Skellefteå kommun

Avslutningsrapport för efterbehandlingsprojektet Kolkajen/Sävenäs Järnbruk

Datum: 2023-12-27

Reviderad 2024-04-16

Christer Svensson

Sammanfattning
Vid Kolkajen har verksamhet bedrivits från början av 1900-talet fram till 1960-talet i form av lagring av sten- och träkol men även tillverkning av träkol fram till 1940-talet. På Järnbruket rostades malm och tackjärn tillverkades. Verksamheten bedrevs mellan åren 1858-1878.

Hela efterbehandlingsområdet är ca 4,5 ha stort. Det är strandnära och har bildats i och med landhöjningen. Området består till stor del av fyllnadsmassor och däribland järnsand som förekommer mest frekvent i nordöstra delen och under förrådstältet (område benämnt JBSOB). Kolkajen var ursprungligen en ö, skild från fastlandet och är konstruerad av trä. Området mellan kajen och fastlandet och ovanpå kajens trädäck har fyllts ut under olika tidsepoker med minerogena fyllnadsmassor men även kol, bark och ask/slaggrester från Järnbrukstiden. Områdets dimensionerande förorening var arsenik, As.

Under efterbehandlingen har ca 30 000 ton massor efterbehandlats och en ny spont-kaj byggts i den västra delen av Kolkajen som nyttjas Ursvikens varv. Massorna inne-höll ca 15 000 kg As och mängden As på området har nästan reducerats med 85 %.

Det övergripande åtgärdsmålen som uppnåtts för området innebär att det kan besö-kas och användas av alla regelbundet utan risk för negativa hälsoeffekter. Området är inte sanerat för att användas för bostadsändamål eller odling. Inget grundvattenuttag får göras på området. Läckaget av föroreningar efter sanering är låga och ger inget oacceptabelt bidrag som belastar havet.

Efterbehandlingen har kostat ca 41,5 Mkr

Innehåll

1 Administrativa uppgifter 6

2 Bakgrund och historik 6
2.1 Markanvändning 7
2.2 Genomförda utredningar och sammanfattning av slutlig riskbedömning 8

3 Föreningssituationen och risker före sanering 9
3.1 Problembeskrivning 9
3.2 Spridning, exponering och skyddsobjekt 10
3.3 Sammanfattning av riskbedömningen 12

4 Åtgärdsmål, åtgärdskrav och val av åtgärd 14
4.1 Övergripande åtgärdsmål 14
4.2 Val av åtgärd 15
4.3 Mätbara åtgärdsmål 16
4.4 Åtgärdskrav 20

5 Organisation och planering av saneringen 21
5.1 Upphandlingar 22
5.1.1 Miljökrav vid upphandling av entreprenör 22
5.2 Projektering av förorenad jord 23
5.2.1 Indelning i egenskapsområden 23
5.2.2 Provtagning och kartering 23

6 Tillsyn, anmälningar och tillstånd 28
6.1 Tillståndsprocess 28
6.2 Tillsyn 29

7 Genomförande av projektet 30
7.1 Klassificeringens resultat och underlag för schaktplan 31
7.2 Saneringens förberedelse 32
7.3 Genomförande av saneringsschakt 33
7.3.1 Omplacering av massor 34
7.4 Genomförande kolkajens förstärkning 34
7.5 Återfyllning 35
7.6 Hantering av utsorterad betong 36
7.7 Hantering av riven asfalt 36
7.8 Hantering av utsorterat stenmaterial 36
7.9 Hantering av utsorterat metallskrot 37
7.10 Hantering av utsorterat trämaterial 37
7.11 Sammanställning av mängder som hanterats under saneringen 37

7.12 Avvikelser 38

8 Säkerhet och arbetsmiljö 39

9 Föroreningssituationen efter genomfört projekt 40
9.1 Kvarvarande restriktioner och försiktighetsåtgärder 42
9.2 Järnsand 42

10 Miljökontroll före under och efter saneringen 44
10.1 Miljökontroll grundvatten 44
10.2 Miljökontroll av Skellefteälvens vatten 45
10.3 Övrig miljökontroll 48

11 Kommunikation och informationsinsatser 49

12 Ekonomi 49

13 Utvärdering av erfarenheter 51

14 Referenser 52

Bilaga 1 Schaktplan

Bilaga 2 Miljökontrollprogram

Bilaga 3 Nyckeltal ekonomi och miljö

Bilaga 4 Rutnät med etikett

Bilaga 5 Beslut M 865-19 Umeå tingsrätt

Bilaga 6 Föroreningssituation efter sanering

1 Administrativa uppgifter

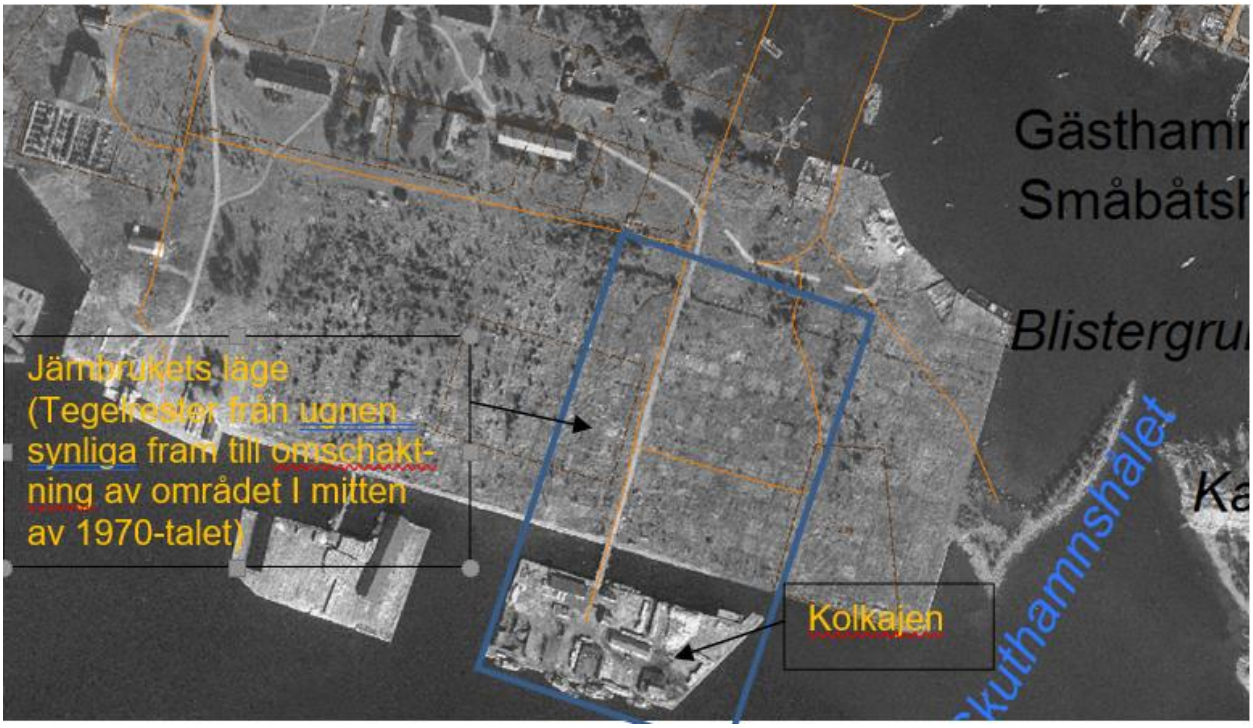
Huvudman:	Skellefteå kommun, 931 85 Skellefteå
Kontaktperson:	Christer Svensson, projektledare, Samhällsbyggnad
	Tel: 070-58 38 137
	Mail: christer.svensson@skelleftea.se
Fastighetsbeteckning:	Skelleftehamn 2:7
Kontaktperson vid	
länsstyrelsen:	Johanna Hedlund
	Tel: 010-225 44 05
	Mail: johanna.k.hedlund@lansstyrelsen.se
Tillsynsmyndighet	
miljö:	Bygg- och miljönämnden, Skellefteå kommun

Redovisningen utgår från utgåva 16 av naturvårdsverkets kvalitetsmanual, avhjälpande av föroreningsskada.

2 Bakgrund och historik

Vid Järnbruket, figur 2.1, smältes malm till tackjärn. Malmen togs från Hälsingland och Roslagen och transporterades med fartyg till området. Verksamheten bedrevs mellan åren 1858–1878. Generella processer som ingick i järnbruk var att malmen rostades i sk rostgropar/rostugn och därefter sönderdelades. Den rostade malmen smältes därefter med kol i masugn och tappades upp i formar för att bilda tackjärn. Vid rostning avlägsnas främst svavel men även oorganiska ämnen med egenskaper som gör att de kan avgå med rökgasen vid höga temperaturer under förbränning t.ex. arsenik (Kalmar läns museum 2009). Restprodukten slaggvarp kan ha gulaktigt färg som kan vara arsenikförorenade (Kalmar läns museum 2009). Gulaktig jord har också varit signifikant för de högsta halterna av arsenikförorening på området. Beroende av hur rosten framdrivits kan slaggens färg och sammansättning variera. Restprodukt i form av glasaktig slagg förekommer också men kan betecknas som relativt inert.

Verksamhet på kolkajen, figur 2.1, har bedrivits från början av 1900-talet fram till 1960-talet i form av lagring av sten- och träkol men även tillverkning av träkol fram till sent 1940-talet. När kolkajen byggdes har fyllnad i form av rester från bl a järnframställningen använts.



Figur 2.1. *Flygbild från 1946 som visar Sävenäsområdet som Järnbruksområdet och Kolkajen är en del av. Området som efterbehandlats är översiktligt markerat med blå rektangel. Kolkajen har 1946 enbart förbindelse via bro. Efter att järnbruket lades ner i slutet 1800-talet har landområdet använts som brädgård för en såg som lades ner i mitten av 1930-talet. Impregnering eller doppning har inte förekommit i den verksamheten.*

Några entydiga uppgifter om avfallshanteringen finns inte men material som saknat värde förefaller inte transporterats från platsen utan använts som exempelvis utfyllnad eller lagts på hög. Rester från verksamheterna hittas på olika platser i jordprofilerna.

2.1 Markanvändning

Området är huvudsakligen planerat som industrimark. Översiktsplan anger att området kan komma att användas för rekreation. I planen står ”För stränderna kring Kurjoviken och Sävenäs bör ett samlat grepp tas för utveckling mot ett unikt utflykts- och turistmål”. Utveckling till bostadsmark är inte aktuell.

Kolkajens västra del används av Ursvikens Varv som kajplats i deras verksamhet. Området i övrigt används som strövområde av närboende för exempelvis rastning av hundar.

2.2 Genomförda utredningar och sammanfattning av slutlig riskbedömning

Skellefteå kommun 2011. Fördjupade och översiktliga markundersökningar inom Sävenäsområdet. 2011-04-05 Skellefteå kommun. Kommunledningskontoret. Planeringsavdelningen (Skellefteå kommun 2011).

Skellefteå kommun 2012. Huvudstudie Kolkajen. 2012-12-19. Tekniska kontoret. Gatu- och parkavdelningen (Skellefteå kommun 2012).

Skellefteå kommun 2013. Fördjupade markundersökningar på Järnbruksområdet, Skelleftehamn, Skellefteå kommun, Tekniska kontoret. Gatu- och parkavdelningen. 2013-01-03 (Skellefteå kommun 2013).

WSP 2014. Skelleftehamn 2:7. Kolkajs- och Järnbruksområdet. Problembeskrivning och konceptuell modell. PM. 2014-06-24 (WSP 2014a).

WSP 2014, uppdragsnummer 10199458. Skelleftehamn 2:7. Kolkajen och Järnbruksområdet Huvudstudie. 2014-12-04 WSP 2014b).

2.2.1 Sammanfattning av slutlig riskbedömning

Området är huvudsakligen planerat som industrimark. Översiktsplan anger att området kan komma att användas för rekreation. Användande av restmaterial från järnbruket samt sannolikt även nedfall från järnbrukets ugnar har medfört förorening i både ytlig och djup jord.

Riskbedömningen visar ett behov av riskreduktion för att:

• Säkerställa acceptabla hälsorisker med avseende på arsenik på lång sikt i ytlig jord.

• Minska risk för akuta hälsorisker för barn från ytlig jord samt även akuta risker för vuxna från djup jord.

• Minska risken för erosion av högförorenade massor inom Kolkajens östra del.

Genom reduktion av hälsorisker nås en sekundär effekt genom att:

• Belastningen av främst arsenik till Sörfjärden kan minska som en effekt av reduktion av hälsorisker. Miljöriskbedömningen drar slutsats att beräknad belastning inte utgör ett oacceptabelt bidrag till belastning av Sörfjärden. Men genom reduktion av hälsorisk nås en positiv sekundär effekt på ytvattenkvalitet.

• Föreslagen reduktion av hälsorisker innebär en förbättring av förutsättningar för markekossystemet.
För att reducera hälsoriskerna bör exponeringen av människor minskas, vilket kan uppnås genom att förhindra kontakten med jord eller genom att minska halterna i jord. För spridning till ytvatten kan en riskreduktion uppnås genom att minska spridningen från området eller genom att minska halterna i området. Observationer av strandlinjens förändring över tid tyder på att spridning som sker genom erosion av strandkanten kan vara betydande.

3 Föreningssituationen och risker före sanering

3.1 Problembeskrivning

Två huvudsakliga föroreningskällor identifierades:

1. Restprodukter från järnbruket som använts som fyllnadsmaterial. Inom både Järnbruksområdet samt Kolkajen har gulaktiga fyllnadsmassor påträffats med höga arsenikhalter. Detta material är bedömt som en restprodukt från rostning av malm. Arsenikhalten varierar från 410 - 6 700 mg/kg TS, dock är resultaten inte entydiga, ett flertal av punkterna med notering om gul/gulbruna skikt har uppmätta halter om ca 80 - 100 mg/kg TS. I samtliga provpunkter där arsenik uppmätts i halt över 1 000 mg/kg TS beskrivs materialet som vitgul till gulbrun som närmast kan beskrivas som siltig finsand, ibland med notering om svavellukt. Skillnader i arsenikhalt kan bero av olika framgångsrik rostning. Där restprodukter använts som fyllnadsmaterial, t.ex. i vägen som går ner till Kolkajen går förorening djupare under markytan.

2. Diffus förorening från järnbrukstiden. Generellt inom båda områdena är halterna i nivå med bakgrund eller något högre jämfört med bakgrundshalt. Källa till denna måttliga förhöjning är sannolikt dels atmosfärisk deposition från Rönnskärsverken men troligtvis även diffus spridning/atmosfärisk deposition som skedde i samband under järnbruksperioden. Detta har främst inneburit en förorening av ytlig jord (0 - 0,5 m u my).

