Länsstyrelsen i Jämtlands län

Grötingen f.d. tjärfabrik (Bodsjölandet 1:14)

Utredning om föroreningsskador

HUVUDSTUDIERAPPORT

Grötingen Tjärfabrik före branden 1913. Fotograf :Okänd/Jamtlis Fotosamlingar.

Version 1.1

2015-05-19

Dokumenttitel
Grötingen f.d. tjärfabrik (Bodsjölandet 1:14)
Utredning om föroreningsskador
HUVUDSTUDIERAPPORT

Uppdragsgivare/beställare
Länsstyrelsen i Jämtlands län

Uppdragsnummer
4742

Ansvarig utredare/rapportförfattare
Johan Nordbäck

Uppdragsledare
Jan Olofsson

Övriga utredare/specialister
Kristina Johansson
Sofia Löfberg (GIS-redovisning)
Helena Jansson (tabellsammanställningar)
Klockar Jenny Nääs

Kvalitetsansvarig
Jan Olofsson

Dokumentstatus
Version 1.1

Intern rapportgranskare
Linda Myrholm

Gransknings- och revisionshistorik

Revisionsförteckning

Utgåva	Avsnitt	Förändring
1.0		Revidering till slutlig leveransversion
1.1	Bilaga 4 och kap	Kompletterande resultat
osv		

Innehållsförteckning

0 Sammanfattning 5

1 Bakgrund och syfte 6

1.1 Beställare och uppdrag 6

1.2 Bakgrund 6

1.3 Syfte och omfattning 7

1.4 Projektorganisation 7

1.5 Rapportdisposition 8

2 Områdesbeskrivning 9

2.1 Läge och ägarförhållanden 9

2.2 Recipient och skyddsobjekt 10

2.3 Mark- eller områdesanvändning 10

2.4 Nuvarande och historiska verksamheter 10

2.5 Tidigare utförda undersökningar 10

2.6 Utförda undersökningar i huvudstudien 12

3 Hydrogeologiska förhållanden 24

3.1 Topografiska och geologiska förhållanden 24

3.2 Grundvattenförhållanden 24

3.3 Recipienter och utspädningsförhållanden 26

3.4 Ytvatten och sediment 26

4 Föroreningssituation 27

4.1 Föroreningar í mark 27

4.2 Föroreningar i grundvatten 30

4.3 Föroreningar i sediment 31

4.4 Föroreningar i ytvatten 33

4.5 Föroreningar i fisk 34

5 Spridning av föroreningar 38

5.1 Spridningsvägar och recipienter 38

5.2 Ämnenas lakbarhet 38

5.3 Beräknat föroreningsläckage med grundvatten från området 39

5.4 Erosion och ytavrinning 40

6 Riskbedömning 41

6.1 Översiktlig riskbedömning 41

6.2 Övergripande åtgärdsmål 44

6.3 Konceptuell modell 44

6.4 Platsspecifika riktvärden 45

6.5 Bedömning av hälsorisker 46

6.6 Bedömning av miljörisker 47

6.7 Risker med föroreningsspridning till sjön Grötingen 47

6.8 Bedömning av åtgärdsbehov 48

6.9 Sammanfattning av risker och behov av åtgärder 48

7 Åtgärder 50

7.1 Förutsättningar för åtgärdsutredningen 50

7.2 Övergripande förutsättningar 50

7.3 Platsspecifika förutsättningar 50

7.4 Förslag till övergripande åtgärdsmål 51

7.5 Mätbara åtgärdsmål 51

7.6 Tänkbara åtgärdsmetoder 52

7.7 Alternativanalys 55

7.8 Förslag till kombinerade åtgärdsalternativ 56

8 Riskvärdering 58

8.1 Innebörden av riskvärdering 58

8.2 Sammanfattande riskvärderingmatris som beslutsunderlag 58

8.3 Projekthuvudmannens ställningstagande 59

9 Projekteringsdirektiv för vidare förberedelser inför åtgärd 59

10 Referenser 60

Bilageförteckning

1. Provpunkter jord och grundvatten (plan)
2. a. Provpunkter sediment (plan)
   b. Provpunkter ytvatten (plan)
3. a-e. Fältprotokoll jord, grundvatten, sediment (Grötingen och Idsjön), ytvatten)
4. a-j. Analysresultat sammanställning (jord, grundvatten, sediment, ytvatten, ytvatten passiv, fisk) (excel)
5. Analysprotokoll (jord, grundvatten, sediment, ytvatten, fisk)
6. a-c. Analysresultat jord (plan)
7. Analysresultat grundvatten (plan)
8. a-e. Analysresultat sediment (plan)
9. Analysresultat Cu jord och sediment (plan)
10. Platsspecifika riktvärden jord (excel)
11. a-d. Platsspecifika riktvärden jord (plan)
12. a. Åtgärdsområde jord – volymberäkningar (plan)
    b. Åtgärdsområde sediment – volymberäkningar (plan)
13. Föroreningshalter sediment
14. Riskvärderingsmatris

0 Sammanfattning

Länsstyrelsen i Jämtlands län har låtit utreda föroreningssituationen vid Grötingen f.d. tjärfabrik i Bräcke kommun, en tidigare industrifastighet från slutet av 1890-talet och fram till slutet av 1930-talet där trätjära och andra trädestillationsprodukter tillverkats. Från tjärfabriken, bestående av en kolugnsanläggning med totalt sex ugnar och tillhörande verkstad, smedja m.m. har restprodukterna från destillationsprocesserna spolats ut i sjön Grötingen via en träränna.

Föreliggande rapport omfattar en s.k. huvudstudie enligt Naturvårdsverkets riktlinjer för undersökning av förorenade områden vilket omfattar fältprovtagningar i alla relevanta medier, kemiska analyser, utvärdering av resultat samt bedömning av risker och åtgärdsbehov. Förslag på åtgärder ska också framställas.

Resultatet av utförd provtagning i Grötingen visar att marken i undersökningsområdet är kraftigt förorenad av organiska ämnen och metaller, främst koppar. Uppmätta halter visar på att föroreningar förekommer i höga halter i såväl ytliga (0-1 m) som djupare (1-3m) jordlager. Den uppskattade mängden förorening uppgår till ca 20 ton tungmetaller (främst Cu), 1 ton PAH och ca 15 ton lättare alifatiska och aromatiska kolväten. Den totala förorenade jordvolymen uppskattas till drygt 30.000 m^3.

Grundvattnet är kraftigt förorenat inom ett avgränsat område där fri fas av alifatiska, aromatiska och polyaromatiska kolväten har påvisats. Transport av lösta föroreningar i grundvatten ut mot recipienten Grötingen (del av Gimån) sker med begränsad hastighet på grund av de hydrogeologiska förutsättningar som råder.

Sedimenten är kraftigt förorenade i närområdet från den tidigare utloppsrännan från kolugnarna. Nära strandlinjen förekommer tjära i fri fas. Påverkan av tjära påvisas i sedimenten ca 200 m ut från strandlinjen och det totala utbredningsområdet för påvisad förorening utgör ca 2 ha.

Undersökningar av fisk från sjön Grötingen har dock inte påvisat någon negativ effekt på beståndet av abborre eller kvalitén som livsmedel av abborre och öring.

Det bedöms föreligga ett åtgärdsbehov för att hindra den omfattande föroreningen att spridas i framtiden och därmed utgöra en belastning på miljön inom Gimåns sjösystem. Åtgärder motiveras också av den risk för människors hälsa som föreligger för dem som vistas frekvent i området. Föreslagna åtgärder omfattar urgrävning och borttransport av förorenad jord, rening av grundvatten samt övertäckning av förorenade sediment för att förhindra fortsatt erosion och spridning av dessa. Bräcke kommun har i riskvärdering förordat åtgärdsalternativ 2 i denna rapport för vidare projektering i förberedelseskede inför åtgärd.

Länsstyrelsen Jämtlands län har klassat området till riskklass 1 (mycket stor risk) enligt MIFO efter resultaten i denna huvudstudie.

1 Bakgrund och syfte

1.1 Beställare och uppdrag

Denna huvudstudierapport är upprättad av Faveo Projektledning AB på uppdrag av Länsstyrelsen Jämtlands län. Länsstyrelsen har i egen regi utfört provtagning och analys av ytvatten genom stickprov och passiv provtagning samt undersökning av föroreningar i fisk som underlag för denna rapport.

