen. Huvuddelen av tiden är de dock inomhus, och riskerna är då huvudsakligen inandning av kvicksilver från eventuellt förorenad mark under byggnaderna.

Spridning av metaller pågår fortfarande, sannolikt från både hyttområdet, afterskansen, sedimenten och marken längs Pråmån. Även andra källor kan finnas vid gruvområdet. Till exempel pumpas vatten ur gruvan och det finns ett flertal slagg- och/eller varphögar som kan bidra till metallläckaget. Denna spridning av metaller hamnar, via grundvatten och ytvatten i Pråmån, slutligen i Pråmåns sediment och längre ner i vattensystemet. Därmed är det mycket troligt att ekosystemen i Pråmån och nedströms denna, redan idag är negativt påverkade. Vidare sker en fortsatt belastning i och med den pågående spridningen av metaller.

7 Åtgärdsbehov

Åtgärder bedöms vara nödvändiga för att minska riskerna för människors hälsa och för miljön. Förslag till åtgärder presenteras i en separat åtgärdsutredning (SWECO VIAK, 2003).

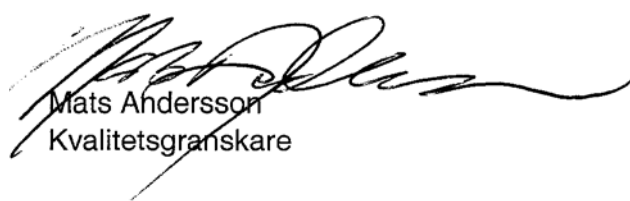
SWECO VIAK AB
Region Stockholm Miljö



Esbjörn Tagesson
Uppdragsledare



Per Claesson
Handläggare



Mats Andersson
Kvalitetsgranskare

8 Referenser

Abrahamsson, Ann-Charlotte, Samhällsbyggnadskontoret, Sala kommun, muntligen

A:son Sege, Carl (1930-talet): Bidrag till kännedomen om Sala Silververks Vattenkraftanläggningar

Meurman, Richard (1991): Sala bly, hyttområdet – rapport som underlag för eventuell byggnadsminnesförklaring

Naturvårdsverket (1996): Generella riktvärden för förorenad mark, rapport 4638

Naturvårdsverket (1996): Development of generic guideline values, rapport 4639

Naturvårdsverket (1998): Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer, rapport 4889

Naturvårdsverket (1999): Metodik för inventering av förorenade områden – bedömningsgrunder för miljö kvalitet, rapport 4918

Påhlsson, Inger (1998-04-28): Studies of lake sediments from the Sala and Zinkgruvan mining districts in central Sweden, licentiatavhandling Kvartärgeologiska institutionen Uppsala universitet

Qvarfort, U., Delblanc F., Jansson S. (1992): Tungmetaller i Sala - slutrapport

Sala kommun (2002-06-10): Pråmån – Beskrivning och problemformulering (bilaga 2 till förfrågningsunderlag för detta uppdrag)

SGU (1998): Analys av sediment från Pråmån, Sala – förslag till arbetsgång vid muddring

SWECO VIAK (2003): Pråmån, Sala – Förslag till åtgärder för tungmetallförorenade områden i och runt Pråmån, Sala