Inom hela området har massor flyttats runt och Kolkajen är delvis utfylld med massor med ursprung i Järnbruksverksamheten. Massförflyttningarna har bidragit till en spridning av förorening. De ämnen som visat störst avvikelse från bakgrundsvärden är arsenik,

zink och koppar. I mindre utsträckning även bly. I det stora flertalet analyser finns en samvarians mellan ämnena. Dock finns prover som främst visar betydande arsenikhalter.

Det har skett en begränsad spridning av metaller från förorenade fyllnadsmassor ner i naturlig jord. Fyllnadsmassor med höga metallhalter kan överlagra jord med halter som motsvarar bakgrundshalt.
Utöver dessa två källor har även restprodukten järnsand använts som fyllnadsmaterial i nordöstra delen av Järnbruksområdet. Järnsand har höga totalhalter av zink och koppar, men även arsenik. Denna användning har i stort skett i enlighet med producentens rekommendationer dock finns materialet ställvis i nivå med grundvattenytan. Inga risker som påverkar åtgärdsmålen bedöms föreligga från järnsanden.

Inom kolkajsområdet samt östra delarna av Järnbruksområdet finns även slagg, vilken är glasaktig och med blåaktig färg. Analyser har visat att materialet är inert men kan innehålla tungmetaller som bly, kvicksilver, krom, kadmium och zink bundet som oxider. Detta material påverkar inte heller områdets åtgärdsmål då lakningen är försumbar och den låga tillgängligheten inte ökar exponeringen av metaller för växter, djur eller människor.

Föroreningar i sediment närmast Kolkajen som behöver åtgärdas för att klara släntens stabilitet efter åtgärd har också utretts. Sedimentens föroreningssammansättning återspeglar de förhållanden som råder på östra delen av Kolkajen men var även förorenade av TBT och PCB.

3.2 Spridning, exponering och skyddsobjekt

Spridnings- och transportvägar
I jord 0-0,5 m under markytan påträffades halter av arsenik upp mot 1500 mg/kg TS och för nivån 1-2 m upp till 6 700 mg/kg TS. Inga föroreningar har hittats under nivån 2 m. Föroreningen kunde transporteras med infiltrerande markvatten till djupare liggande jordlager samt till grundvatten.

Vid ytan fanns en oacceptabel risk för spridning av föroreningar via damning, ytavrinning och vinderosion. Grundvatten finns från ca 1 m under markytan på Kolkajen och i övriga delar på 1,5 – 3 m. Förorening fanns därmed både i omättad och i mättad zon. Grundvattenförorening är konstaterad med betydande variation i uppmätta halter. Via grundvattnet kunde förorening nå Sörfjärden.

Strandkanten längs Kolkajen var delvis kraftigt eroderad. Vattnets erosionskapacitet i det området är betydande till följd av havsnivåförändringar, våg-/isrörelser samt i viss mån Skellefteälvens mynning. Den pågående erosionen av strandkant och gav betydande spridning av förorenade massor i strandkanten.

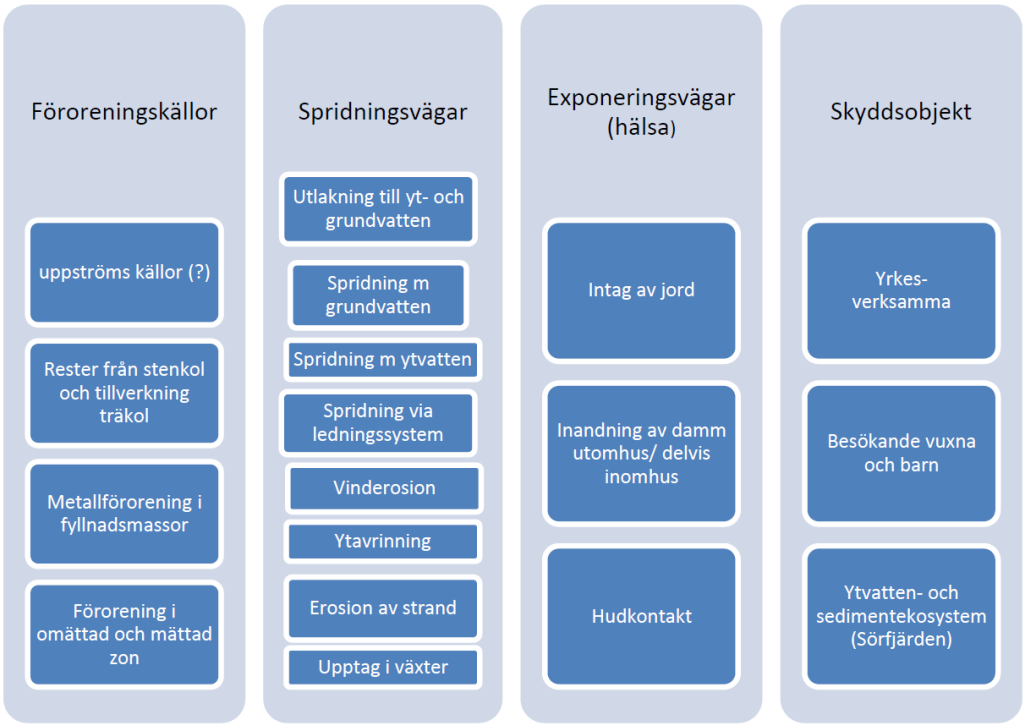
Exponeringsvägar
Övergripande åtgärdsmål anger att området ska kunna användas för rekreation utan hälsorisker. Översiktsplan för området lyfter områdets betydelse för rekreation.
Området har näringsidkare i direkt anslutning till området och inom förorenade området finns förråd, lagerlokaler vilka används för fritidsaktiviteter. Det är rimligt att anta att befintliga byggnader används/besöks regelbundet men inte under hela arbetsdagen. Områdets närhet till vatten innebär att det används frekvent av besökare. Human exponering inom området bedömdes främst ske i ytlig jord (0 - 0,5 m). Exponering kunde ske genom intag av jord, hudkontakt och inandning damm.
Det var möjligt att bär t.ex. hallon plockades inom området. Dock utgjorde detta sannolikt en begränsad del av närboendes totala intag av frukt och grönsaker.

Skyddsobjekt
De primära skyddsobjekten var yrkesverksamma samt besökande barn och vuxna. Området användes för rekreation.
Marklevande djur och växter identifierades inte som ett primärt skyddsobjekt. Till följd av områdenas betydande mängd fyllnadsmaterial av varierande kvalitet (sand, grus, kross, kol, trärester, järnsand, slaggrus m.m.) var det sannolikt att markens nuvarande funktion (markmiljö) var påverkad.
Ytligt grundvatten är inte skyddsvärt då tekniska förutsättningar för grundvattenuttag saknas, bland annat till följd av dess närhet till Skellefteälven samt områdets stora andel fyllnadsmassor.

Sörfjärden, vattenförekomst SE644040-211260 (VISS), som är en del av Skellefteälvens mynning i havet är recipient för området.

I Tabell 3.1 redovisas den konceptuella modell som låg till grund för huvudstudiens riskbedömning. Här är det viktigt att notera att markmiljöskydd inte finns med som skyddsobjekt. I den senare värderingen av alternativ tillsammans med bl a miljönämnden skärptes ytliga gränser så att ett generellt markmiljöskydd motsvarande MKM tillämpades vid efterbehandlingen. Viktigt när man slutligen värderade riskerna är att bakgrundshalten för As på 30 mg/kg TS kan bidra till att lågriskvärdet för As kan överskridas för personer som bor i området ett helt liv. En minskad exponering av As genom markföroreningar är därför välkommen.

Tabell 3.1. *Översiktlig konceptuell modell. Uppströms källor har markerats med frågetecken för att belysa osäkerhet men några indikationer om andra källor finns inte.*



3.3 Sammanfattning av riskbedömningen

Användande av restmaterial från järnbruket samt sannolikt även nedfall från järnbrukets ugnar har medfört förorening (As är dimensionerande) i både ytlig och djup jord. Riskbedömningen visar ett behov av riskreduktion för att:

- Säkerställa acceptabla hälsorisker med avseende på arsenik på lång sikt i ytlig jord.
- Minska risken för akuta hälsorisker för barn och vuxna.
- Minska risken för erosion av högförorenade massor längs Kolkajen östra.

Antagandena för beräkning av platsspecifika riktvärden baseras på övergripande åtgärdsmål och identifierade skyddsobjekt, spridnings- och exponeringsvägar i problembeskrivningen. Detta innebär att besökande och yrkesarbetande skall skyddas samt att recipient skall skyddas.

Riktvärden, tabell 3.2, för jord beräknades (WSP 2014) med Naturvårdsverkets beräkningsprogramversion 1.00 (Naturvårdsverket, 2009) för arsenik, koppar och zink, vilka

har medelhalter överskridande MKM och som bedömdes utgöra huvudsakliga föroreningar. Riktvärden har tagits fram för två olika jorddjup, ytlig jord (0 - 1 m u my) samt djup jord (>1 m u my). En indelning i djupled motiverades av att exponering för djupare jord sker mer sällan än för ytlig jord.

Bedömningar som riktvärdena baseras på:

- Beräkningarna utgår från generella antaganden för MKM.

- Exponering via intag av jord, inandning av damm och hudupptag antas endast ske ett begränsat antal dagar. I ytlig jord antas för barn 100 dagar/år och för vuxna 70 dagar/år, motsvarande i djup jord är 20 dagar/år för barn och vuxna. Detta utgår från områdets nuvarande och planerade markanvändning.

- Biotillgänglighet via oral exponering har justerats för arsenik till 40 % avseende kronisk/långtidsexponering. Detta är ett konservativt antagande då två övriga områdestypiska material (järnsand respektive slaggvarp/slagg) visade lägre tillgänglighet. Dataunderlaget bestod av tre biotillgänglighetstester. Ytterligare biotillgänglighetstester genomfördes under projekteringen och de säkerställde gjorda antaganden, se kapitel 10.3.

- Skydd av markmiljön beaktas inte vid beräkningen eftersom förutsättningarna för markorganismer begränsas utifrån befintliga fyllnadsmassors egenskaper. I den senare värderingen av alternativ tillsammans med bl a miljönämnden skärptes ytliga gränser så att ett generellt markmiljöskydd motsvarande MKM tillämpades vid efterbehandlingen.

- Ytvattnet Sörfjärden skyddas som ytvattenekosystem. En platsspecifik utspädningsfaktor för porvatten till grundvatten har beräknats till 6 800 ggr. Utspädningsfaktorn utgår från områdets längd och bredd (180×270 m), infiltration av grundvatten (300 mm/år) och Sörfjärdens volym och omsättningstid.

- Ämnesspecifika parametrar för lösligheten (fördelningskoefficienten, Kd) har justerats för arsenik, koppar och zink enligt platsspecifika data.

Tabell 3.2 *Platsspecifika riktvärden, psrv, beräknades för arsenik, koppar och zink i ytlig respektive djup jord (WSP 2014). Vid beräkningen har platsspecifika justeringar gjorts för biotillgänglighet avseende oralt intag för arsenik, fördelningsfaktor Kd för arsenik, koppar och zink samt platsspecifik utspädning. Styrande skyddsobjekt för riktvärdet anges, d v s det objekt som är känsligast vid antagna exponeringsförhållanden. I tabellen visas också generella riktvärden för mindre känslig markanvändning, MKM, som ska ge ett teoretisk skydd av 50% av marklevande arter.*

Beräknat riktvärde med platsspecifika förutsättningar		**Ytlig jord 0-1 m**		**Djup jord >1 m**	
	Enhet	**RV**	**Styrande exponerings väg**	**RV**	**Styrande exponerings väg**
Arsenik	mg/kg	50	Intag jord	200	Hudkontakt
Koppar	mg/kg	8 000	Skydd av ytvatten	8 000	Skydd av ytvatten
Zink	mg/kg	100 000	Intag jord, korrigering andra källor	170 000	Skydd av ytvatten
Justerade riktvärden med ytligt markmiljö-skydd mot-svarande MKM		**Ytlig jord 0-1 m**		**Djup jord >1 m**	
	Enhet	**RV**	**Styrande exponerings väg**	**RV**	**Styrande exponerings väg**
Arsenik	mg/kg	40	Markmiljö	200	Hudkontakt
Koppar	mg/kg	200	Markmiljö	8 000	Skydd av ytvatten
Zink	mg/kg	500	Markmiljö	170 000	Skydd av ytvatten

4 Åtgärdsmål, åtgärdskrav och val av åtgärd

4.1 Övergripande åtgärdsmål

De övergripande åtgärdsmålen för området är:

- Området ska kunna besökas och användas av alla regelbundet utan risk för negativa hälsoeffekter.
- Området ska inte kunna användas för bostadsändamål eller odling.
- Störning av näringsidkare och fritidsverksamheten på Sävenäsområdet ska vara så liten som möjligt under och efter åtgärd. Detta innebär att tillgänglighet till verksamheten ska

påverkas så lite som möjligt. Vidare skall i möjligaste mån olägenheter i form av buller och damm förhindras.

- Läckage av föroreningar skall inte utgöra ett oacceptabelt bidrag till belastning till havet under och efter åtgärd.
- Inget grundvattenuttag görs eller får göras på området och grundvattnet är inte skyddsvärt som naturresurs på området.

4.2 Val av åtgärd

De åtgärdsalternativ som utvärderades var:

Nollalternativ Inga åtgärder vidtas

Alternativ 1 ÖVERTÄCKNING,

Området täcks med ca 0,5 m massor i områden med maxhalt av As över 100 mg/kg, Förstärkning av kajkant (erosionsskydd).

Alternativ 2 HÄLSA,

0-1 m: Schakt av massor ner till 1 m till åtgärdsmål med accepterad medelhalt as om 50 mg/kg och accepterad maxhalt As på 100 mg/kg.

> 1-2,5m: Schakt av massor till åtgärdsmål med accepterad medelhalt As om 200 mg/kg och accepterad maxhalt As på 700 mg/kg.

Nya massor påförs.

Förstärkning av kajkant (erosionsskydd)

Alternativ 3 HÄLSA OCH MARKMILJÖ,

0-1m: Schakt av massor till åtgärdsmål markmiljö (As 40 mg/kg, Cu 200 mg/kg och Zn 500 mg/kg)

> 1-2,5 m: Schakt av massor till åtgärdsmål med accepterad medelhalt As om 200 mg/kg och accepterad maxhalt As på 700 mg/kg.

Nya massor påförs.

Förstärkning av kajkant (erosionsskydd)

Alternativ 4 MAX,

0-2,5 m: Schakt av massor mot åtgärdsmål bakgrundshalt As (30 mg/kg)

Nya massor påförs.

Förstärkning av kajkant (erosionsskydd)

Metoden för förstärkningen av kajkanten var lika i samtliga alternativ. Utformningen har sin grund i att stranden behöver stabiliseras samt att kajanläggningen används av näringsidkare.