Huvudstudien är utförd enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual. För de delar av huvudstudien som omfattar ansvarsförhållanden och myndighetsgranskning svarar uppdragsgivaren, Länsstyrelsen Jämtlands län som även tillsammans med fastighetsägaren, Bräcke kommun svarar för den slutliga riskvärderingen, val av åtgärd samt en fullständig huvudstudieredovisning för Naturvårdsverket inför en ansökan om statsbidrag för genomförande av åtgärder för avhjälpande av områdets föroreningsskador.

Efter genomförd huvudstudie återstår att besluta om Bräcke kommun som fastighetsägare ska vara huvudman vid genomförande av åtgärder för avhjälpande av områdets föroreningsskador eller om det blir ett objekt för Sveriges geologiska undersökning, SGU.

Denna huvudstudie är finansierad genom statsbidrag från Naturvårdsverket.

1.2 Bakgrund

Från slutet av 1890-talet och fram till slutet av 1930-talet har trätjära och andra trädestillationsprodukter tillverkats i Grötingen f.d. tjärfabrik, bestående av en kolugnsanläggning med totalt sex ugnar. Restprodukterna från destillationsprocesserna har spolats ut i sjön Grötingen via en träränna. Från verksamhetstiden finns dokumentation om att utsläppen till sjön har haft negativ inverkan på fisken, inte bara i den sjön, utan också nedströms i Idsjön. – Se översiktskarta i Figur 1.

Figur 1. Översiktskarta.

I direkt anslutning till tjärfabriksområdets södra del har det även funnits en ångsåg där verksamheten har pågått ca 1902–1937. Den norra stambanan passerar längs områdets sydöstra sida där den tidigare bangården för den numera nedlagda Grötingen järnvägsstation är ombyggd till en mötesstation.

Genom jord- och grundvattenprovtagningar 2006 (Ed) har det konstaterats att förhöjda halter av PAH:er, aromater, alifater, bly och koppar förekommer både i jorden och grundvattnet.

Från ytvatten i Grötingen har det tagits två stickprover (Ed, 2006), varav ett direkt intill det föroreningsskadade området där tjärfabriken har funnits. I inget av dessa två prover förekommer förhöjda halter av ämnen som tyder på att sjön är förorenad.

Genom provtagning av bottensediment (WSP, 2009 och Kemakta/Medins 2011) på åtta platser, varav den yttersta ca 600 meter från tjärfabriksområdet, har det konstaterats att i proven närmast området vid tjärfabriken, förekommer höga halter av PAH:er, alifater och aromater. Även förhöjda halter av BTEX samt metallerna koppar, vanadin och zink, liksom av fenoler, kresoler och terpener.

Ytterligare grundvattenprovtagning har utförts 2009 och 2010 eftersom området ligger inom en grundvattenförekomst (Länsstyrelsen Jämtlands län, vattenförvaltningen). Provtagningarna resulterande i både underskridande av detektionsgränser för PAH-föreningar, alifater, aromater, BTEX, fenoler och kresoler i en brunn medan i andra rör riktvärden åter överskrids.

I de tidigare undersökningarna vid detta område har det inte ingått någon undersökning av biota.

Med anledning av resultaten från de tidigare undersökningarna har Länsstyrelsen Jämtlands län beslutat om att i form av en huvudstudie enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual, genomföra fortsatta undersökningar av föroreningsskador i området för den f.d. tjärfabriken i Grötingen inom en del av fastigheten Bodsjölandet 1:14 i Bräcke kommun.

1.3 Syfte och omfattning

Syftet med uppdraget är att genomföra en komplett huvudstudie resulterande i:

- beskrivning av föroreningssituationen i området och fastställande av det förorenade områdets utbredning
- riskbedömning
- förslag till val av åtgärder för avhjälpande av områdets föroreningsskador
- underlag för projekthuvudmannens slutliga riskvärdering av det förorenade området.

1.4 Projektorganisation

Beställare av detta uppdrag är Länsstyrelsen Jämtlands län som huvudman för undersökningarna.

Bräcke kommun är tillsynsmyndighet för den nedlagda tjärfabriken och är även fastighetsägare till Bodsjölandet 1:14 intressent i denna huvudstudie. Även ägarna till fastigheterna Bodsjölandet 1:35 och 1:43 berörs.

1.5 Rapportdisposition

Denna rapport omfattar alla de delar som enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual ska ingå i en huvudstudie, utom ansvarsutredning.

En generell beskrivning av området framgår av avsnitt 2, inklusive en kortfattad historisk redogörelse.

I avsnitt 3 redovisas förutom resultaten av de nu gjorda undersökningar, även en sammanfattning av tidigare gjorda undersökningar. Området hydrogeologiska förhållanden framgår också av avsnitt 3.

I avsnitt 4 beskrivs föroreningssituationen, baserad på resultaten från nu genomförda undersökningar och tidigare undersökningar.

I avsnitt 5 redovisas spridningsberäkning och bedömning risker med spridning av föroreningar från marken och grundvattnet.

I avsnitt 6 sammanfattas bedömningen av hälso- och miljörisker från markföroreningar, föroreningar i grundvatten och föroreningar i sediment samt risker med spridning av föroreningar från området.

I avsnitt 7 redovisas möjliga åtgärds- och behandlingsmetoder med tillhörande kostnader samt bedömningar av miljökonsekvenser för olika åtgärdsalternativ. I detta avsnitt redovisas även ett underlag för beställarens riskvärdering med utgångspunkt ifrån den sammanfattande riskvärderingsmatrisen i bilaga 14.

I avsnitt 8 beskrivs riskvärderingen, vilken innebär en ”politisk” process där medicinska aspekter (hälsorisker) och miljömässiga aspekter (miljörisker) vägs mot teknisk-ekonomiska aspekter.

I avsnitt 9 redovisas övergripande projekteringsdirektiv för kommande förberedelseskede.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Läge och ägarförhållanden

Byn Grötingen ligger vid stranden av sjön Grötingen, Bräcke kommun i Jämtlands län, vid väg 323, ca 13 km norr om Bräcke tätort som ligger vid europaväg E14, ca 71 km sydost om Östersund. Denna huvudstudieutredning omfattar både ett mark- och ett vattenområde, där markområdet är knappt 4 hektar, medan vattenområdet ca 17 hektar. Det innebär ett utredningsområde som är totalt ca 21 hektar.

Huvuddelen av detta utredningsområde omfattas av fastigheten Bodsjölandet 1:14 med Bräcke kommun som ägare. I utredningsområdets markområde på ca 4 ha, ingår tre privata fastigheter, nämligen Bodsjölandet 1:35 och 1:29 samt en del av Bodsjölandet 1:43, med vardera ca 0,1 ha. På fastigheterna 1:35 och 1:42 finns bostadshus för åretruntboende– Se Figur 2.

I direkt anslutning till utredningsområdets sydöstra sida passerar norra stambanan där nuvarande mötesstation tidigare har varit Grötingens järnvägsstation med bangård. Den tidigare stationsbyggnaden på motsatt sida av järnvägen i förhållande till utredningsområdet är åretruntboende och det finns även fler fastigheter med åretruntboende i området - det totala antalet personer är ca 22 personer. Antalet fritidsboende är långt fler och på sommaren är det många fisketurister som köper fiskekort och sjösätter i Grötingen. Det finns även en fin strand med brygga, vindskydd och bastu i Storviken som nyttjas av allmänheten sommartid. Sammantaget följer av detta att sommartid kan uppemot 150 vuxna och barn tidvis vistas i området intill det område som denna huvudstudie omfatta, enligt de boende i Grötingen.

Figur 2. Utredningsområde.

2.2 Recipient och skyddsobjekt

Sjön Grötingen utgör recipient för yt- och grundvatten som rinner ut från det område som ingår i denna utredning. Sjön ingår som en del av Gimån i ett område som betecknas som riksintresse för friluftsliv och naturvård. Sjön ingår också som en del i ett Natura-2000-område som benämns Gimån och utgör ett oreglerat vattensystem i en del av Ljungans avrinningsområde. Närmast nedströms sjön Grötingen ligger Idsjön. Till Idsjön finns även ett tillflöde från Håvdsjön.

2.3 Mark- eller områdesanvändning

Av avsnitt 2.1 ovan framgår att utredningsområdets nuvarande markanvändning är att beteckna som ett frilufts- och rekreationsområde (strövområde, fiske, m.m.) samt också att det där för åretruntboende finns bostadshus med tillhörande tomter (vardera ca 0,1, ha).

Resten av utredningsområdet utgörs av skogsmark, huvudsakligen bestående av tall. En del av skogen har, som en förberedelse inför huvudstudien, nyligen avverkats för att ge utrymme för de provtagningar som ingår i studien.