Under riskbedömningsfasen fördes kontinuerliga diskussioner om hur de olika restprodukterna inom området skulle behandlas samt hur resultat av biotillgänglighetstest skulle värderas. En slutsats blev att ta hänsyn till materialens lägre biotillgänglighet avseende kronisk toxicitet men inte avseende akut toxicitet.

Då resultat från laktester visat att metallerna låg hårt bundna till jorden bedömdes jordtvätt inte vara ett realistiskt alternativ. Samma skäl låg också till grund för en bedömning att ytterligare stabilisering av föroreningar i jorden inte skulle vara ett framgångsrikt alternativ. Kvar stod schaktning som metodik och i detta fall med olika haltnivåer som alternativa åtgärder.

Hållbarhetsaspekter lyftes genom att i åtgärdsalternativ försöka minimera antal transporter och deponimängd. Detta med ett angreppssätt att föreslaget mätbart åtgärdsmål skall uppfyllas som medelhalt i jorden istället för max-halt. Högsta acceptabla resthalt blev istället risk för akut toxisk effekt. Detta begränsade mängden schaktade massor, antalet transporter och behovet av nytt material.

Under arbetet med huvudstudien diskuterades de övergripande åtgärdsmålen ett flertal gånger. Slutliga ställningstagandet tillsammans med miljömyndigheten och länsstyrelsen blev att målen skulle innefatta skydd av markmiljö i de delar där det var relevant. Det slutliga valet av åtgärd blev därför en kombination av alternativ 2 och 3 och åtgärdsmål enligt kap 4.3 formulerades.

4.3 Mätbara åtgärdsmål

De mätbara åtgärdsmålen för valt genomförande bestämdes till följande punkter. Vid tillämpningen har egenskapsområden använts för att optimera åtgärden avseende risker och kostnader.

1. Markdjup 0 - 1 m är målet för As 40 mg/kg TS, Cu 200 mg/kg TS och Zn 500 mg/kg TS.
2. För markdjup 0 - 1 m inom områden med undantag för markmiljöskydd är målet för As 50 mg/kg.
3. Markdjup >1 m är åtgärdsmålet en accepterad medelhalt (UCLM 95) för As om 200 mg/kg och en accepterad maximal halt för As på 700 mg/kg. Beräkningen av medelhalter sker inom varje egenskapsområde och kravet före beräkning är en täthet minst 20 analyser/ha.

Tio egenskapsområden (populationer), figur 4.1, identifierades under projekteringen. Uppdelningen gjordes för att reducera redan kända skillnader. Genom att tillämpa åtgärdsmålen på mer homogena populationer ur föroreningssynpunkt så ökar säkerheten på bedömningen av kvarvarande risk och beräkningar av representativ medelhalt blir möjligt.

Beskrivning av egenskapsområden:

1. Järnbruket nordväst (JBNV)
Halter i nivå med bakgrundshalt. I huvudsak skogsmark och begränsad omflyttning av massor har skett. Rester av kol finns i ytliga jordlager.
Provtagning i rutnät, 31 st.

2. Järnbruket sydväst (JBSV)
Halter i nivå med bakgrundshalt. I huvudsak industrimark och jordmassor har flyttats om och förts från området. Avvikande fyllnadsmaterial har konstaterats i ett fåtal provpunkter. Området är delvis skogbevuxet. Historiskt var järnbruket huvudsakligen placerat i denna del. Provtagning i rutnät, 34 st.

3. Järnbruket nordost (JBNO)
Halter över bakgrundshalt. Järnsand påträffas i varierande mäktighet. Området har en gemensam historik där merparten av byggnaderna är anlagda under 1980-talet. **Inget markmiljöskydd** tillämpas då det inte finns förutsättningar för en fungerande markmiljö p g a den stora mängden fyllnadsmassor. Återfyllnad skulle också varit tvungen att ske med bergkross som saknar funktioner som är viktiga för en fungerande markmiljö. Det innebär att sanering av föroreningar för att få en fungerande markmiljö saknar motiv. Området kommer också under överskådlig tid ha en markanvändning lika den som finns idag. Provtagning i rutnät, 52 st, men bara utanför byggnader.

4. Järnbruket sydost (JBSO)
Halter över bakgrundshalt. Viss omflyttning av ytliga jordmassor har gjorts men vissa områden närmare kolkajen är i det närmaste orörda. Totalt ingår 47st rutor i området.

Figur 4.1. *Saneringsområdets uppdelning i egenskapsområden och fördelning i ett rutnät med rutstorleken 10*10m.*

5. Järnbruket sydost (JBSOB)
Området bebyggt med ett tält i början av 2000-talet. Järnsand är använd under markytan i tältet och för grundläggning. Provtagning genomförs även i tältet som har bärlager av bergkross. **Inget markmiljöskydd** tillämpas då det inte finns förutsättningar för en fungerande markmiljö p g a den stora mängden fyllnadsmassor och överbyggnaden med tält. Återfyllnad skulle också varit tvungen att ske med bergkross som saknar funktioner som är viktiga för en fungerande markmiljö. Det innebär att sanering av föroreningar för att få en fungerande markmiljö saknar motiv. Området kommer också under överskådlig tid ha en markanvändning lika den som finns idag. Totalt ingår 18 st rutor i området.

6. Järnbruket byggnader (JBB)
Området bebyggt från mitten av 70-talet till mitten av 80-talet. Järnsand är använd både under byggnader och i körytor mellan byggnader. Ingen provtagning genomförs under byggnader om åtgärdsmålet för pall 3 klaras. **Inget markmiljöskydd** tillämpas då det inte finns förutsättningar för en fungerande markmiljö p g a den stora mängden fyllnadsmassor och flertalet byggnader. Återfyllnad skulle också varit tvungen att ske med bergkross som saknar funktioner som är viktiga för en fungerande markmiljö. Det innebär att sanering av föroreningar för att få en fungerande markmiljö saknar motiv. Området kommer också under överskådlig tid ha en markanvändning lika den som finns idag. Totalt ingår 60 st rutor i området.

7. Vägen 1
Vid klassificeringsprovtagningens inledning var vägen 1 och 2 ett gemensamt område. Efter den översiktliga provtagningen av pall 3 framkom en stor skillnad i halter för området som låg närmare själva kolkajen. Sammanslagna nåddes åtgärdsmålet för medelhalten för pall 3 efter att analyser med en täthet enligt åtgärdsmålet genomförts. För att inte lämna pallar med halter nära 700 mg/kg TS delades området i vägen 1 och 2. Totalt ingår 64 st rutor i området.

8. Vägen 2
Tydliga spår av tidigare verksamhet förekommer inom delområdet och mycket höga halter av främst arsenik kan kopplas till detta. Området uppkom genom en delning av området vägen under projekteringen p g a den stora skillnaden i föroreningsgrad för den djupare jorden. Totalt ingår 77 st rutor i området.

9. Kolkajen västra
Uppmätta halter av arsenik och metaller inom den västra delen är i nivå eller något över bakgrundshalt. Avvikande fyllnadsmaterial har konstaterats i ett fåtal provpunkter. När kol hanterades skedde detta i betongfickor. Marken fortfarande delvis täkt av betong. Totalt ingår 20 st rutor i området.

10. Kolkajen östra
Uppmätta halter över bakgrundsnivå, merparten av provpunkter påvisar förorening över bakgrundsnivå. Området är utfyllt och jordlagret har begränsad mäktighet, därunder finns en kajkonstruktion i trä och sten. Totalt ingår 72 st rutor i området.

4.4 Åtgärdskrav

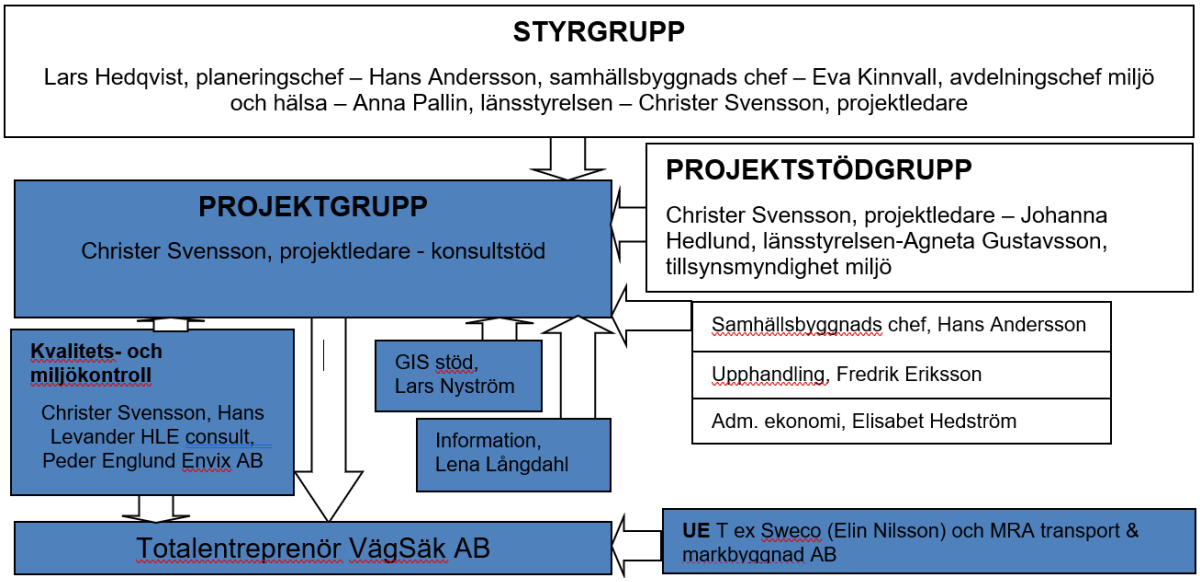
Projekteringen av åtgärden utgick från följande:

- Efterbehandling ska ske genom urgrävning av förorenade jordmassor.
- Inom ramen för åtgärdsförberedande undersökningar bör biotillgänglighet i massor innehållande tillåten maxhalt av arsenik verifieras med ytterligare undersökningar.
- Inom ramen för åtgärdsförberedelser bör provschakt genomföras för att utreda möjlighet till siktning och återföring av grovt material.
- Efter projektering och miljöprövning blev slutsatsen att länsvatten inte skulle hanteras och att schakt i vatten skulle utföras. Huvudsakliga argumentet var att på de djup där länshållning var aktuell är tillåtna resthalter höga och att insatskostnaden för rening inte motsvarade miljönyttan eller underlättar schaktens genomförande i betydande grad.
- Inom ramen för förklassificering kan en utvärdering om möjlighet att använda XRF i förklassificering göras. XRF har generellt en lägre kapacitet för arsenik, men då instrumentet kan vara värdefullt i ett saneringsskede bör en noggrann utvärdering av detta göras. Laboratorieanalyser har använts uteslutande och samtliga massor klassificerades före schakt.
- Förklassificering i enhetsvolymer om 10x10x0,5 m har genomförts i ett rutnätssystem, bilaga 4. Varje ruta namnges med bokstav och nummer enligt ett framtaget rutnät med tillägget P1, P2 osv. P1 motsvarar 0-0,5 m, P2 motsvarar 0,5-1 m osv. P står för pall som är en vedertagen benämning på uppdelning av schakter vid saneringsåtgärder.
- Förklassificeringen ska vara fullständig, dvs. samtliga enhetsvolymer, inom markdjupet 1m. Vid provtagningen genomförs även provtagning och analys av nästa nivå 1-1,5m inom delområdena Vägen och Kolkajen östra. För övriga områden genomförs analys så att minst täthetheten 20 analyser/ha nås vilket motsvarar 1 analys/250 m^3. För nivån beräknas medelhalten och friklassning accepteras om åtgärdsmålen klaras. Övrig kontroll av föroreningsnivåer sker som miljökontroll under saneringsschakt om inte förklassificeringens resultat förändrar det ställningstagandet. Metoden reducerar kostnader för förklassificering. Inför schakt genomfördes kompletterande provtagning av nivån 1,5 – 2 m under rutor som klassificerats för schakt för att bättra kunna planera schaktens utförande.
- När förklassificering skett bestäms vilka SEV som skall schaktas ur för att klara åtgärdsmålen.
- Vegetation inom obebyggda tomter samt skogsmark anses ej skyddsvärd och slyvegetation och mindre skog avverkas innan åtgärder
- Arbetena planeras så att dessa kan utföras med minsta möjliga störning för intilliggande näringsidkare.

- Då de förorenade massorna har uppvisat låg lakning kan alternativa omhändertaganden vara möjliga. Alternativa omhändertaganden kan vara användande av måttligt förorenade massor som täckmaterial, utfyllnadsmaterial eller dyl. Ett möjligt objekt är pågående utökad hamnyta i Skelleftehamn. Ett eventuellt alternativt omhändertagande utreds närmare i åtgärdsförberedande fas. Omplacering av lågförorenade massor till under 1m markdjup har använts inom projektet.
- Massor som ej lämpar sig för återvinning körs till godkänd mottagningsanläggning (Fagerliden/Robertsfors eller Dåva DAC/Umeå). Kontakt ska tas för att undersöka möjligheter för dispens för deponering av massor med högre organiskt innehåll.
- Återfyllning sker med rent material.
- Åtgärden för Kolkajen ska utgå från att västra delen fortsatt ska fungera som möjlig kajplats och att anläggningen i övrigt är stabil för långsiktig påverkan. Stabilitetsutredning måste genomföras.

5 Organisation och planering av saneringen

Övergripande styrning har utgjorts av en styrgrupp bestående av kommunala representanter, länsstyrelsens representant och projektledaren. Projektledaren har drivit projektet utifrån bidragsansökan, tillståndsvillkor och projektplan. Projekteringen har genomförts med kommunala stödfunktioner och inköp av extern kompetens i form av konsultstöd. Organisationsschema för projektet framgår av figur 5.1.



Figur 5.1 *Organisationsschema. Blå markerad del visar var huvudsakligt arbete under genomförandet skett. Totalentreprenörens ombud har varit Björn Strömbäck, platschef var Lisa Strömbäck och KMA samordnare var Ulrika Ceder.*

5.1 Upphandlingar

För åtgärdsprojektet genomfördes två upphandlingar. Dels för genomförande av klassificeringsprovtagningen och för själva genomförandet där Vägsäk AB upphandlades som totalentreprenör.

5.1.1 Miljökrav vid upphandling av entreprenör

Nedan framgår de miljökrav som skrevs in i de administrativa föreskrifterna för entreprenaden.

AFG.36 Begränsning av miljöstörande utsläpp
Miljöbalken och kontrollprogram ska följas. Notera särskilt att förordningen om verksamhetsutövares egenkontroll gäller i detta uppdrag, SFS 1998:901.
Fordon som lämnar saneringsområdet ska rengöras mekaniskt genom rensopning och urskottning av jordspill på bl.a. skärmar, däck, grävmaskinslarver, chassisystem, flak.

Vid arbeten i eller i omedelbar närhet till vattenområde ska fordon och arbetsmaskiner i görligaste mån använda drivmedel och oljor som är miljöklassade. Fordon och arbetsmaskiner ska ha nära tillgång till saneringsutrustning.

Sediment och blöta jordmassor får inte lagras på området och ska transporteras till godkänd slutmottagare i täta och droppfria transportlösningar.

Förorenade massor ska förvaras åtskilt från återfyllnadsmassor.

Lagring av förorenad jord i avvaktan på borttransport ska ske på hårdgjorda ytor eller ytor som inte har sanerats.

Lagret av förorenad jord får aldrig vara större än 2500 ton.

Saneringsschakter ska återfyllas så snart återfyllnaden kan göras utan risk för återkontaminering.

Vid arbeten i vatten ska siltgardiner som sträcker sig ner till botten och mot land användas. Siltgardinen ska kontrolleras dagligen genom okulär inspektion. Under tiden som muddring pågår ska kontrollmätning med turbiditetsmätare i minst sex punkter längs siltgardinen genomföras. Halten av suspenderade ämnen får inte överskrida 30 mg/l (eller motsvarande turbiditetsvärde) 40 meter utanför arbetsområdet. Om kontrollen indikerar läckage ska avhjälpande åtgärder vidtas utan dröjsmål för att begränsa grumlingen och tillsynsmyndigheten omgående underrättas.

Arbete med schaktning (grävning och muddring) i vattenområde får inte ske under månaderna november – februari annat än för att säkerställa stabiliteten av påbörjade arbeten.

Fordon och arbetsmaskiner
Fordonen ska vara besiktigade och godkända samt uppfylla de säkerhetskrav som krävs med avseende på uppdragets art. Fordon ska inte vara tyngre än vad som svarar mot vägnätets/markens bärighet och beskaffenhet i övrigt, eller på annat sätt vara olämpliga för genomförande av uppdraget.

Lastbilar över 3,5 ton ska minst uppfylla avgaskraven enligt Euro 5

Personbilar och lätta lastbilar ska minst uppfylla krav enligt Euro 5.

Arbetsmaskiner ska minst uppfylla motormiljöklass lägst steg 3b.

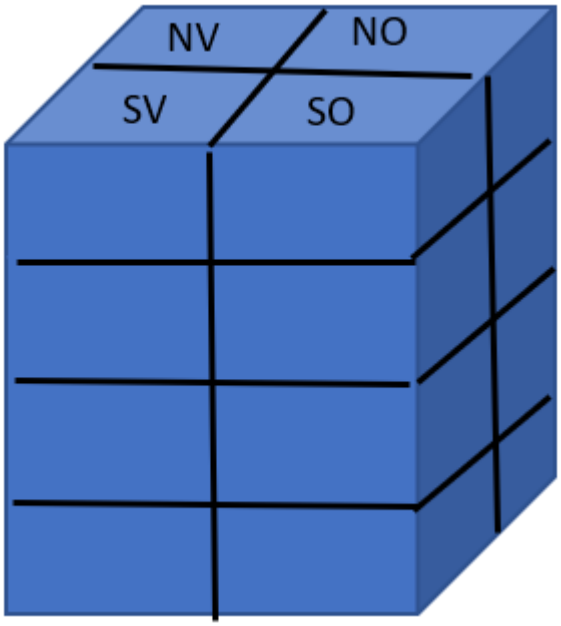
5.2 Projektering av förorenad jord

5.2.1 Indelning i egenskapsområden

Indelningen framgår av kapitel 4. Totalt analyserades 1800 SEV volymer.

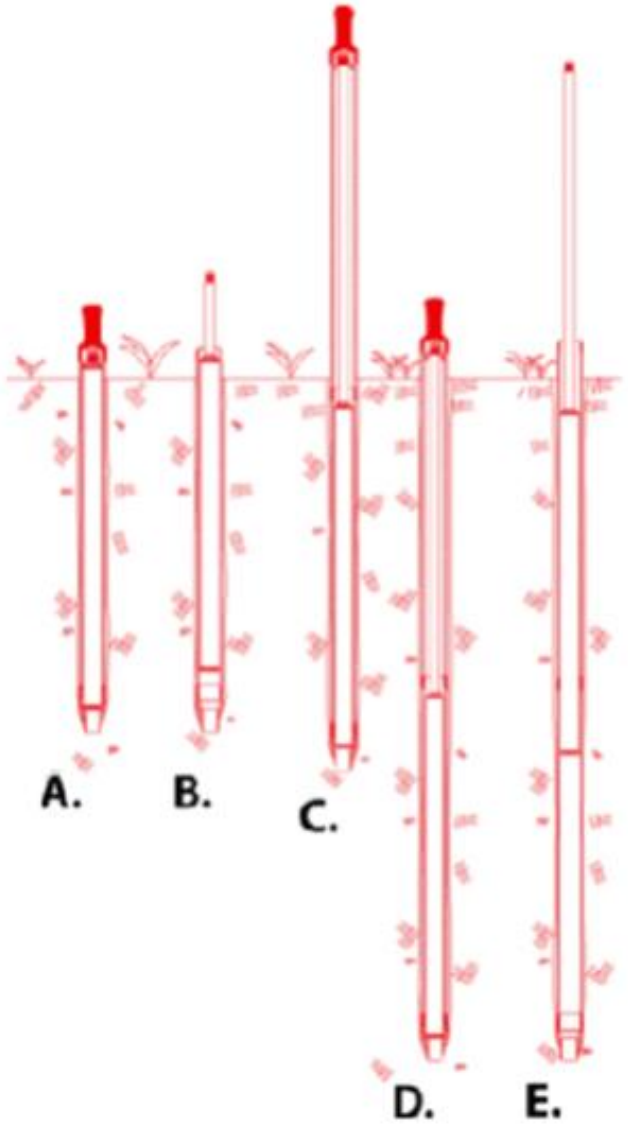
5.2.2 Provtagning och kartering

Provtagningens mål var att i selektiva enhetsvolymer (SEV) definiera SEV som överskred fastställd mätbara åtgärdsmål. Varje SEV eller pall, normal benämning i saneringsentreprenader, var 50 m^3 fördelat på 10×10×0,5 m, se figur 5.2. Erfarenhetsmässigt från andra saneringar och den tidigare provtagningen borde indelningen i 0,5 meters pallar vara lämpligt. Klassificeringens huvudmål var att klassificera jorden i varje SEV så rätt som möjligt med en rimlig ekonomisk insatts. Rätt innebär att jord som lämnas kvar inte inskränker på åtgärdsmålen samtidigt som bara förorenad jord över åtgärdsmålen tas bort. Alla djupangivelser utgick från befintlig mark.



Figur 5.2. *3D-illustration av SEV (Selektiv Enhetsvolym). Med en yta på 100 m^2 och djup 0,5m. Totalt har 4 punkter styrda i fält mot varje delrutas mitt genomförts inom varje SEV undersökts i upp till 4 halvmeters skikt.*

Vid provtagningen användes geoprobe teknik, figur 5.3, för att ta ostörda prover. För karteringen iordningställdes en särskild plats där provrören hanterades enligt fastställd rutin, figur 5.4 och 5.5. Provet öppnades med en särskild öppnare. Eventuell lukt vid öppning noterades i protokollet. Proceduren gjordes om tills alla delprov för rutan var öppnade. Jordlagerföljden noterades i protokoll och eventuella stickprov togs ut. Stickprov togs på tydliga skikt som var större än 15 cm. Därefter blandades proven väl i några minuter. Prover för analyser togs ut. Återstoden av de blandade proverna placeras i en plastpåse som märktes upp med rutans namn och nivå. Påsen lades sedan in i ett sökbart provlager för att möjliggöra kompletterande provtagning i ett senare skede. Exempel på underlag som togs fram med hjälp av uppgifterna från provtagningen framgår av figur 5.6.



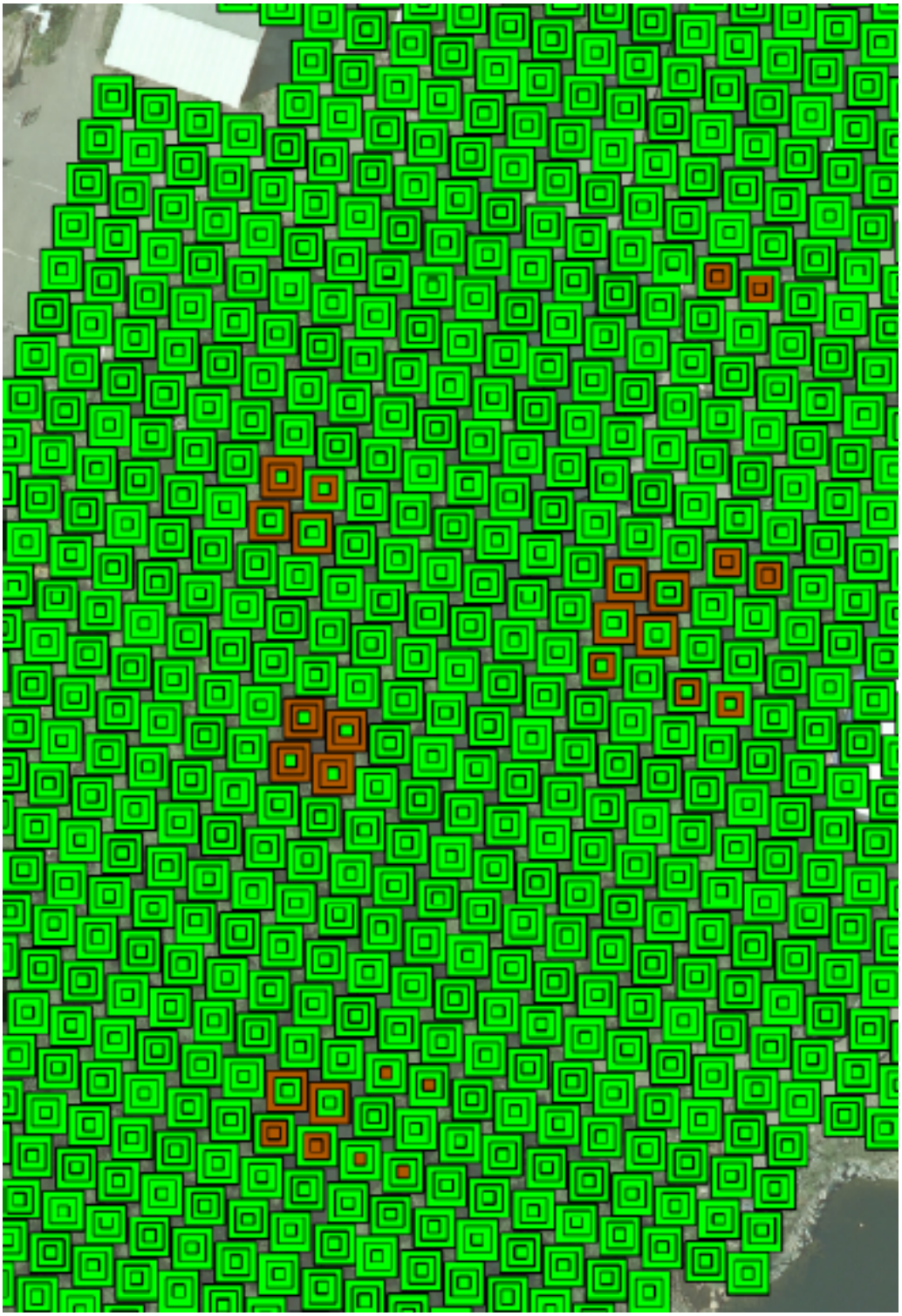
Figur 5.3. *Metodbeskrivning*
A Utrustningen för kontinuerlig ostörd provtagning förs ned i marken.
B Ett jordprov tas med hjälp av det inre provtagningsröret, röret förs sedan upp till ytan och förseglas.
C Ett nytt provtagningsrör förs ned i yttertuben.
D Utrustningen för kontinuerlig ostörd provtagning förs djupare ned i marken.
E Ett andra prov tas upp med hjälp av det inre provtagningsröret. Förfarandet upprepas tills önskat provtagningsdjup uppnåtts. När sista provet tagits lyfts även casingen ur hålet.

Datum			180701	Provtagare									
RUTANS NAMN	C13			Skruvb/Geop/Grävm/Auger Metod									
Del av ruta	PALL	Lera/ silt	Sand	Grus/sten	Mulljord	trästickor/ spån/flis/	bark	Tegel/ Betong/	Färg	Lukt	Vatten	Stickprov	Anmärkning
NV	1			3			2	2	1	1	1		Stora stenar på my
NV	2			5				1	1	1	1		
NV	3	5		2					1	1	2		
SV	1		1	5				1	5	1	1		Luktar parfym
SV	2		5					1	1	1	1	0-0,5 svart sand	Svart sand
SV	3	5							2	1	2		
NO	1		4	2					1	1	1		
NO	2		3	2			2		1	1	2		
NO	3	4	2						1	2	3		
SO	1	2	3	2					1	1	1		
SO	2	3	3						4	2	2		
SO	3	5							5	2	4		

Figur 5.4. *Exempel på det ifyllt karteringsprotokoll som togs fram för varje punkt.*

Ifyllningsregler						
Skriv	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Andel	< 5%	5-25%	25-50%	50-75%	>75%	
Färg	Jord/sand	Svart	Gul	Vit	Brun	
Lukt*	Jord	Sur/ unken	Svavel	Kemisk	Petro-leum	Avvik-ande
Vatten	Torr	Fuktig	Blöt	Vattenmät tad		
Stickprov	Nivå och material anges tillsammans med rutans namn och delruta, t ex C13NO sand 0-0,3					
Anmärk-ning	Något avvikande tex svart sand					

Figur 5.5. *Bokföringsregler för protokoll. Siffror enligt raden "Skriv" förs in i protokollet och motsvarar indelning enligt raderna under. Jordarts observationer för varje delskikt bokförs som siffra i kolumnerna som börjar med lera/silt och slutar med betong/tegel i protokollet. Siffran motsvara procentintervall enligt raden andel och summan för skiktet bör ligga mellan 75 – 100 %. Dominerande färg, lukt och vattenmättnad för pallen skrivs in i protokollet. Ytterligare noteringar kan göras under anmärkning.*



Figur 5.6. *Observerade förhållanden vid provtagning för fint jordmaterial i gulbrun färg, brun färg i figuren innebär att något benämnts som gulbrunt i anmärknings kolumnen. Observationer framgår för 3 pallar (fyrkantens storlek ökar med djupet), d v s 0 - 1,5m, i varje punkt. I varje 10 meters ruta har fyra punkter genomförts vilket innebär att i bilden motsvaras varje klassificeringsruta av 4 punkter.*

6 Tillsyn, anmälningar och tillstånd

6.1 Tillståndsprocess

Arbetet krävde tillstånd för vattenverksamhet av Mark- och miljödomstolen för att Kolkajens marknivå låg under högsta högvatten. Vilket innebar att tillståndsgränsen för påverkad bottenyta överskreds. Ett förhållande som klargjordes först under projekteringen.