Detta utredningsområde ligger utanför de områden där det finns översikts- eller detaljplaner. Den framtida markanvändningen antas fortsätta som nu, dvs. ett område för frilufts- och rekreationsändamål.

2.4 Nuvarande och historiska verksamheter

Som framgår av avsnitt 1.2 har AB Carbo från slutet av 1890-talet fram till slutet av 1930-talet tillverkat tjära och andra trädestillationsprodukter i tjärfabriken Grötingen. Alla sex ugnarna i kolugnsanläggningen är rivna, liksom de tre kondensatorhusen, reningsverket, labbet sågverket, hyvleriet (i drift ca 1902-1937) och transformatorstationen som har funnits i det område som denna huvudstudie omfattar (Ed, 2006). Inom området har det även funnits en smedja med tillhörande förråd, där det enligt uppgift har lagrats stora mängder blymönja. Förmodligen har blymönjan använts som rostskyddsmedel.

Restprodukterna från destillationsprocesserna har via en träränna spolats ut i sjön med betydande miljökonsekvenser som följd. Tyngre restprodukter (tjärämnen, bl.a. PAH:er) har sjunkit till botten och bidragit till förorening av sedimenten utanför området medan lättare fraktioner av delvis vattenlösliga produkter spridits med vattenströmmar nedeströms i vattensystemet.

Av de rivna byggnaderna och anläggningsdelarna återstår tydliga rester i form av grundkonstruktioner och utfyllnader av betong, tegel, m.m. Kvar på området finns två förfallna f.d. bostadshus för tjärfabrikens personal.

2.5 Tidigare utförda undersökningar

De tidigare utförda undersökningarna sammanfattas i detta avsnitt. – Resultaten från de tidigare undersökningarna ingår i de utvärderingar som redovisas senare i rapporten.

- **Miljöteknisk undersökning enligt MIFO (Maria Ed, Uppsala Universitet, examensarbete, 2006)**

Detta examensarbete, utfört enligt ”MIFO-modellen” (MIFO = metodik för inventering av förorenade områden), har omfattat jord, grundvatten, ytvatten och bottensediment, med stegvist genomförande, inlett med kart- och arkivstudier (MIFO – fas1), följt av översiktliga, riktade undersökningar med provtagning (MIFO – fas 2) för analyser av tungmetaller, PAH:er, fenoler, kreosoler, alifater och aromater.

Jordprovtagningen har utförts som skruvborrprov på fem platser, resulterande i nio analyserade samlingsprover.

För grundvattenprovtagning har grundvattenrör installerats i två av de fem skruvborrhålen där jordprovtagning utförts. Grundvattenprovtagningen har dessutom omfattat två befintliga brunnar inom området.

Ytvattenprovtagningen har omfattat stickprover tagna på två ställen i sjön (Grötingen), varav ett direkt utanför utloppet från den träränna där avfallsprodukterna från tjärningsprocessen har spolats ut och den andra ca 150 m längre ut från stranden.

Sedimentprovtagningen har omfattat två ytliga (0 – 5 cm) stickprover på två ställen i sjön, där nyssnämnda träränna har mynnat.

Det sammantagna resultatet av detta examensarbete är att området betecknas som ”riskklass 2” enligt ”MIFO-modellen” och att de avgörande föroreningarna i såväl jord, grundvatten, ytvatten som sediment är PAH:er, aromater, alifater, bly och koppar. Beträffande resultaten från grundvattenprovtagningen är bedömningen att föroreningsnivån betecknas som mycket allvarlig medan inga förhöjda halter har konstaterats från de två ytvattenstickproven från sjön. – Riskklass 2 innebär att den samlade risken för människa och miljö som objektet ger upphov till är stor.

- **Tjärfabriker i Jämtland, Miljötekniska undersökningar (WSP rapport 10124157, 2009)**

Dessa undersökningsar, utförda enligt ”MIFO-modellen”, har omfattat jord, grundvatten, ytvatten och bottensediment, med riktade undersökningar och provtagning för analyser av tungmetaller, PAH:er, terpener, fenoler, kreosoler, alifater och aromater vid fyra f.d. tjärfabriker i Jämtlands län, bl.a. i Grötingen. Vid Grötingen har undersökningen endast omfattat bottensedimentprovtagning på sex ställen i sjön, varav på tre ställen ytskiktsprover (0 – 5 cm) och på tre i lite djupare skikt (0 – 25-40 cm).

Det sammantagna resultatet av denna undersökning är att <u>sedimenten</u> är betecknade som ”riskklass 1” enligt ”MIFO-modellen” och att de avgörande föroreningarna i bottensedimenten är PAH:erna. PAH-halterna överstiger den högsta tillåtna koncentrationen mer än tio gånger i ett flertal prover och tillståndet kan betraktas som mycket allvarlig föroreningsnivå. – Riskklass 1 innebär att den samlade risken för människors hälsa och miljö är mycket stor.

- **Grundvattenprovtagning i ett grundvattenrör och brunnar utförd i oktober 2009 och juni 2010 (Länsstyrelsen Vattenförvaltningen)**

Denna grundvattenprovtagning omfattar tre befintliga brunnar (Bodsjölandet 1:38, 1:23 samt ”bybrunnen” på Bodsjölandet 1:33) samt de två grundvattenrör (V2 och V3) som har installerats 2006 för examensarbetet enligt ovan. Proverna har analyserats m. a. p. normala dricksvattenparametrar samt alifater, aromater, BTEX, PAH:er, fenoler och kreosoler.

Resultaten från provtagningen visar att i rör V2 överstiger halterna av PAH:er, alifater, aromater samt kreosoler gällande ritkvärden.

- **Utredningar inför ekotoxikologiska undersökningar i akvatisk miljö vid fem förorenade områden i Jämtlands län (Kemakta AR 2011-01)**

Syftet med denna utredning har varit att forma en undersökningsstrategi för att kunna bedöma riskerna för biologiska effekter i det akvatiska ekosystemet på grund av spridning av föroreningar från markområde.

I denna utredning har provtagning i sjön Grötingen omfattat två sedimentkärnor, varav en tagen ca 100 meter från trärännans utlopp och en ca 600 meter från rännans utlopp.

Som sammanfattning av föroreningssituationen avseende sedimenten konstateras att provtagningsunderlaget är otillräckligt för att göra en tillförlitlig bedömning och att det därför behövs ytterligare undersökningar av bottensedimenten i sjön tillsammans med undersökningar av biota i sjön samt kompletterande undersökningar av markområdet runt den f.d. tjärfabriken

2.6 Utförda undersökningar i huvudstudien

I detta avsnitt summeras de undersökningar som har gjorts inom ramen för denna huvudstudie i form av undersökningar av jord, grundvatten, sediment, ytvatten och fisk.

Det undersökta området framgår av Figur 2 ovan samt av kartorna i bilaga 1 och 2. – Dessutom har provtagning av sediment och ytvatten utförts i Idsjön som ligger nedströms sjön Grötingen. För undersökning av fisk har fisket omfattat sjöarna Grötingen och Idsjön samt Håvdsjön som avvattnas till Idsjön.

2.6.1 Fältarbeten

Jordprovtagning

Jordprovtagning har utförts i september 2012 enligt den provtagningsplan som Faveo redovisat 2012-08-22.

Provtagningen har först inriktats på de kända punktkällorna inom utredningsområdet, dvs. på tjärfabrikens olika enheter – kolningsugnar, tjärränna och reningsverk samt smedja och

förråd. För undersökning av föroreningarnas utbredning – både i yt- och djupled – i förhållande till dessa punktkällor, har det för hela utredningsområdet skapats ett rutnät som underlag för placering av övriga provpunkter.

Jordprovtagningen omfattar totalt 27 platser, fördelade på 10 provgropar och 17 skruvborrhål, grävda till resp. borrade till ca 2,5-3 m under markytan (m u. my).

Referensprover för jord har tagits utanför det förorenade området, uppströms i grundvattnets flödesriktning.

Provtagningspunkterna där jordprovtagning är utförd i huvudstudien är förtecknade i tabell 1 och markerade på kartan i bilaga 1. Noteringar från fältarbete för jordprovtagning framgår av fältprotokoll i bilaga 3a. Samtliga provtagningspunkter är inmätta tredimensionellt enligt koordinatsystemet SWEREF 99.

I varje provpunkt har prov tagits som samlingsprov från varje halvmetersskikt eller mellan tydliga jordartsgränser. Prov från förnaskikt (organisk jord i markytan, 0–0,2 m) har hanterats separat, resulterande i 4 samlingsprover från de 27 provtagningsplatserna.