Prövningen innefattade även de delar som normalt hanteras i en §28 anmälan som krävs för efterbehandlingsåtgärder. En ansökan formulerades och lämnades in i slutet av mars 2019. Ansökan gjordes före det att en entreprenör upphandlats och inledningsvis ifrågasattes om bara angivande av ramarna för utförandet var tillräckligt men efter argumentering gick den delen igenom.

Vid prövningen framfördes långt gående krav på vattenrening och det gjorde att det beslöts att all schakt där det förekom vatten skulle ske utan länshållning. Efter 3 omgångar med kompletteringar lämnade domstolen tillstånd till efterbehandlingen enligt följande omfattning:

- muddra ca 400 m^3 bottensediment,
- sätta spont längs totalt ca 100 m strandlinje,
- bygga ca 33 meter ny kaj,
- fylla över ca 1500 m^2 bottenområde,
- inom området återanvända massor som klarar kraven enligt villkor 5 nedan,

och genom bortgrävning sanera ca 7000 m^2 markyta, som vid högsta högvatten ligger under vatten.

Tillståndet innehöll totalt 14 villkor, se bilaga 5, varav villkor 5 hanterade metallinnehåll i återfyllnadsmassorna. Formuleringen av villkoret gjorde dock att det kunde tolkas som åtgärdsmålet justerats från 40 till 25 mg/kg för As. Efter särskilt samråd med tillsynsmyndigheten kom man i samförstånd överens om att innebörden bara gällde massor som tillfördes som återfyllnadsmassor. På så sätt kunde ett överklagande av tillståndet undvikas. P g a cowid epidemin så fattad domstolen beslut utan särskild förhandling. Tillståndet fick laga kraft 2020-07-10 och total handläggningstid ca 15 månader.

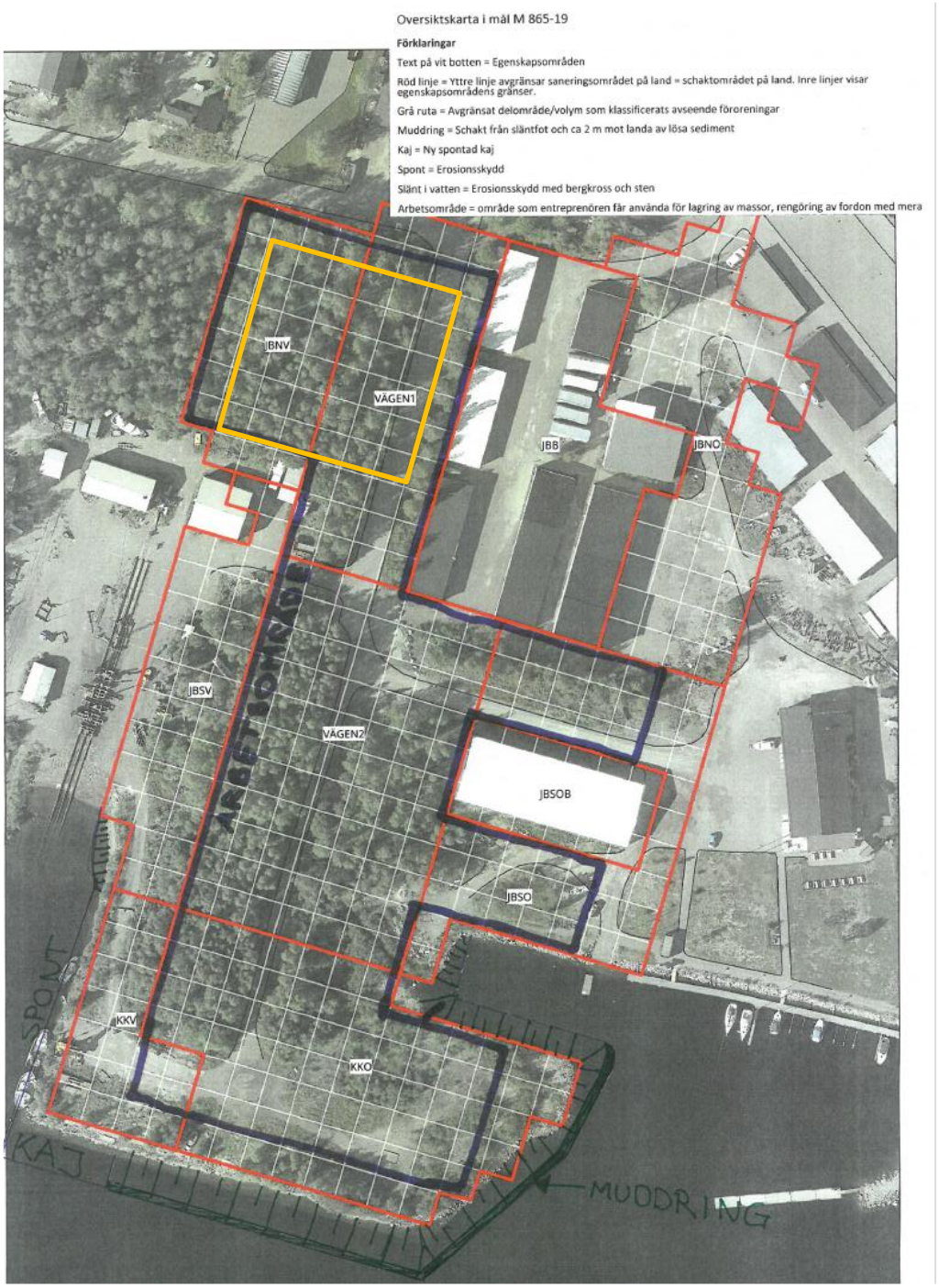
6.2 Tillsyn

Bygg- och miljönämnden och arbetsmiljöverket har varit tillsynsmyndigheter för arbetet. Tillsyn på plats har genomförts av bygg- och miljönämnden.

Skatteverket har inte genomfört någon tillsyn av personalförteckning, legitimationsplikt och närvaroredovisning.

7 Genomförande av projektet

Enkel översikt av arbeten ingående i entreprenaden framgår av figur 7.1.



Figur 7.1. *Översikt av entreprenadarbeten och områdesanvändning under entreprenaden. All sorterning och massahantering har skett inom den gula rektangeln. För slippa få rena transporter genom sorteringsområdet har återfyllnadsmassor tagits in genom område JBB(friklassat från sanering) mellan båthusläng*orna.

7.1 Klassificeringens resultat och underlag för schaktplan

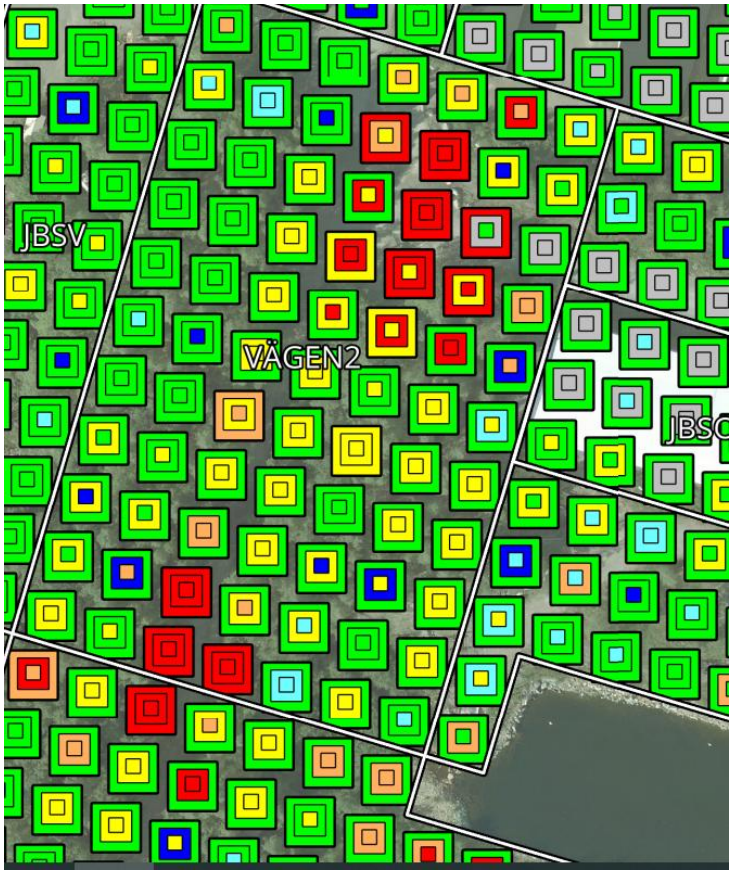
Jorden klassificerades i 6 olika klasser, se tabell 7.1, där 2 klasser lämnas utan åtgärd där den ena utgörs av järnsand och är en restprodukt Rönnskärsverken. Den andra klarar åtgärdsmålen.

Tabell 7.1 *Jordens indelning i klasser/masstyper i projektet.*

Klassificering / Masstyp	Beskrivning
0	Järnsand – Ingen åtgärd
1	Ingen åtgärd (Åtgärdsmål klaras)
2	Pall 1 eller 2 omplaceras till minst pall 3 eller deponering som IFA. As 41 – 50 mg/kg TS. Cu och Zn klarar åtgärdsmål.
2,1	Pall 1 eller 2 omplaceras till minst pall 3 eller deponering som IFA. As <40 mg/kg TS. Cu mellan 200 - 2500 mg/kg TS och Zn mellan 500 - 2500 mg/kg TS
3	Deponering som icke farligt avfall, IFA – kan eventuellt behöva delas upp beroende på innehåll av organiskt material. As 51 - 1000 mg/kg TS. Cu och Zn <2500 mg/kg TS.
4	Deponering som farligt avfall, FA – kan eventuellt behöva delas upp beroende på innehåll av organiskt material. As >1000 mg/kg TS. (Cu utfall 19 – 2000 mg/kg TS) (Zn utfall 25 – 20 000 mg/kg TS
4,1	Deponering som farligt avfall, FA – kan eventuellt behöva delas upp beroende på innehåll av organiskt material. Cu och Zn >2500 mg/kg TS. (As utfall 51- 960 mg/kg TS.

Kartor med klassificering har med hjälp av indelningen i vänsterkanten använts för de olika masstyperna. Storleken på fyrkanten anger också för vilket djup klassificeringen gäller för. Siffran inom parentesen anger antalet pallar inom varje klass.

Områdena KKO och Vägen 2 är tydligt mest förorenade och tydligt kopplade till den tidigare verksamheten, se figur 7.2. Område JBNV har tydlig påverkan av aska/kol i djupa lager men föroreningar finns huvudsakligen i den ytliga pallen.



Figur 7.2 *Utdrag av schaktplan ner till 1,5 m för delområdet vägen 2.*

7.2 Saneringens förberedelse

Schaktplanen skapade ett praktiskt hjälpmedel för att visualisera och styra saneringsinsatserna. Tillämpning av rutnät och koordinatsystemet innebar också bättre tydlighet och förenklingar i den dagliga kommunikationen och erfaren-

hetsutbytet under projektets genomförande. Även avrapporteringen av genomförda saneringsåtgärder med därtill hörande kommentarer i t ex dagbok och observationer blir både enklare och tydligare. Med underlagen skapades också datamodell för grävmaskinens schaktstyrningsutrustning som möjliggjorde en visualisering av saneringsområdet inne i grävmaskinen. Med hjälp av denna utrustning kunde sedan grävmaskinisten kontinuerligt under projektets gång, planera och genomföra schaktarbetena med full kontroll gällande såväl gränslinjer mellan olika koordinatrutor som palldjup.

Innan själva saneringsarbetet sattes igång genomfördes förberedande arbeten enligt nedan.

- Anläggning av en provisorisk väg till varvet och inom båtupplagsområdet.

- Avverkning av träd och vegetationsrensning utfördes.

- Uppmärkning, omskyltning och avgränsningar för allmänhet och användare av området.

7.3 Genomförande av saneringsschakt

Med beskrivna rutnät och klassificeringar som underlag har grävsanering genomförts. Schakt har utförts med grävmaskin. Sten och block har avskilts som icke förorenat material och sten över 400 mm och större sorterades ut direkt av grävmaskinen i schaktgropen. Sten under 400 mm har lastats med jorden på dumpern som transporterat jorden från schaktgrop till sorteringsverk. I sorteringsverket har sten sorterats ut ner till 30 mm i storlek och återanvänts som återfyllning. För att säkerställa framtida risk från förorenat finmaterial på stenars ytor har de återlagts så djupt som möjligt vid återfyllnad. Sten under 30 mm har följt med jorden på deponi enligt den jordklass den klassificerats.

I några rutor förekom att pall 1 var grön (klass 1) och inte skulle saneras. Då har pall 1 schaktats och lagts åt sidan på ren ruta och efter att den/de pallar som krävt sanering tagits bort återanvänts för återfyllnad.
Massor av olika klass har mellanlagrats i separata högar som märkts upp med skylt. Efter sortering har massorna körts till deponin hos Ragnsells i Fagerliden eller Hållmyran, antingen som icke farligt avfall(IFA) eller farligt avfall(FA).

Området har varit inhägnat med stängsel och öppningsbara grindar. Innan lastbilar eller andra fordon har körts ut från området har rengöring utförts på hårdgjord yta innanför grindarna i direkt anslutning till utfarten. Där har rengöringsutrustning i form av sopkvast och sopskyffel funnits tillgängliga och använts av chauffören vid behov.

7.3.1 Omplacering av massor

I samband med att resultaten från klassificeringsprovtagningen och att tillståndsansökan skulle skrivas noterades att ett flertal pallar låg strax över åtgärdsmålet. Miljönyttan var därför låg med bortschaktning samtidigt som åtgärdsmålen under 1 m hade betydligt högre målhalter. Då själva transportarbetet var den tydligaste negativa miljöpåverkan från projektet togs omplacering med som åtgärd i tillståndsprövningen och arbetssättet accepterades.

Under projektets genomförande omplacerades totalt 10 ytligt lågförorenade schaktpallar motsvarande 500 m^3 massor för att utgöra återfyllnadsmassor vid schaktdjup större än 1 m och då med högre friklassningsnivå. Massorna har antingen tillfälligt lagrats eller flyttats direkt till återfyllnadsplatsen.

Figur 7.2 *Under saneringen har massor omflyttats till nivån 1–1,5 m och rutorna H22, I17, J 19, J 20, J22, K 19. För I19 och J 17 har återfyllning gjorts för 1-2 m.*

7.4 Genomförande kolkajens förstärkning

Kolkajen är i grunden konstruerad av trä och för att hålla denna intakt har en motfyllning genomförts som bildar en ny strandkant. För att säkerställa detta har botten förberetts genom uppschaktning (vattendjup >4m) av sediment i läget för släntfot och därefter har det nya stenmaterialet lagts ut. Alla muddermassor (70

ton) har lastats direkt på lastbil och transporterats till deponi hos Ragnsells i Fagerliden utan att mellanlagras. Behovet av schakt blev betydligt mindre än befarat och ca 70 ton kördes på deponi.