Figur 3 visar provgrop J120. Figur 4 visar provtagning av jord med borrbandvagn (skruvprov).

Figur 3. Provgrop J120.

Figur 4. Provtagning av jord vid punkt J123 med borrbandvagn.

Tabell 1. Provpunkter för jordprovtagning

Provpunkt	Beskrivning
J101	**Skruvprov (5 prov uttagna varav 2 analyserade, samt ytprov till samlingsprov)**
J102	**Skruvprov (4 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J104	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J105	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J106	**Provgrop (5 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J107	**Provgrop (4 prover uttagna varav 2 prover analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J108	**Provgrop (4 prover uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J109	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J110	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J111	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J112	**Provgrop (4 prover uttagna 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J113	**Provgrop (3 prover uttagna varav 3 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J114	**Provgrop (4 prover uttagna 4 prover analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J115	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J116	**Provgrop (4 prover uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J117	**Provgrop (5 prover uttagna varav 5 analyserade. Inget ytprov till samlingsprov)**
J118	**Provgrop (3 prov uttagna varav 2 analyserade. Inget ytprov till samlingsprov)**
J119	**Skruvprov (3 prov uttagna varav 3 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J120	**Provgrop (6 prover uttagna varav 4 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J121	**Skruvprov (4 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J121b	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J122	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J123	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J124	**Skruvprov (7 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J125	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J126	**Skruvprov (6 prov uttagna varav 2 analyserade samt ytprov till samlingsprov)**
J127	**Skruvprov (3 prov uttagna, 0 analyserad)**
Samlingsprov ytjord 1	**från hela området**
Samlingsprov ytjord 2	**från hela området**
Samlingsprov ytjord 3	**från hela området**
Samlingsprov ytjord 4	**från hela området**

Installation av och provtagning i grundvattenrör

För genomförande av denna huvudstudie har 6 nya grundvattenrör installerats genom skruvborrning. Rören har installerats i de hål som uppstått efter utförd skruvborrning. Grundvattenrörens placering har styrts av behovet av att kunna utvärdera de hydrologiska förhållandena i området, särskilt avseende grundvattnets strömningsriktningar och därmed få ett tillräckligt underlag för bedömningen av föroreningsspridningen i området. – Provtagningspunkterna där grundvattenprovtagning är utförd i huvudstudien är förtecknade i Tabell 2 och markerade på kartan i bilaga 1. Noteringar från fältarbete för grundvattenprovtagning framgår av fältprotokoll i bilaga 3b.

Referensprover på grundvatten har tagits utanför utredningsområdet, i följande befintliga brunnar: GV101 = ”bybrunnen” på fastigheten Bodsjölandet 1:27, brunn på Bodsjölandet 1:38 och brunn på Bodsjölandet 1:23. I en av dessa referensbrunnar (GV101) har grundvattennivån mätts in och konstaterats ha en tydlig gradient in mot utredningsområdet. De övriga två brunnarna ligger inte i linje med flödet genom området och inmätning har inte utförts på grund av tekniska begränsningar för satellitmottagaren i den trädbevuxna terrängen. Vattennivåerna för de andra två brunnarna saknas därför, men med stöd av markförhållandena så är bedömningen att de statiska grundvattennivåerna i dessa brunnar är högre än i utredningsområdet.

All grundvattenprovtagning är utförd med rörhämtare (”bailer”) och utförts efter renspumpning och omsättning med minst 5 ”rörvolymer” inför varje provtagningstillfälle. Grundvattenrörens och brunnarnas lägen är inmätta tredimensionellt enligt koordinatsystemet SWEREF 99. Vid två tillfällen – 2012-10-01 och 2012-11-08 (i samband med provtagning) – har grundvattennivåerna i rören och brunnarna mätts.

I samband med all grundvattenprovtagning har temperatur, pH och konduktivitet mätts i fält.

Tabell 2. **Provpunkter för grundvattenprovtagning.**

Provpunkt	Beskrivning
Brunn 1:23	**Befintlig grävd brunn**
Brunn 1:35	**Befintlig bergborrad brunn**
Brunn 1:38	**Befintlig grävd brunn**
GV101	**Referens utanför området, befintlig brunn**
GV105	**nyinstallerat**
GV109	**nyinstallerat**
GV115	**nyinstallerat**
GV119	**nyinstallerat**
GV121b	**nyinstallerat**
GV124	**nyinstallerat**
V3	**Befintlig brunn, bevattningsbrunn**

Utspädningsförsök i grundvatten

Utspädningsförsök genom tillsats av natriumkloridlösning och efterföljande mätning av avklingande konduktivitet utfördes i GV 105, 115 och 119 under dygnet 2013-12-12→ 2013-12-13. Syftet med dessa försök var att skapa underlag för uppskattning av grundvattenflöden i det förorenade området.

Sedimentprovtagning

Genom tre tidigare undersökningar har totalt 9 prover tagits i bottensedimenten i sjön Grötingen, i det bottenområde som ingår i huvudstudiens utredningsområde enligt Figur 2. Vid tidigare sedimentprovtagning har dessutom ett prov tagits i utanför nuvarande utredningsområde. Som underlag för en bedömning av föroreningsspridningen från markområdet till sjösedimenten har det i huvudstudien utförts sedimentprovtagning på 22 platser i sjön Grötingen och på 2 platser i Idsjön.

Provtagningsplatsernas placeringar i sjön Grötingen är valda för att täcka in både ackumulations- och transportbottnar.

Provtagningspunkterna där sedimentprovtagning är utförd i huvudstudien, är förtecknade i Tabell 3 och markerade på kartan i bilaga 2a. Noteringar från fältarbete för sedimentprovtagning framgår av fältprotokoll i bilaga 3c och 3d. Provtagningsplatserna för sedimentprovtagning har bestämts efter resultatet av sjömätningar (med ekolod Lawrence Sonar LSS-2, HDS) utförda av Faveo och av Länsstyrelsen Jämtland. Vid provtagningen har provtagningsplatsens läge mätts in tredimensionellt (GPS) och djupet till botten lodats med ekolod.

Sedimentprovtagningen har utförts i slutet av september 2012 och utförts med ekmanhämtare och rörprovtagare (kajakprovtagare), där ”provpropparnas” längd varierat mellan 20 och 90 cm. Provtagningen med rörprovtagare har försvårats av sedimentens lösa konsistens resulterande i svårigheter att göra en distinkt skiktindelning av sedimentpropparna. På platser där bottenskiktet är grovkornigt (grusigt/stenigt) har provtagning med rörprovtagare ersatts med bottenhuggare (ekmanhämtare) med vilken prover från de översta 5-8 cm av sedimenten tagits.

Närmast strandlinjen har provtagningen försvårats av förekomsten av sjunktimmer, barkskikt och flis på stenig botten. Även tegel och andra rivningsrester har påträffats på botten. I sedimentprov tagna på 10–14 meters djup, utanför den tidigare tjärrännan, är sedimenten dyiga och glansiga av tjärprodukter. I provet från WTP10 förekommer tjära som seg och klumpig svart ”gegga”.

Referensprov från bottensediment i sjön Grötingen har tagits uppströms från undersökningsområdet. Prover från ackumulationsbottnar har tagits på en plats nedströms i Grötingen samt i två platser i Idsjöns djupaste delar.

I Figur 5, figur 6 och Figur 7 visas exempel på sedimentprov.

Figur 5. **Sedimentpropp WTP4, Idsjön.**

Figur 6. **Mycket lösa och dyiga sediment.**

Figur 7. **Mycket lösa och dyiga sediment.**

Tabell 3. Provpunkter i bottensediment.

Provpunkt	Beskrivning
Grötingen Ref 1	**Ett prov taget och analyserat**
Grötingen Ref 3	**Ett prov taget och analyserat**
Idsjön ref 4	**Två prov tagna, båda analyserade, 0-30 cm samt 30-50 cm**
Idsjön största djup	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 5	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 6	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 8	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 9	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 10	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 11	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 12	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 13	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 14	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 16	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 17	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 18	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 19	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 20	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 21	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 22	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 23	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 24	**Ett prov taget och analyserat**
WPT 27 och 31	**Kompletterande dykprovtagning, ett prov ur vardera punkt (2013-09-25)**

Kompletterande dykinventering av bottenkaraktär

För att skapa en tydligare bild av bottenkaraktären som underlag för åtgärdsutredning avseende bottensedimenten genomfördes en dykinventering 2013-09-25. Inventeringen genomfördes punktvis i sektorer från land vid tidigare utlopp för tjärrännan och utåt ca 100 m mot sjöns mitt (se bilaga 2c). I varje punkt bedömdes bottenkaraktären av dykare med avseende på struktur, förekomst av sten/block samt andra material såsom timmer, tegelrester m.m.

I två punkter(WPT 27 och 31) togs även sedimentprov från djupare skikt (10-30 cm under bottenytan) för kompletterande analys av PAH.

Ytvatten

Vid miljöundersökningen enligt MIFO (Ed, 2006) har två stickprover tagits på ytvatten i Grötingen intill avloppsrännans utlopp i sjön.

Som underlag för en bedömning av föroreningsspridningen från markområdet till sjön har Länsstyrelsen Jämtland utfört ytvattenprovtagning i sjön Grötingen med hjälp av s.k. passiva

provtagare placerade på fyra ställen i sjön, där även sedimentprovtagning senare har utförts. (För att undvika risk för att ”störa” de passiva provtagningsutrustningarna har sedimentprovtagningen utförts sedan den passiva provtagningen avslutats.) – I anslutning till de fyra platserna där ytvattenprovtagning har utförts med hjälp av passiv provtagningsutrustning, har även ”vanliga” vattenprover tagits som stickprover.

Provtagningspunkterna där ytvattenprovtagningen har utförts, är förtecknade i Tabell 7 och syns på kartan i bilaga 2b.

Provtagningen med passiva provtagare har utförts under perioden 2012-09-10—2012-09-26.

Provtagning av suspenderade ämnen i ytvatten

Kompletterande provtagning av ytvatten i form av högvolymsfiltrering har genomförts vid två tillfällen under 2014. Syftet var att skapa underlag för bedömning av eventuell pågående spridning av PAH i suspenderade ämnen genom filtrering och analys av PAH i partikulärt material från ytvattnet.

Provtagningen har utförts vid två tillfällen, ett under tidig vår (från is) för att mäta tillståndet vid den period under året då vattnet har minst rörelse/omsättning och därmed resuspension av partikulärt material. Det andra tillfället valdes under hösten då vindförhållanden vanligen skapar en period av maximal resuspension. Dessvärre uppstod aldrig optimala vindförhållanden för höstprovtagningen varför den istället genomfördes under artificiell omblandning skapad med propellerströmmar längs botten. Detta skedde i syfte att röra upp partikulärt material som är utsatt för resuspension vid kraftig naturlig omblandning.

Provtagningen utfördes genom pumpning av vatten från ca 0,5 m ovan botten vid två lokaler, en referenslokal uppströms och en provlokal vid tjärrännans utlopp. Totalt pumpades ca 100 liter vatten från vardera punkt vid båda provtagningstillfällena.

Fiskundersökningar

Som underlag för en bedömning av föroreningsspridningen från markområdet till sjön har fiske av abborre utförts av Länsstyrelsen Jämtlands län. Fisket har ägt rum utanför den före detta tjärfabriken i Grötingen. Fiske har även utförts i Håvdsjön, vilken har utgjort referenssjö eftersom det i anslutning till sjön inte förekommit några kända miljöfarliga verksamheter. Håvdsjön är belägen nordost om Grötingen och har även ett tillflöde till Idsjön.

Fisket har utförts i Grötingen genom utsättning av nät på kvällen 2012-09-10 och upptag av fisken morgonen därpå. I Håvdsjön har utsättning av nät respektive upptag av fisk skett 2012-09-26—27 samt 2012-09-27—28.

Ytterligare underlag för fiskundersökningar har utgjorts av 3 st öringar som fångats av ortsbefolkningen under hösten 2013.

Stabilitetsutredning

I en huvudstudie ingår normalt att även utföra en stabilitetsutredning som underlag för åtgärder för att avhjälpa föroreningsskadorna i utredningsområdet. I denna huvudstudie har det inte ingått att utföra särskilda stabilitetsundersökningar. Som underlag för en översiktlig bedömning av detta områdes stabilitetsförhållanden har observationer gjorts i samband

med de skruvborrningar och provgropsgrävningar som har utförts för de kemiska undersökningarna av jorden.

2.6.2 Laboratorieanalyser

Samtliga laboratorieanalyser har utförts av ALS Scandinavia AB. Nedan redovisas en sammanställning över alla laboratorieanalyser fördelade på alla parametrar och medium (jord, grundvatten, sediment, ytvatten (inkl. passiva provtagare) och fisk).

Jordprovsanalyser

Analyser har utförts av laboratoriet ALS Scandinavia AB. Proverna har analyserats med avseende på metaller, PAH, oxy-PAH, alifater, aromater, BTEX, fenol och kresol, terpener, TOC. Antalet analyser som har utförts redovisas i tabell 4

Tabell 4 Antalet utförda laboratorieanalyser på jordprov.

Ämne	antal
Metaller	**56**
PAH	**75**
Oxy-PAH	**29**
Alifater	**75**
Aromater	**75**
BTEX	**75**
Fenol och kresol	**56**
Terpener	**56**
TS	**75**
TOC	**56**

Grundvattenprovsanalyser

I provpunkterna GV115 och GV119, var tillrinningen mycket långsam och mängden vatten räckte inte till de planerade analyserna. I dessa provpunkter var vattnet riktigt svart och luktade starkt av tjära. I de övriga rören var tillrinningen något snabbare och avsedd provmängd kunde uttas.

Analyser har utförts av det ackrediterade laboratoriet ALS Scandinavia. Proverna har analyserats med avseende på metaller, PAH, alifater, aromater, BTEX, fenol, kresol, terpener och TOC. Antalet analyser som har utförts redovisas i tabell 5

Tabell 5 Antalet utförda laboratorieanalyser på grundvattenprov.

Ämne	Antal
Metaller	**16**
PAH	**17**
Alifater	**17**

Ämne	Antal
Aromater	**17**
BTEX	**18**
Fenol och kresol	**13**
Terpener	**7**
PH	**16**
TOC	**16**

Sedimentprovsanalyser

Analyser har utförts av laboratoriet ALS Scandinavia AB. Proverna har analyserats med avseende på metaller, PAH, oxy-PAH, alifater, aromater, BTEX, fenol och kresol, terpener, TOC, glödförlust. Antalet analyser som har utförts redovisas i Tabell 6.

Tabell 6 Antalet utförda laboratorieanalyser på sedimentprov.

Ämne	Antal
Metaller	**23**
PAH	**23 + 2 (dykprov)**
Oxy PAH	**3**
Alifater	**23**
Aromater	**23**
BTEX	**23**
Fenol och kresol	**11**
Terpener	**5**
TS	**23**
TOC	**23**
Glödförlust	**23**

Ytvattenprovsanalyser

Ytvatten har provtagits av Länsstyrelsen Jämtlands län med passiva provtagare och som stickprov.

Passiva provtagare har placerats ut på fyra platser enligt Tabell 7 och bilaga 2b under en treveckorsperiod 2012-09-10 – 2012-09-26. Provtagarna har placerats i de djuphålor där sedimentprovtagning har skett. Sedimentprovtagning har skett efter avslutad mätperiod för att inte riskera kontaminering av de passiva provtagarna.

Provtagaren för de organiska ämnena har placerats ca en halvmeter ovanför botten. Provtagaren för metaller har placerats ca en meter ovanför botten. Syftet med placeringen nära botten har varit för att detektera de halter som eventuellt frigörs genom resuspension från sedimenten. Provtagningsprotokoll bifogas i bilaga 3e.

Proverna från passiva provtagare har analyserats med avseende på metaller (anjoner och katjoner), PAH, alifater och BTEX.

Passiv provtagning av metaller har genomförts med DGT-provtagare för anjoner samt katjoner. Alifater och PAH har provtagits med SPMD-membran och BTEX med PS VOC. Fältblank har använts för SPMD-membranet och har placerats i provpunkt Grötingen 3, vilken fick vara representativ för alla provpunkter. Provtagning och lagring/transport av provtagare har skett enligt vägledningen (bilaga 8) från Länsstyrelserna 2012. I de fall vägledningen inte har varit fullständig har instruktioner från laboratoriet ALS Scandinavia AB följts. Talk- och ftalatfria engångshandskar har använts under provtagningen.

Temperatur har under hela provtagningsintervallet mätts ca en halvmeter ovanför de passiva provtagarna en gång i timmen med en templogg. Vid upphämtning har även pH och konduktivitet mätts på samma vattendjup som de passiva provtagarna.