Erosionsskyddet på västra sidan av kajen mot varvet har bottendjupet bevarats vid rälsen genom att stenmaterial med en släntlutning om 1:1,5 har lagts på ett vattendjup grundare än 2,5 m med en utbredning på cirka 4 m från den befintliga kajkanten. Resterande del av den västra sidan har en stålspont (125 års livslängd) installerats utanför kajdelen och bakåtförankrats med dragstag i fyllning.

För att erhålla en stabil konstruktion har fyllningarna utgjorts av stenkross med fraktion 150–400 mm med en släntvinkel på 1:1,5. Inom skvalpzonen har de yttersta 1,5 m av slänten försetts med fraktion 500-1000 mm.

Spont installerades genom nedslagning av 1/3 del av spontlängderna för att erhålla viss konsolverkan. Sponten har förankrats med hammarband som via stag förankrats med förankringsplattor i befintliga fyllningar cirka 10 m in från sponten.
Området mellan den befintliga kajen och sponten har fyllts igen med fyllnadsmassor i form av bergkross. Packning med padda har utförts.

Arbeten har utförts från land med långärmad grävmaskin med en räckvidd om 15 m.

7.5 Återfyllning

Återfyllningen av området gjordes till ursprunglig nivå. Ställvis var överfyllning nödvändig för att kompensera och höja upp den ursprungliga marknivån för att på så sätt undvika lågpunkter med risk för vattensamlingar.

Östra delen av Kolkajen har återfyllts så att alla kvarlämnade massor med föroreningar har minst 1 m ren jord ovanpå d v s lika som övriga områden och i överenstämmelse med åtgärdsmål. För jordåterfyllning utan tekniska krav har massor som är över från andra projekt använts. Dessa massor har hämtats från Loftberget kommuns återvinningsenhet för massor. Massorna har kontrollerats, tabell 7.3, dels genom ursprungsanalys (nästan uteslutande har massor med junfruligt ursprung använts) och genom laboratorieanalyser av i huvudsak metaller och stickprov på organiska analyser och inga halter över detektionsnivån hittades för organiska ämnen. Kontrollen har reglerats av ett tillståndsvillkor.

***Tabell 7.3**. Resultat från egenkontroll av återfyllnadsmassor. Ett samlingsprov representerar ca 750 m^3 jord.*

Ämne	*Jämför-värden Vilkor*	**Medel-värden**	Min	Max	Stdav	CV	Antal värden
As	*25*	**9**	6	16	2	0,3	29
Ba	*70*	**59**	32	99	16	0,3	29
Pb	*20*	**8**	3	16	3	0,3	29
Cd	*0,15*	**ND**	ND	ND			29
Co	*5*	**5**	3	10	2	0,3	29
Cu	*40*	**20**	10	86	13	0,7	29
Cr	*40*	**25**	18	40	5	0,2	29
Ni	*20*	**10**	8	17	2	0,2	29
V	*60*	**25**	19	42	5	0,2	29
Zn	*50*	**43**	21	80	16	0,4	29

I övrigt har bergkross använts och tekniska krav har styr vilken fraktion som nyttjats. Dessa massor har hämtats från bergtäkten vid Loftberget.

7.6 Hantering av utsorterad betong

Vid schaktarbetena kom en del betongmaterial fram. Den utsorterade betongen krossades och återfylldes. Utom en del som var förorenad av oljerester som kördes till Ragnsells anläggning i Fagerliden.

7.7 Hantering av riven asfalt

För saneringsuppdragets genomförande krävdes viss rivning av asfaltbelagda ytor. Asfaltstjära har kontrollerats genom att spraya med vit färg för kontroll av skiftning till senapsgul färg. Efter kontroll hanterades asfalten som tjärasfalt och kördes till Ragnsells anläggning i Fagerliden.

7.8 Hantering av utsorterat stenmaterial

Under projektets genomförande sorterades betydande mängder stenmaterial fram. Utsortering av sten utfördes dels med grävmaskin direkt i samband med schaktningarna, dels i samband med att saneringsmassorna sorterades med särskild siktutrustning. Vid den utsorteringen som skedde med grävmaskin, kvarlämnades den utsorterade stenen inom respektive koordinatruta där stenen påträffades.

Ungefär 4 500 ton sten sorterades ut under projektets genomförande och användes huvudsakligen i djup fyllning. Vid sortering fick man också en fraktion som innehöll mycket trärester och rotdelar blandat med sten. Den fraktionen, 761 ton, deponerades vid Ragnsells anläggning Hållmyran.

7.9 Hantering av utsorterat metallskrot

Vid schakterna påträffades en del metallskrot. Lägen har inte dokumenterats och det har varit enstaka objekt. Omhändertaget metallskrot lämnades till Stena Recycling och Cronimet för återvinning.

7.10 Hantering av utsorterat trämaterial

Betydande mängder trämaterial omhändertogs också under projektets genomförande. Omhändertaget trä utgjordes dels av avverkade träd och andra vegetationsrester som omhändertogs av Skellefteå kraft för energiåtervinning. Dessutom innehöll saneringsmassorna betydande mängder markförlagt trä. Allt trä från marken har hanterats som förorenat och körts till Ragnsells Fagerliden.

7.11 Sammanställning av mängder som hanterats under saneringen

Av tabell 7.2 framgår slutliga mängder som tagits om hand under saneringen.

***Tabell 7.2**. Sammanställning av hanterade fraktioner som körts till Ragnsells anläggningar Hållmyran och Fagerliden vid Robertsfors för omhändertagande.*

Fraktion	Mängd (ton)	Avfallskod	Mottagningsanläggning
Förorenad jord	17432,98	170504	Ragn-sells Hållmyran
Förorenad jord (inkl muddermassor)	105,15	170504	Ragn-sells Fagerliden
Förorenad jord	4882,37	170503*	Ragn-sells Fagerliden
Trä, jordförorenat (rivningsmassor)	1608,63	170904	Ragn-sells Fagerliden
Förorenad betong	18,28	170106*	Ragn-sells Fagerliden
Utsorterad sten med trärester	761,1	170504	Ragn-sells Hållmyran
Armerad betong	28,78	170101	Ragn-sells Fagerliden
Asfalt	19,3	170301*	Ragn-sells Fagerliden

7.12 Avvikelser

Saneringsarbetet har genomförts i stort sett som planerat och i enlighet med huvudstudie och tillståndet. Några avvikelser har dock uppkommit under saneringens gång som föranlett utökat eller ändrat utförande.

En stor mängd trä har påträffats i vissa av rutorna. Resterna utgjordes främst av spink från en tidigare sågepok. Trä har noterats vid undersökningarna före men mängden har underskattats. Sannolikt har sonden vid geoprobe provtagningen gått vid sidan av och därav har trä inte kommit med i provet på ett sanningsenligt sätt.

I den östra kajdelen påträffades kajkonstruktion tidigare än beräknat och sanering kunde inte kunde utföras ner till planerad schaktbotten utan att förstöra kajens träkonstruktion. Efter samråd med tillsynsmyndigheten gjordes överenskommelsen att återfylla så man fick minst 1 meter ren jord till kvarlämnade föroreningar. Med provtagningar över hela ytan konstaterades att kvarlämnad jord klarade åtgärdsmålet som fanns för större djup än 1 m. Behovet av att lämna kvar föroreningar har medfört extra åtgärder vid återställning av markytan.

I den tidigare provtagningen konstaterades att gul/beigeaktig jord höll mycket hög arsenikhalt, >2000mg/kg, särskilt i djup jord. I några rutor konstaterades dessa massor under planerad schaktbotten. Dessa massor har också schaktats bort. Den tillkommande schakten gäller rutorna H 25, H 26, H27, I19, I26, J 17 och J 18, figur 7.4. Schaktdjupet har ökat med mellan 0,1 – 0,35 m.

Figur 7.4. *För blåmarkerade rutor har schakten utökats.*

8 Säkerhet och arbetsmiljö

Arbetsmiljöplan togs fram av entreprenörens utsedda BAS-P och fanns tillgänglig på arbetsområdet och för BAS-U. Arbetet inleddes med riksinventering som ledde fram till definition av för projektet särskilda risker för schakt, sortering, elsäkerhet, exponering av farliga ämnen i damm, buller och påkörningsrisk. För att minimera dessa togs rutiner fram.

Den personliga skyddsutrustningen inom saneringsområdet har omfattat vanliga arbetskläder i form av byxor, tröja/jacka, arbetshandskar, hjälm och arbetsskor med stålhätta och trampskydd. Maskinförare har tilldelats munskydd och handskar att använda vid arbete utanför maskinen. Andningsmask, skyddsglasögon och kemikalieresistenta kläder har funnits att tillgå i händelse av förhöjd risk.

9 Föroreningssituationen efter genomfört projekt

Vid utvärderingen används UCLM (övre konfidensgräns för medelvärdet, standard bootstrap) som jämförelsevärde för att utvärdera saneringens resultat. Med UCLM beräknas en övre konfidensgräns för medelvärdet och i detta fall har konfidensnivån 95 % använts och benämns således UCLM95. Det betyder att det går säga att med 95% sannolikhet är den verkliga medelhalten lägre än den som beräknats.

För att få en överblick över föroreningssituationen efter efterbehandlingen ska figur 4.1 med delområden användas tillsammans med sammanställningen av lämnade halter i tabell 9.2. I tabellen görs en jämförelse med generella riktvärden. Det ska noteras att efter riskbedömningen och framtagande av mätbara åtgärdsmål med platsspecifika förutsättningar beräknades gränsen för acceptabla hälsorisker från As till 50 mg/kg TS. Generella riktvärden är beräknade för att gälla i hela landet och med de mest ogynnsamma förutsättningarna när det gäller exponering. Så även om MKM-värdet överskrids i tabellen för område JBB så är den platsspecifika accepterade risknivån inte högre än den som accepteras vid tillämpning av MKM riktvärdet för As. Det går också uttrycka så att i de allra flesta fall innebär tillämpning av generella riktvärden att en förstärkt säkerhet av att accepterad risknivå nås.

De mätbara åtgärdsmålen som tillämpats är för delområden med markmiljöskydd för As 40 mg/kg TS, för Cu 200 mg/kg TS och för zink 500 mg/kg TS ner till 1 m markdjup. Under 1m är målet 200 mg/kg TS för As. För område JBSOB, JBNO och JBB har bara ett hälsobaserat riktvärde på 50 mg/kg TS tillämpats för As ner till 1 meters markdjup.

Samtliga delområden klarar målen efter saneringen, tabell 9.1. Område JBNO klarar trots undantaget samtliga åtgärdsmål efter sanering.

Efter utförd marksanering närmar sig halterna för markdjupet 0 - 1 m närområdets bakgrundshalter och för arsenik ligger värdena under bakgrundshalten utom för område JBB. I huvudstudien bestämdes bakgrundshalten för As till 30 mg/kg, Cu till 27 mg/kg och Zn till 80 mg/kg. I vissa fall kan schaktmassor från markdjupet kräva särskild hantering.

Under 1 meters markdjup har föreningar lämnats kvar i halter som generellt kräver särskild hantering vid en eventuell schakt. Delområdena KKV, Väg1 och JBNV klara värden för MKM, mindre känslig markanvändning, för hela markdjupet.

***Tabell 9.1**. Redovisning av måluppfyllelse före och efter sanering. Värden för UCLM95 används. Röd färg innebär att målet inte klaras medan grön färg visar att målet uppfyllts.*

OMRÅDE	KKO	**KKO**	KKV	**KKV**	VÄG 1	**VÄG 1**	VÄG 2	**VÄG 2**	*JBSOB*	***JBSOB***	JBSO	**JBSO**	*JBNO*	***JBNO***	JBNV	**JBNV**	JBSV	**JBSV**	*JBB*	***JBB***
NÄR	Före	**Efter**	Före	**Efter**	Före	**Efter**	Före	**Efter**	*Före*	***Efter***	Före	**Efter**	*Före*	***Efter***	Före	**Efter**	Före	**Efter**	*Före*	***Efter***
ÄMNE	As	**As**	As	**As**	As	**As**	As	**As**	*As*	***As***	As	**As**	*As*	***As***	As	**As**	As	**As**	*As*	***As***
0-0,5 m UCLM95	488	**12**	64	**17**	39	**18**	364	**14**	*46*	***27***	57	**16**	*87*	***25***	50	**20**	37	**19**	*48*	***48***
0,5-1 m UCLM95	550	**13**	310	**19**	40	**19**	537	**12**	*81*	***21***	131	**21**	*63*	***21***	27	**18**	36	**17**	*17*	***17***
1-1,5 m UCLM95	315	**107**	20	**20**	35	**35**	644	**126**	*40*	***40***	85	**85**	*100*	***100***	12	**12**	21	**21**	*17*	***17***
ÄMNE	Cu	**Cu**	Cu	**Cu**	Cu	**Cu**	Cu	**Cu**	*Cu*	***Cu***	Cu	**Cu**	*Cu*	***Cu***	Cu	**Cu**	Cu	**Cu**	*Cu*	***Cu***
0-0,5 m UCLM95	493	**35**	383	**69**	358	**64**	483	**44**	*445*	***435***	385	**190**	*471*	***66***	154	**78**	290	**88**	*398*	***398***
0,5-1 m UCLM95	732	**34**	313	**73**	31	**23**	396	**27**	*291*	***71***	407	**97**	*253*	***29***	13	**14**	69	**48**	*159*	***159***
1-1,5 m UCLM95	328	**254**	45	**45**	36	**36**	348	**289**	*40*	***40***	396	**396**	*276*	***276***	12	**12**	694	**694**	*159*	***159***
ÄMNE	Zn	**Zn**	Zn	**Zn**	Zn	**Zn**	Zn	**Zn**	*Zn*	***Zn***	Zn	**Zn**	*Zn*	***Zn***	Zn	**Zn**	Zn	**Zn**	*Zn*	***Zn***
0-0,5 m UCLM95	2140	**98**	1029	**222**	1031	**152**	1527	**101**	*959*	***857***	945	**372**	*1618*	***242***	255	**159**	943	**307**	*1125*	***1125***
0,5-1 m UCLM95	2414	**90**	2422	**144**	102	**84**	1363	**69**	*1230*	***211***	1527	**379**	*1006*	***115***	66	**66**	298	**139**	*330*	***330***
1-1,5 m UCLM95	1659	**956**	20	**20**	209	**209**	1478	**1126**	*1004*	***1004***	1231	**1231**	*3194*	***3194***	23	**23**	1277	**1277**	*330*	***330***

***Tabell 9.2**. Sanerade mängder och generella riktvärden för MKM jämförda med beräknade värden för UCLM95 efter saneringen.*

OMRÅDE	KKO	KKV	VÄG 1	VÄG 2	JBSOB	JBSO	JBNO	JBNV	JBSV	JBB	Totalt
Pall 1 (från markytan ner till 0,5 m)											
UCLM95 efter sanering As (mg/kg TS)	12	17	18	14	27	16	25	20	19	48	
UCLM95 efter sanering Cu (mg/kg TS)	35	69	64	44	435	190	66	78	88	398	
UCLM95 efter sanering Zn (mg/kg TS)	98	222	152	101	857	372	242	159	307	1125	
Schaktade massor (m3)	3150	600	850	2900	50	1000	750	700	800	0	10800
Bortagen mängd As (kg)	1994	55	70	1527	6	99	82	64	49	0	3946
Bortagen mängd Cu (kg)	2189	366	667	2168	15	590	555	176	417	0	7142
Bortagen mängd Zn (kg)	9285	920	1939	6862	74	1628	1799	268	1340	0	24115
Klarar MKM efter sanering (As=25, Cu=200, Zn=500 mg/kg)	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**Nej**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**Nej**	
Pall 2 (rån 0,5 meters markdjup ner till 1 m)											
UCLM95 efter sanering As (mg/kg TS)	13	19	19	12	21	28	21	18	17	17	
UCLM95 efter sanering Cu (mg/kg TS)	34	73	23	27	71	97	29	14	48	159	
UCLM95 efter sanering Zn (mg/kg TS)	90	144	84	69	211	379	115	66	139	330	
Schaktade massor (m^3)	2450	500	200	2750	150	1250	550	150	250	0	8250
Bortagen mängd As (kg)	2482	221	40	2240	18	242	67	15	33	0	5358
Bortagen mängd Cu (kg)	9122	166	12	9239	4	454	55	3	12	0	19068
Bortagen mängd Zn (kg)	10000	1817	65	5993	279	2849	1228	10	282	0	22523
Klarar MKM efter sanering (As=25, Cu=200, Zn=500 mg/kg)	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	**JA**	
Pall 3 (från 1 meters markdjup ner till 1,5 m)											
UCLM95 efter sanering As (mg/kg TS)	107	20	35	126	40	85	100	12	21	17	
UCLM95 efter sanering Cu(mg/kg TS)	254	45	36	289	40	396	276	12	694	159	
UCLM95 efter sanering Zn (mg/kg TS)	956	20	209	1126	1004	1231	3194	23	1277	330	
Schaktade massor (m3)	100	0	0	700	0	0	0	0	0	0	800
Bortagen mängd As (kg)	247	0	0	2202	0	0	0	0	0	0	2449
Bortagen mängd Cu (kg)	118	0	0	381	0	0	0	0	0	0	499
Bortagen mängd Zn (kg)	793	0	0	1755	0	0	0	0	0	0	2548
Klarar MKM efter sanering (As=25, Cu=200, Zn=500 mg/kg)	**NEJ**	**JA**	**JA**	**NEJ**	**NEJ**	**NEJ**	**NEJ**	**JA**	**NEJ**	**JA**	

I tabell 9.3 har saneringens resultat i siffror beräknats och redovisas dels som antal kg som tagits bort och hur stor del den totala mängden reducerats i procent.

Tabell 9.3. *Sammanställning av beräknade mängder.*

Ämne	Mängd före (kg)	Mängd efter (kg)	Naturlig mängd (kg)	Reduktion totalt (%)	Reduktion 0-1 m (%)
As	20170	3660	3100	82	90
Cu	33440	14680	2800	56	74
Zn	123720	52340	8200	58	79

9.1 Kvarvarande restriktioner och försiktighetsåtgärder

Vid den framtida markanvändnngen kommer det att krävas försiktighetsåtgärder vid främst djupare schakter. Vid nästan alla typer av schakter under 1 m finns risk för att sprida föroreningar och därför bör s k §28 anmälan, se textruta, göras till tillsynsmyndigheten, bygg- och miljönämnden.

> En efterbehandlingsåtgärd i ett förorenat område ska enligt 28 § förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd anmälas till tillsynsmyndigheten om åtgärden kan medföra ökad spridning eller exponering av föroreningar och när denna risk inte bedöms som ringa.

Någon inskrivning i fastighetsboken är inte gjord då fastigheten under överskådliga tider kommer att vara kommunalt ägd och förvaltad.

9.2 Järnsand

Det finns förhållandevis stora mängder s k järnsand inom båtupplagsområdet och vid schakt kommer även dessa massor att kräva särskildhantering. Järnsand är en restprodukt från Rönnskärsverken och används och har använts i bygg och anläggningsprojekt i kommunen sedan 70-talet. Järnsanden innehåller normalt 20 – 300 mg/kg As, 5000 – 6000 mg/kg Cu och 10 000 – 13000 mg/kg Zn (Skellefteå kommun/Tyréns 2016) d v s generellt över åtgärdsmålen.

Järnsandens miljöpåverkan är utredd i flera omgångar och 2018 gjorde Ramböll och Tyréns en utvärdering av genomförd miljökontroll för kommunala anläggningar byggda med järnsand. Miljökontrollen var gjord avseende spridning till

grundvatten, angränsande jord och direkt avledning av lakvatten till recipient. I rapporterna konstateras endast risk för påverkan vid direkt avledning till liten recipient.

För järnsanden finns också användaranvisningar och sanden som finns på området är i stort använd enligt anvisningar men saknar för de flesta körytor en överbyggnad av asfalt. Även utanför saneringsområdet är järnsanden använd på samma sätt. I samband med klassificeringsprovtagningen har stickprover gjorts på järnsanden, tabell 9.3. Under huvudstudien gjordes också biotillgänglighetstest för arsenik i järnsanden. Resultatet visade att 14 % av As var tillgänglig vid den konstgjorda matsmältningen. Generella riktvärden beräknas med 100 % i tillgänglighet. Under huvudstudien gjordes också lakförsök på järnsanden. Resultat som visade att Cu lakades ut från järnsanden ca 40 gånger långsammare än från jordproverna från området. Zn lakades ca 10 gånger långsammare och för As var förhållandet ca 1,5 ggr långsammare.

Järnsand i samlade skikt har klassats som egen jordtyp och har inte att sanerats. Vid klassificeringen eftersträvades att analysera nivån närmast under järnsanden för att säkerställa att inte sanden låg på förorenad jord. Viss ”översanering” har skett då det inte i alla fall går isolera järnsanden i jorden som analyseras och att den då påverkar analysresultat i en riktning som innebär att åtgärdsmål överskrids.

Tabell 9.3. *Halter i järnsand inom saneringsområdet.*

	Torrsubstans	Arsenik	Koppar	Zink
Medelvärd (mg/kg TS)	99	110	5105	12955
Standardavvikelse	1	112	1127	4861
antal	22	22	22	22
UCLM95 (mg/kg TS)	99	151	5518	14738

10 Miljökontroll före under och efter saneringen

Kontroll har genomförts i tre steg:
1. Före sanering.

En omfattande klassificering av jordmassor i bestämda volymer har genomförts. Resultat från dessa analyser har även använts för friklassning.

Områdets påverkan på havet/älven har kontrollerats med provtagningar av suspenderande ämnen och metaller.

2. Under sanering.

I tabell 10.1 visas en sammanställning av den miljökontroll som genomförts under saneringen. Kontrollens genomförande beskrivs närmare i bilaga 2. Kontrollen har genomförts utan avvikelser och samtliga villkor har klarats av. Siltskärmar kräver en del hantering men då väl är på plats fungerar de bra.

***Tabell 10.1**. Översiktlig sammanställning av miljökontrollen*

Kontroll	Frekvens	Mätmetod	Dokumenteras
Lagrad mängd förorenad jord	Löpande	Schaktad volym, volymmätning av högar	Dagbok
Siltskärmar	Dagligen vid arbeten i vatten	Okulär kontroll av hål i geotextilen	Dagbok
Siltskärmar vid muddring	Daglig kontroll av partiklar i vattnet	Turbiditetsmätare/analys av suspenderande ämnen	Dagbok/protokoll
Friklassning	19 rutor med ej friklassad nivå under 1,5 m	Metallanalys av samlingsprover	Excel databas
Damning	Dagligen	Okulär kontroll av damm i luften	Dagbok
Medrag av jord på fordon	Vid utpassag från området	Okulär kontroll av jord på utrustning	Dagbok
Blöta massor	Dagligen när sådana hanteras	Okulär kontroll av jordens mättnad vid uppgrävning	Dagbok
Miljökontroll vatten	Var 4:e vecka under saneringen start vecka 22	Metallanalys och analys av suspenderande ämnen	Excel databas

3. Efter sanering.

Förändring i älvs/havsvattnet som jämförts med förhållanden före och under saneringen och redovisas i kapitel 10.2.

Någon ytterligare miljökontroll kommer inte att utföras.

10.1 Miljökontroll grundvatten

Vid mätningar före åtgärden var det både stora skillnader i analysresultat mellan olika provpunkter och mellan olika tillfällen i samma punkt. Inga befintliga relevanta provpunkter skulle heller vara intakta efter efterbehandlingen. Någon uppföljande mätning av grundvatten har därför inte genomförts och var inte planerad.

10.2 Miljökontroll av Skellefteälvens vatten

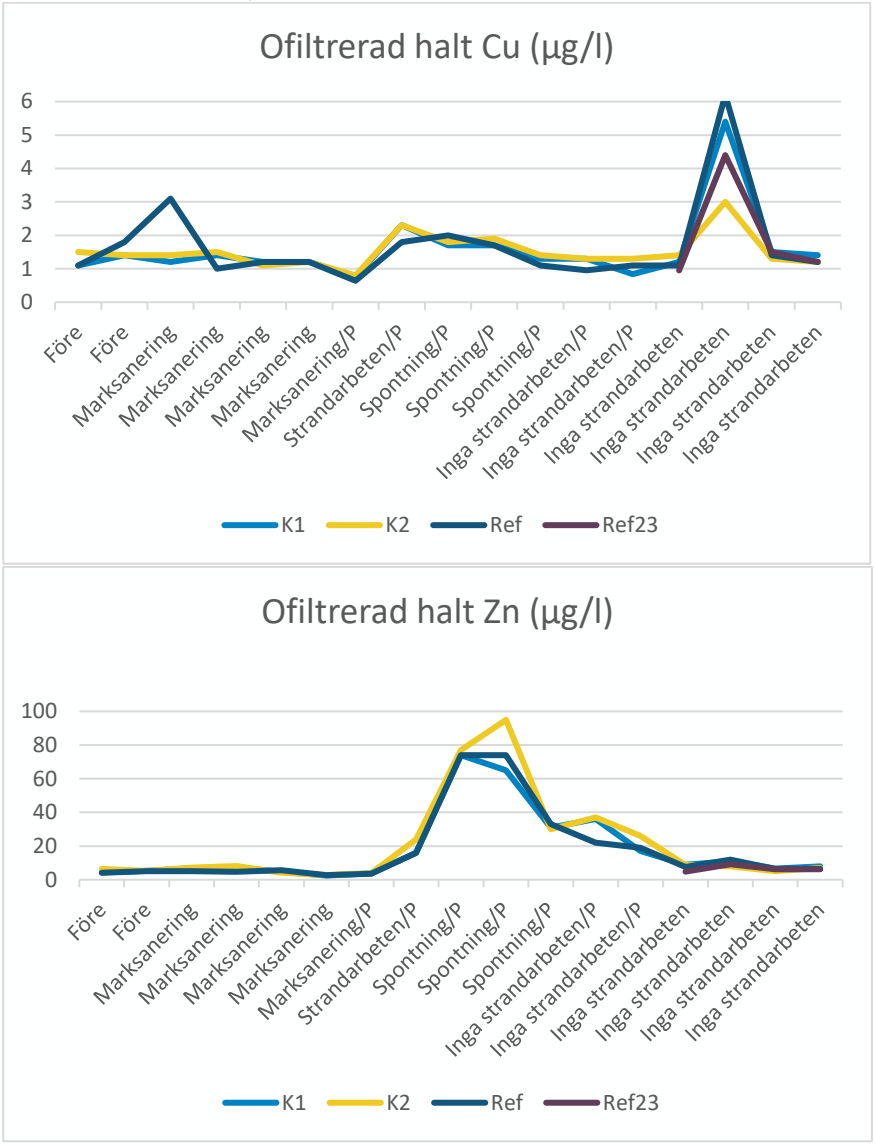
Saneringsområdet ligger i Skellefteälvens mynning i bottenviken, figur 10.1. När det gäller projektets påverkan på vattnet så är det As som främst är aktuell då vattenförekomsten inte uppnår god ekologisk status för arsenik och As dimensionerade (exponeringsrisk) saneringen. Förekomsten når inte heller god status avseende zink. Efter saneringen har läckaget från området beräknats minska motsvarande med 85 - 90 % för As och 60 – 65 % för Zn. Förändringen kommer trots det inte att vara mätbar i vattenförekomsten då årlig urlakning, som beräknats i huvudstudien, utgör ca 0,1 % av den mängd som årligen transporteras med Skellefteälven. Saneringsarbetet var dock en av åtgärderna till att förbättra förhållandena i vattenförekomsten.

Under miljöprövningen diskuterades lämpliga kontrollfunktioner av vattnet. Vanliga vattenprover, passiva provtagare och sedimentfällor diskuterades. Det slutliga valet föll på kontroll av suspenderande ämnen och analys av metaller i filtrerade och ofiltrerade prover.