Stickprov av ytvatten har skett vid upptag av de passiva provtagarna. Prov har tagits med Ruttnerhämtare vid samma plats och djup som de passiva provtagarna varit placerade på.

Analyser på stickprov har utförts med avseende på metaller, PAH, alifater, aromater, BTEX, TOC.

Analyser av metaller och TOC har skett på både filtrerade och ofiltrerade prover. Filtrering av stickproverna har sett i fält med 0,45 µm-filter.

Talk- och ftalatfria engångshandskar har använts under provtagningen. Provtagning och lagring/transport av provtagare har skett enligt vägledning från Länsstyrelserna 2012.

Tabell 7. Provpunkter ytvattenprov.

Provpunkt	Beskrivning
Grötingen 1	**Sjön Grötingen, referensprov, stickprov och passiv provtagare**
Grötingen 2	**Sjön Grötingen, precis utanför tjärfabriken, stickprov och passiv provtagare**
Grötingen 3	**Sjön Grötingen, en bit nedströms tjärfabriken, stickprov och passiv provtagare**
Grötingen 4	**Sjön Idsjön, stickprov och passiv provtagare**

Analyser har utförts av laboratoriet ALS Scandinavia AB. Antal analyser som har utförts redovisas i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 8. Antalet utförda laboratorieanalyser på ytvatten stickprov.

Ämne	Antal
Metaller	**8**
PAH	**4**
Alifater	**4**
Aromater	**4**
BTEX	**4**
TOC	**8**

Tabell 9. Antalet utförda laboratorieanalyser på ytvatten med passiva provtagare.

Ämne	Antal
Metaller katjoner	**4**
Metaller anjoner	**4**
PAH	**4**
Alifater	**4**
BTEX	**4**

Analyser avseende kompletterande högvolymsprovtagning och PAH i partikulärt material har utförts av ALS. Vattnet transporterades till SGI grovlab i Sundsvall där det filtrerades med tryckfiltreringsutrustning (kvävgas, 2 bar) genom glasfiberfilter (GF/F, ca 0,7 µm porstorlek) i dubbelprover, dvs ca 50 liter /filter. Filtren sändes för torkning, vägning, extraktion och analys av PAH ur det partikulära material som filtrerats från ytvattnet.

Fiskanalyser

Fiske av abborre har utförts av Länsstyrelsen Jämtlands län och har skett precis utanför den f.d. tjärfabriken i Grötingen. Fiske har även utförts i Håvdsjön, vilken har utgjort referenssjö där det i anslutning till sjön inte förekommit några kända miljöfarliga verksamheter.

Utsättning av nät har utförts i Grötingen på kvällen 2012-09-10 och upptag av fisken morgon därpå, 2012-09-11. I Håvdsjön har utsättningen skett 2012-09-26 samt 2012-09-27 med upptag på morgonen 2012-09-27 samt 2012-09-28.

Fisket utfördes i möjligaste mån enligt bilaga 10 i vägledningen från Länsstyrelserna 2012. Instruktionerna överensstämmer i huvudsak med Naturhistoriska Riksmuseets rutiner för nationell övervakning av miljögifter i fisk från limnisk miljö. Det som praktiskt har avvikit från vägledningen har varit att fisk i det rekommenderade storleksintervallet på 16-19 cm inte har erhållits i någon av sjöarna. De minsta abborrar som erhållits har varit inom intervallet 23-24 cm. Även större individer har sparats och delats in i storleksintervaller för analys. Indelningen har gjorts utifrån att storleksintervallen skulle bli så lika som möjligt för de två sjöarna.

Inom varje storleksintervall har samlingsprov tagits ut på labbet från de individer som ingick i intervallet. Prov har tagits på både muskel och lever.

Utöver abborre(Ab) har även laxfiskar analyserats. Underlaget har utgjorts av 3 st öringar (Ör) som fångats av ortsbefolkningen och överlämnats till Länsstyrelsen i Jämtland. Dessa fiskar är fångade i Grötingen och individuella prov av muskel samt ett samlingsprov av lever har analyserats på laboratoriet.

Muskel har analyserats med avseende på metaller, metylkvicksilver, PAH och fetthalt. Metylkvicksilver har endast analyserats i de minsta och största storleksgrupperna samt öringarna (av ekonomiska skäl).

Lever har analyserats med avseende på metaller, PAH och fetthalt.

Indelning av individerna i storleksintervall och antal redovisas i Tabell 10. Analyser har utförts av laboratoriet ALS Scandinavia AB.

Tabell 10. Antal och storleksindelningar för samlingsprov. Ab= abborre, Ör = öring.

Provlokal	Storlek	Antal fiskar	Provlokal	Storlek	Antal fiskar
Håvdsjön	**23-24 cm**	**8 st (Ab)**	**Grötingen**	**23-24 cm**	**6 st (Ab)**
Håvdsjön	**26-27 cm**	**3 st (Ab)**	**Grötingen**	**26-27cm**	**10 st (Ab)**
Håvdsjön	**27,5-29 cm**	**3 st (Ab)**	**Grötingen**	**28 cm**	**4 st (Ab)**
			Grötingen	**37-43 cm**	**3 st (Ör)**

3 Hydrogeologiska förhållanden

Området domineras enligt SGU:s jordartskarta av isälvssediment med lite inslag av morän. Tidigare utförda undersökningar med jordprovtagning har visat på en dominerande jordart av grusig sand, överlagrad av ett ca 15 cm tjockt jordtäcke av organiskt material. Större stenar och block har påträffats liksom tegelrester i marken.

3.1 Topografiska och geologiska förhållanden

Marken i det aktuella undersökningsområdet lutar svagt mot sjön Grötingen. I området där reningsverket stått är något högre än i övriga området. Strandlinjen är stenig och blockrik.

De geologiska förhållandena i området karaktäriseras av att under ett 0,10–0,15 m tjockt förnaskikt med hög organisk halt följer sandigt grusigt material ner till provgrops-/borrhålsbotten ca 3 m u. my. Närmast stranden är marken stenig och blockig. Vid provtagningen har provgropsschaktningen och skruvborrningen avslutats innan berggrunden påträffas, dvs. den ligger djupare än 3 m u. my. I provpunkt 102 har berg påträffats på djupet ca 1,7m u my. Denna bergrygg har genom grävning bedömts sträcka sig som en vattendelare mellan uppströmspunkten 101 och det undersökta området.

Berggrunden antas bestå av intrusiva bergarter (huvudsakligen granit), delvis omvandlade, med en ålder på 1860-1770 miljoner år. Vid trärännan på land och vid dess mynning i vattnet, påträffades tegelrester från rivning av byggnader.

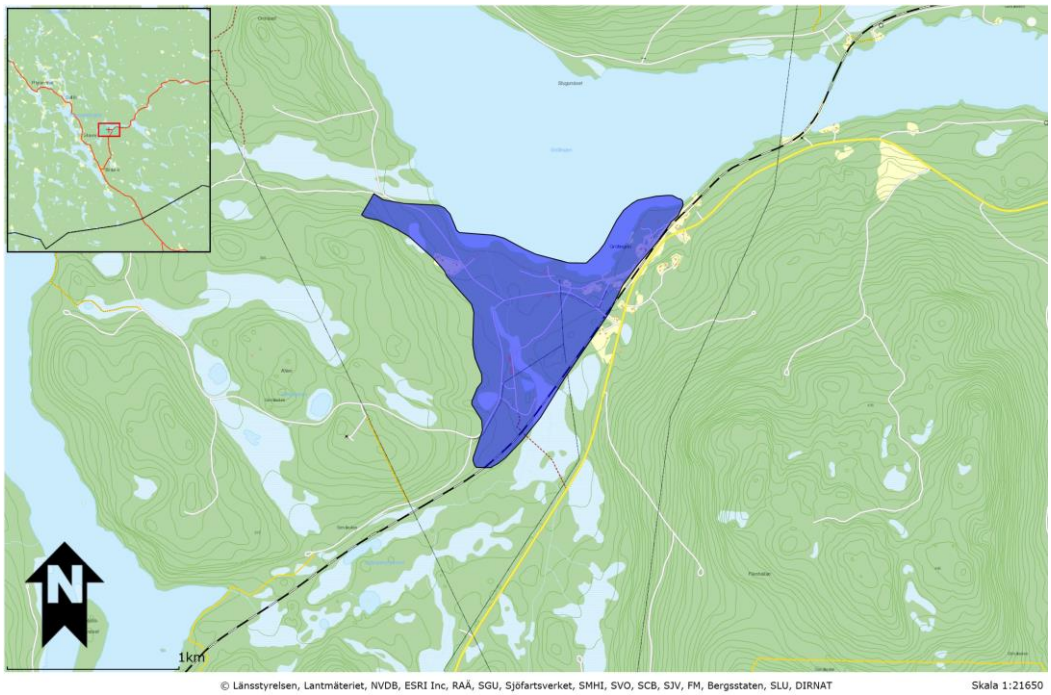
3.2 Grundvattenförhållanden

Området har en grundvattenförekomst med en area av ca 100 ha, enligt Figur 8. Den naturliga grundvattenbildningen är ca 340 000 m^3/år. Detta motsvarar en grundvattenbildning om ca 11 L/s beräknad på hela förekomstens yta. Enligt SMHI är årsnederbörden på området 500 mm/år och årsavdunstningen motsvarar 300 mm/år.

Inom detta område har grundvattenytan påträffats inom 1,3 – 2,5 meter under markytan. De grundvattenförande jordlagren utgörs av grusig sand. På grund av det grova jordmaterialet är marken väldränerad.

Utspädningsförsök med tillsats av NaCl- lösning (koksalt) och efterföljande övervakning av den avklingande konduktiviteten har bekräftat den lokalt stillastående akvifären inom föroreningsområdet nedströms vattendelaren som beskrivs under 3.1. Stillastående grundvatten indikerades i rören gv 115 och 119, relativt mot gv 105 (se bilaga 1) där en tydlig avklingning/ utspädning till följd av grundvattenomsättning kunde konstateras.

Grundvattenförekomsten bedöms **inte uppnå god kemisk status** då undersökningarna vid tjärfabriken har visat på halter av bensen och beno(a)pyrene som överskrider riktvärdena för grundvatten (VISS (Vatteninformationssystem Sverige), 2014). Området med uppmätta föroreningar utgör dock endast en mindre del av vattenförekomsten, inga föroreningar har uppmätts i grundvattenförekomsten i övrigt. Det finns en risk att god kemisk status inte uppnås 2021 då det är osäkert om det förorenade området hinner åtgärdas och ge effekt på grundvattenkemin till 2021. Kvalitetskravet är god kemisk grundvattenstatus med förslag till tidsundantag för bensen och beno(a)pyrene till år 2021. Beslut om nya kvalitetskrav med undantag tas i december 2015.



Figur 8. Grundvattenförekomst för Grötingen.

Grundvattenförekomsten utgörs av isälvsavlagringar som består av öppna akvifärer i sand och grus med varierande mäktighet samt även issjösediment och grunda älvsediment. Grundvattenytan i området nära sjön har observerats i vattenförande grovkorniga jordarter

ca 1,3 – 2,5 m u my. Trots att grundvattnet är relativt rörligt är upphållstiden ofta lång. Kalcium- och magnesiumhalter beror på bergartsinnehållet och järnhalterna beror på om grundvattnet bildas i en reducerad miljö.

Hela grundvattenförekomsten är belägen inom ett delavrinningsområde med låg kvävebelastning från enskilda avlopp.

3.3 Recipienter och utspädningsförhållanden

Se även avsnitt 2.2.

Sjön har en miljökvalitetsnorm med kvalitetskrav god ekologisk status år 2015. I den nya statusklassningen som gjordes 2014 bedömdes sjön Grötingen ha **måttlig ekologisk status** på grund av kontinuitetsförändringar och höga halter av koppar (som klassas som ett särskilt förorenande ämne) i närheten av gamla tjärfabriken. Baserat på den nya statusklassningen har vattenförekomsten föreslagits omfattas av undantag i form av tidsfrist till 2021 från miljökvalitetsnormen att uppnå god ekologisk status.

Grötingen har en miljökvalitetsnorm med kvalitetskrav god kemisk status (exkl. kvicksilver) 2015. Undersökningarna som gjorts i anslutning till gamla tjärfabriken visar på höga halter av PAH i sediment överskridande gränsvärden. Vattenförekomsten bedöms därför **inte uppnå god kemisk status** på grund av de lokala föroreningarna. Då det inte är klart hur efterbehandling av det förorenade området ska ske har vattenförekomsten föreslagits få ett tidsundantag från kvalitetskravet för ämnena PAH och antracen till 2021.

Beslut om nya kvalitetskrav med undantag tas i december 2015.

Vattnet i sjön klassas som naturligt då det idag inte bedöms vara kraftigt modifierat eller konstgjort. Denna klassning ingår i vattendelegationens beslut från 2009-12-22.
Sjön Grötingen har ett maxdjup >35 meter och ett medeldjup om ca 8 meter.

Flödet i Gimån är enligt uppgift (bevarandeplan Natura 2000, Länsstyrelsen Jämtlands län) 18 m3/s vid Gimdalen.

3.4 Ytvatten och sediment

Närmast strandlinjen är lösa sediment bortspolade och botten utgörs av sten och block där stockar och grenar förekommer. Där trärännan för tjära ansluter till vattnet, förekommer krossat tegel. Lösa sediment med inslag av fri fas tjära fyller ut utrymmet mellan stenar.

4 Föroreningssituation

4.1 Föroreningar i mark

Totalt har 134 prov tagits och 75 st. prov har skickats till analys. De prov som inte har analyserats har sparats för eventuell kompletterande analys efter resultatutvärdering.

Uppmätta halter av förorening i jord har i första skedet jämförts mot generella riktvärden:

- KM enligt Naturvårdsverkets rapport 5976 Riktvärden för förorenad mark, generella riktvärden tabell 8.1 sid 92-93.
- MKM enligt Naturvårdsverkets rapport 5976 Riktvärden för förorenad mark, generella riktvärden tabell 8.1 sid 92-93.

En sammanfattning av påvisade föroreningshalter avseende jord redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. **Föroreningshalter sammanställning av analysresultat i jord.**

Punkt	Nivå	Över KM	Över MKM
J104	**0-1** **2-3**	**Pb, aromater>C10-C16**	**Cu** **Cu**
J107	**0-1**	**Cu, Pb, PAH (M,H)**	
J108	**0-1** **1-2** **2-3**	**Hg, PAH (H), aromater>C10-C16, fenol och kresol** **aromater>C10-C16** **Pb, PAH (M), alifater>C8-C10, alifater>C5-C16, alifater>C16-C35, xylener**	**Cu, Pb** **Cu, PAH (L), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16**
J109	**0-1** **1-2** **2-3**	**PAH (H), alifater>C16-C35** **PAH (L,H), alifater >C16-C35, aromater>C8-C10, aromater>C16-C35** **PAH (H), alifater>C16-C35, aromater>C16-C35, toulen, etylbensen, xylener**	**Cu, aromater>C10-C16** **PAH (M), aromater>C10-C16, bensen** **Cu, PAH (L,M), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16, bensen, fenol och kresol**
J110	**0-1**	**Cd, Pb, PAH (M,H), aromater>C10-C16, bensen**	**Cu, Zn**
J113	**0-1** **0,7-2**	**PAH (M,H), alifater>C16-C35, fenol och kresol** **PAH (M,H), alifater>C16-C35, aromater>C16-C35, fenol och kresol**	**Cu, aromater>C16-C35** **Cu, aromater>C10-C16**
J114	**0-1** **0,7-2** **1,8-3**	**aromater >C10-C16** **PAH (M,H), alifater>C16-C35, aromater>C10-C16, aromater>C16-C35** **PAH (H), alifater>C16-C35, aromater>C16-C35, toulen, xylener**	**Cu** **aromater>C10-C16** **PAH (L,M), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16, bensen, fenol och kresol**
J115	**0-1** **1-2** **2-3**	**PAH (M), fenol och kresol** **PAH (M), aromater>C8-C10** **PAH (M), xylener, fenol och kresol**	**PAH (L), aromater>C10-C16** **PAH (L), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16** **PAH (L), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16**
J116	**0-1** **0,7-2** **1,7-3**	**PAH (H), alifater>C16-C35, aromater>C16-C35, fenol och kresol** **PAH (L,M,H), alifater>C16-C35, aromater>C8-C10, aromater>C10-C16, aromater>C16-C35** **PAH (L,M), aromater>C8-C10**	**PAH (M), aromater>C10-C16** **aromater>C10-C16** **aromater>C10-C16**