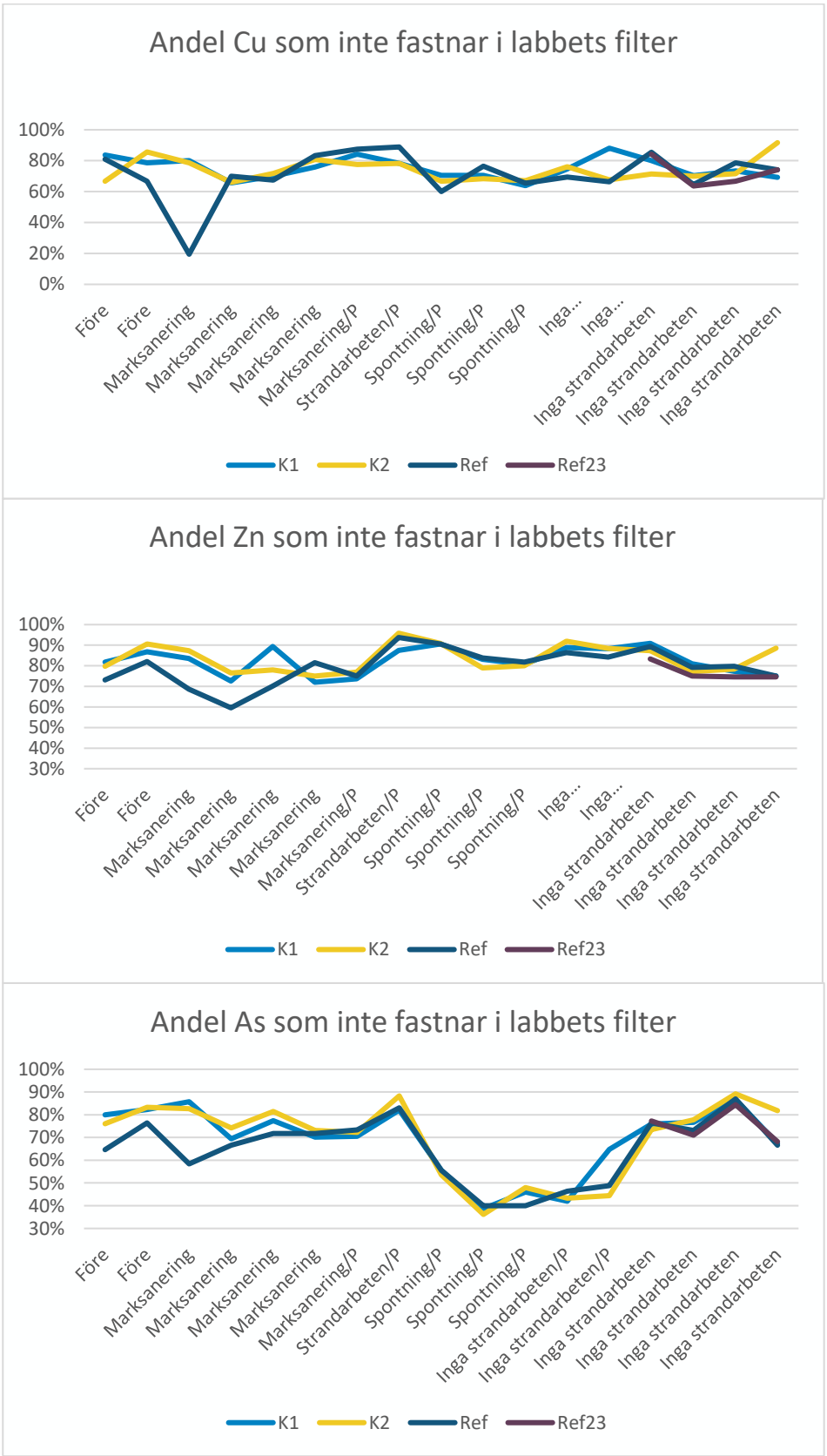
Figur 10.1 *Lägen för punkter som använts vid vattenprovtagning visade i ett sjökort för Skellefteälvens utlopp. Kontrollpunkt 1 och 2 benämns texten som K1 och K2, Referenspunkt benämns ref och extra referenspunkt 2023 benämns ref23.*

Proven är tagna med peristaltisk pump via slang ca 2 m under vattenytan. Provtagningen är utförd månadsvis och startade 2021 i maj med 2 referensprov med 5

dagars mellanrum. Provtagningen görs sedan 5 ggr 2021 med sista prov i oktober. 2022 görs också 5 provtagningar från maj och sista provet görs i september. Under 2023 genomförs provtagning 4 gånger maj – augusti. Provtagningen 2023 genomförs för att följa upp resultaten från tidigare provtagning och då med tillägg av ytterligare en referenspunkt. Tidsaxeln i figur 10.2 och 10.3 är ersatt med angivelse om vad som pågått i projektet vid provtagningstillfället och 5 första är resultat från 2021, nästa 5 från 2022 och de 4 sista från 2023.



Figur 10.2 *Resultat från miljökontroll för Cu, Zn och As. Tidsaxeln visar vad som pågått vid efterbehandling och med bokstaven P visas att pålbryggan byggs i Skellefteälven. K1 och K2 = kontrollpunkter, ref=referenspinkt och ref23=extra referenspunkt 2023.*



Figur 10.3. *Visar den procentuella förekomsten av Cu, Zn och As i löst form eller burna av partklar så små att de inte fastnar vid filtreringen på labbet. K1 och K2 = kontrollpunkter, ref=referenspinkt och ref23=extra referenspunkt 2023.*

Suspenderande ämnen(susp) har vid alla tillfällen utom ett analyserats till <5 mg/l. Vid det avvikande tillfället analyserades susp till 6,3 mg/l vid punkten referens.

När det gäller resultaten för metaller i vatten är de konfunderande då värden i referenspunkten ökar i motsvarande omfattning som i kontrollpunkterna. Tydligt för As och Zn men bara marginellt för Cu, figur 10.2. Under perioden med störst förändring (våren 2022) har endast spontning utförts och påverkan från den verksamheten borde vara marginell avseende på stor frigörelse av sedimentpartiklar. Avståndet till referenspunkten och att den ligger uppströms borde innebära en stor utspädning om källan är spontningen. Cu har en avvikelse från övriga värden i samtliga punkter vid uppföljningskontrollen 2023.

As har till stor del transporterats på partiklar, figur 10.3, men halten för susp har inte överskridit detektionsnivån. Det kan också noteras att värdena 2023 vid samtliga punkter legat i jämförbara nivåer i alla punkter men att halterna generellt ligger något högre än då projektet inleddes.

Det mesta pekar på att det inte är saneringsprojektet som är den huvudsakliga påverkaren av halterna i vattnet. Det krävs också ett kontinuerligt inflöde för att vidmakthålla de förhöjda halterna i vattnet då vattenförekomsten har en omsättningstid på 10-39 dagar (VISS).

Den sammantagna bedömningen är att annan påverkan är huvudsaklig för värdenas förändring under projekttiden. För att belysa detta har tiden för bygget av pålkajen lagts in figurernas tidsaxel med tillägget P. Pålkajen är en del av bygget av ny bro över Skellefteälven i Skellefteå stad, ca 15 km uppströms, ett bygge som pågått kontinuerligt under en längre tid. Grumlingen från det arbetet har skett inom givna villkor. Kontroll av halter i vattnet har inte ingått i det projektets miljökontroll. Bygget skulle kunna vara delaktig i påverkan.

10.3 Övrig miljökontroll

För att säkerställa att biotillgängligheten för As inte tillämpats fel vid beräkningen av platsspecifika riktvärden gjordes nya analyser efter klassificeringsprovtagningen. När riktvärdena beräknades sattes biotillgängligheten till 40 % efter att den analyserats till 45 % i ett prov och 4 % i ett annat prov.

Analyserna genomfördes på samlingsprover och utfördes av SGI, statens geotekniska institut. Resultaten, tabell 10.2, visar att tillämpningen av 40 % biotillgänglighet vid beräkning av platsspecifika riktvärden innehålls med marginal och satta mätbara åtgärdsmål förändrades inte.

Även tillgängligheten för Pb och Cu (metoden är ej validerad för detta ämne) har beräknats och även den var låg.

Tabell 10.2. *Av tabellen framgår biotillgänglighet för As utförda med UBM-metoden. För analyser utförda under klassificeringen redovisas även resultat för Pb och Cu*

Provnamn	Järnbruket 383	Kolkajen 384	J17p1/J17p2	K20p2/I26p2 /J20p2	H26p2/J18p 2
Samlingsprov	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Utförd	I huvudstudie	I huvudstudie	Projektering	Projektering	Projektering
Halt As (mg/kg)	790	100	2030	3040	1380
Biotillgänglighet As (%)	4	45	9	4	27
Halt Pb (mg/kg)			290	427	140
Biotillgänglighet Pb (%)			0,7	1,1	4,3
Halt Cu (mg/kg)			130	322	209
Biotillgänglighet Cu (%)			11	9,3	8,3

I övrigt hänvisas till beskrivningar i bilaga 2 miljökontrollprogram.

11 Kommunikation och informationsinsatser

Allmänheten och andra intressenter har informerats via en särskild hemsida som skapats för projektet, en informationstavla vid infarten till området och via tidningsreportage. Även direkta informationssamtal har hållits med kontaktpersoner men p g a pandemin arrangerades inga informationsmöten.

12 Ekonomi

Totalt har projektet kostat 41,55 miljoner kronor. Huvudmannen har haft icke stödberättigade lönekostnader för personal som deltagit i projektet till ca 160 000 kr och tillfört en ekonomisk insats, ett s k värdeökningsbidrag, som fastighetsägare till projektet. Bidraget var i ansökan beräknad till 300 000 kr och ingår i beräknad totalkostnad för projektet. Bidragsanslaget blev slutligen 41,09 miljoner kronor. I tabell 12.1 är kostnaderna sammanställda, se även bilaga 3.

Följande beslut har fattats av länsstyrelsen:

2017-01-16 Beslut om åtgärdsförberedelser med 2,5 Mkr att användas 2018
2017-07-05 Beslut om åtgärder med 48,2 Mkr fördelade med 28 Mkr 2019 och 20 Mkr 2020.
2020-02-24 Beslut om omfördelning av kvarstående bidrag. Fördelade 26 Mkr 2020 och 21,3 Mkr 2021.

2021-02-15 Beslut om omfördelning enligt tabellen.

År	Bidrag (kr)
2018	2 477 894
2019	824 531
2020	350 000
2021	23 500 000
2022	21 500 000
2023	1 950 000
Totalt:	**50 602 425**

2022-05-18 Beslut om reducering av bidrag och ny fördelning.

År	Tidigare beslutade bidrag (kr) (dnr 2616-2015 daterat 2021-02-15)	Återbetalning av oförbrukat bidrag (kr)	Utbetalningsplan för aktuellt beslut (kr)
2022	21 500 000	8 055 382	13 444 618
2023	1 950 000	-	1 950 000
Totalt:	**23 450 000**	**8 055 382**	**15 394 618**

2024-01-09 Beslut om reducering av bidrag och ny fördelning.

År	Tidigare beslutade bidrag (kr)	Återbetalning av oförbrukat bidrag (kr)	Utbetalningsplan för aktuellt beslut (kr)
2023	1 950 000	975 000	975 000
Totalt:	**1 950 000**	**975 000**	**975 000**

Tabell 12.1. *Sammanställning av kostnader. Exklusive kommunens icke bidragsberättigade lönekostnader.*

Vad	Kostnad
Projektledning	1 384 228
Projektering	3 107 225
Entreprenad kostnad (inkl schakt, transport, omhändertagande av massor, återställning, spontkaj och viss miljökontroll)	32 684 770
Återfyll (jord och bergkross)	3 343 465
Yttre miljökontroll	381 454
Efterkontroll	264 668
Miljötillsyn	222 895
SUMMA	**41 388 704**

13 Utvärdering av erfarenheter

För vissa moment underlättas genomförandet om interna resurser används eller skapas genom att anställa nödvändig kompetens. Det blir både smidigt, skapar kontinuitet och blir billigare. I projektet har egen personal använts för projektledning, upphandling, viss provtagning, provhantering och yttre miljökontroll.

Att undersöka mycket i projekteringsskedet ger också en god kontroll på projektets kostnader och möjliggör en tydligt kalkylerbar upphandling med mindre osäkerheter. I vårt fall har det varit avgörande för att pressa projektets kostnader.

Att missa att efterbehandlingsåtgärden kräver tillstånd ger stor påverkan på genomförandetiden. I vårt fall blev förskjutningen ca 2 år. Missen skedde trots lagstiftningskompetens både fanns i styrgrupp och projektstödgrupp. När det gäller åtgärder nära och i vatten kanske direkt kontakt med handläggare av just de frågorna skulle kunna vara ett sätt att undvika att missa lagkrav.

I projektet har lågförorenade ytliga massor använts som återfyll i djupare schakter där åtgärdsmålen varit högre. Detta har genomförts utan att förändra riskbilden i den färdiga åtgärden. Genom god planering har det också gått att minimera hanteringen av massorna som i de flesta fall kunnat köras direkt till återfyllnadsplatsen. Där det passar är åtgärden ett effektivt sätt att hålla nere transportbehovet och kostnaderna, se tabell 13.1.

***Tabell 13.1**. Beräkningar av effekter vid återläggning av förorenade jordmassor inom intervallet 41 - 50 mg/kg TS för As 1 m under markytan. CO_2 utsläpp vid deponering och losstagning av återfyll har inte beräknats men är sannolikt ungefär i samma storleksordning.*

Omplacerad mängd 1653 ton			
Beräknings post	Kostnader (kr)	Utsläpp CO_2 (kg)	Förändring av mängden As på platsen (kg)
Deponering	661 200	Ej beräknad	-74
Avfalls-transport	403 332	16133	0
Återfyllnads-massor	66 120	Ej beräknad	33 - 50
Transport av återfyll	59 508	2407	0
Transport omläggning	-16530	-100	0
Summa besparning	1 173 630	18440	

Det räcker inte alltid att kontrollera suspenderande ämnen för att ha kontroll på miljöpåverkan från projekt som orsakar grumling. I vårt fall skulle sannolikt en tätare kontroll av totalhalter av några projektspecifika metaller gett en större förståelse av vad som påverkat vattnets förändring av metallinnehåll.

14 Referenser

WSP 2014a. Skelleftehamn 2:7. Kolkajs- och Järnbruksområdet. Problembeskrivning och konceptuell modell. PM. 2014-06-24.

WSP 2014b. Skelleftehamn 2:7. Kolkajs- och Järnbruksområdet. Huvudstudierapport. 2014-12-04.

Avfall Sverige, 2019. Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor. Rapport 2019:01. Daterad januari 2019.

Borell, M, Boliden Mineral AB, RMS 9011. 2009-02-19. Boliden Järnsand – en kunskapssammanställning.

Skellefteå kommun och Tyréns 2016. 2016-02-04. Miljökontroll markanläggningar byggda med järnsand.

Skellefteå kommun 2018. 2018-04-17. Miljökontroll av järnsand inom Skellefteå centralort.

Tyréns 2018. 2018-09-07. Granskning av resultat från miljökontroll av järnsand inom Skellefteå centralort.

SLU Miljöövervakning 2014-09-11. Data från miljöövervakningsprogram ”flodmynningar” vid Kvistforsen, Skellefteälven.

Skellefteå kommun 2011. Fördjupade och översiktliga markundersökningar inom Svenäsområdet. 2011-04-05 Skellefteå kommun. Kommunledningskontoret. Planeringsavdelningen

Skellefteå kommun 2012. Huvudstudie Kolkajen. 2012-12-19. Tekniska kontoret. Gatu- och parkavdelningen

Skellefteå kommun 2013. Fördjupade markundersökningar på Järnbruksområdet, Skelleftehamn, Skellefteå kommun 2012. 2013-01-03. Tekniska kontoret. Gatu- och parkavdelningen.

Kalmar Läns Museum. 2009:52. Gladhammars gruvor. Arkeologisk förundersökning 2009. Gladhammars gruvområde, RAÄ 155 och 229, samt hyttområde, RAÄ 227. Gladhammar socken, Västerviks kommun, Kalmar län.

Naturvårdsverket, 2009. Rapport 5976. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. September 2009

Naturvårdsverket 2008. Rapport 5799. Förslag till gränsvärden för särskilt förorenande ämnen.

VISS. Vatteninformationssystem Sverige. https://viss.lansstyrelsen.se

www.skelleftea.se