Punkt	Nivå	Över KM	Över MKM
J117	**0-1,1** **1-2** **2-3**	**Cu, PAH (H), alifater>C12-C16, alifater>C5-C16, alifater>C16-C35, aromater>C16-C35**	**PAH (L,M), aromater>C8-C10, aromater>C10-C16, fenol och kresol** **aromater>C10-C16** **aromater>C10-C16**
J119	**0-1** **1-2** **2-3**	**PAH (M,H), alifater>C16-C35, fenol och kresol** **PAH (L,M,H), alifater>C16-C35, aromater>C8-C10, aromater>C16-C35** **PAH (L,M), alifater>C16-C35, aromater>C8-C10**	**Cu, aromater>C10-C16** **aromater>C10-C16** **Cu, aromater>C10-C16**
J120	**0-1** **0,7-2** **2-3,3**	**Pb, alifater>C12-C16, alifater>C5-C16** **aromater>C10-C16** **Cu, PAH (H), aromater>C10-C16**	**Cu, PAH (L,M,H) alifater>C16-C35, aromater>C10-C16, aromater>C16-C35, fenol och kresol**
J121	**0-1**	**Cd, Hg, PB, Zn, PAH (H), fenol och kresol**	**PAH (M), aromater>C10-C16**
J121b	**0-1**	**PAH (L), fenol och kresol**	**PAH (M,H), aromater>C10-C16**
J122	**0-1**	**alifater>C16-C35**	
J125	**0-1**	**PAH (M), aromater>C10-C16, fenol och kresol**	
S1	**ytjord**	**PAH (L), aromater>C16-C35**	**Cu, PAH (M.H), aromater>C10-C16**
S2	**ytjord**	**Pb, Zn, PAH (H), aromater>C10-C16, fenol och kresol**	**Cu**
S3	**ytjord**	**PAH (M,H)**	**Cu, Pb**
S4	**ytjord**	**Cd, Pb, PAH (M,H), alifater>C16-C35, aromater>C10-C16, aromater>C16-C35**	**Cu, Zn**

Generellt gäller att den allvarligaste föroreningen i jord huvudsakligen påträffas inom ett avgränsat område där tidigare kolugnar, tjärränna och reningsverk varit belägna (se vidare 4.2). Föroreningen sträcker sig från ytan ner till grundvattnet på 2-3 meters markdjup. Djupare jordprover än 3 meter har inte omfattats av denna undersökning. Då föroreningen uppstått från vätskor med specifik vikt lättare än vatten kan föroreningen antas ha bromsats i djupled av grundvattenytan.

En överslagsberäkning av totala föroreningsmängder i jord baserad på den utbredning och haltförekomst som påträffats sammanfattas i tabell 12. Beräkningen baseras för område 1 på skikt om 3x1 meter (0-1, 1-2 m, 2-3 m u m y) med vardera 8800 m^3 och område 2 i skiktet 0-1 meter och volymen 4800 m^3, Bilaga 12a. I tabell 12 är dessa resultat sammanslagna till en total mängd föroreningar i jord.

Tabell 12. **Uppskattade föroreningsmängder i jord.**

Ämne	Mängd (kg)
Cu	**16142**
Pb	**1960**
Zn	**4084**
PAH L	**261**
PAH M	**633**
PAH H	**98**
Alifater C16-C35	**6944**
Aromater C8-C10	**1045**
Aromater C10-C16	**6113**
Aromater C16-C35	**530**
Fenol och kresol	**223**

4.1.1 Polycykliska aromatiska kolväten – PAH:er inkl. Oxy-PAH:er

Analysresultaten visar att PAH (L, M och H) överskridande riktvärdet för MKM och KM förekommer på alla provtagna nivåer (0-3 meter) inom området för industribyggnaderna, främst längs kolugnarna samt vid källaren och vid reningsverket. I punkterna J121, J121b och J125 noteras halter av PAH över MKM och KM endast i skiktet 0-1 m u my.

Oxy-PAH:er har detekterats i punkterna J104, J107, J108, J109, J110, J113, J114, J115, J116, J117, J119, J121, J121b, J125 och samlingsprov 1-4.

4.1.2 Tungmetaller

Metaller överstigande riktvärdet för MKM och KM förekommer främst inom området för industribyggnaderna (se ritningar Bilaga 6a-c), men även i punkt J121 i nordöstlig riktning i området. Analysresultaten visar på förekomst av kadmium, zink och kvicksilver på nivån 0-1 meter i tre punkter, där zink överskrider MKM i punkten J110, övriga värden överskrider KM. Koppar överstigande MKM noteras främst i punkterna som följer stråket från smedjan och mot kolugnarna och förhöjda halter förekommer på alla provtagna djup (0-3 meter). Koppar överstigande KM och MKM finns även vid reningsverket, och även där på hela djupet 0-3 meter. Blyhalter överskridande MKM och KM finns på nivån 0-1 meter.

4.1.3 Alifater och aromater

Alifater överstigande KM förekommer på alla nivåer (0-3 meter) inom området för industribyggnaderna (samma utbredning som PAH) samt i punkt J122 (0-1 meter). I punkten J120 överskrids riktvärdet för MKM i nivån 0-1 meter. Analysresultaten visar även att aromater förekommer på alla nivåer (0-3 meter) inom området för industribyggnaderna, d.v.s. stråket längs kolugnarna och kring reningsverket. I punkterna J121, J121b och J125 noteras aromater över MKM och KM endast i nivån 0-1 meter.

4.1.4 BTEX

Analysresultaten visar förekomst av BTEX främst på nivån 2-3 meter i fyra punkter i stråket längs kolugnarna, både överskridande KM och MKM. I punkt J121b påvisas förekomst av bensen som överskrider riktvärdet för MKM och i punkt J110 över KM i nivån 0-1 meter.

4.1.5 Kresoler och fenoler

Fenol och kresol förekommer i samma område kring kolugnarna och reningsverket som övriga analyserade ämnen och i alla nivåer ned till tre meter och överstiger KM och MKM. I punkterna J121, J121b och J125 förekommer fenol och kresol i nivån 0-1 meter och överstiger KM. Se Tabell 11 samt **bilaga** 4d.

4.1.6 Terpener

Terpener har detekterats i punkterna J107, J108, J109, J113, J114, J115, J116, J117, J119, J102 samt i samlingsprov 4. Generella riktvärden för terpener i mark saknas, det finns gränsvärden för inomhusluft men dessa är således inte applicerbara utomhus.

4.2 Föroreningar i grundvatten

Uppmätta halter av förorening i grundvatten har utvärderats mot:

- Riktvärde för grundvatten på nationell nivå enl. bilaga 1 i SGU-FS 2008:2
- Referensvärden på nationell nivå för grundvatten i jord enligt bilaga 2 i SGU-FS 2008:2
- Utgångspunkt för att vända trend angiven som koncentration enl. bilaga 1 i SGU-FS 2008:2
- Bedömningsgrunder för grundvatten SGU rapport 2013:01.
- SPI´s Rekommendation. Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, december 2010. Tabell 5.10, Förslag på riktvärden för grundvatten map dricksvatten samt miljörisker för ytvatten och våtmarker.

Påvisade föroreningshalter i grundvatten har sammanställts i Tabell 13.

Tabell 13. Föroreningshalter- sammanställning av analysresultat i grundvatten.

Punkt	Referensvärden på nationell nivå för grundvatten i jord enligt bilaga 2 i SGU-FS 2008:2	Utgångspunkt för att vända trend angiven som koncentration enl. bilaga 1 i SGU-FS 2008:2	Riktvärde för grundvatten på nationell nivå enl. bilaga 1 i SGU-FS 2008:2
GV101	**Cr, Zn**		
GV109	**Co, Cr, Cu, Ni, V**	**Pb**	**Benso(a)pyren, bensen**
GV115	**As, Co, Cr, Cu, Ni, V**	**Pb**	
GV119	**As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, V**	**Pb, bensen**	**Benso(a)pyren**
GV121b		**Pb**	**Benso(a)pyren**
GV124	**Co**		
V3	**Cd, Cu**		

Fri fas av lättare och tyngre kolväten förekommer ovanpå grundvattnet i stråket längs de f.d. kolugnarna vilket medför att analyserna försvåras. Inom detta område är således grundvattnet mycket förorenat. I de bybrunnar som provtagits och analyserats utanför det förorenade området påträffades ingen förorening.

Underlaget för beräkning av total mängd förorening i grundvatten är inte tillräckligt på grund av de uttagna provens innehåll av fri fas. En uppskattning av den förorenade akvifärens volym görs i 4.2 nedan.

4.2.1 Polycykliska aromatiska kolväten – PAH:er

I punkterna GV109, GV119 och GV121b förekommer PAH (benso(a)pyren). Se Tabell 3 samt bilaga 4a och 7.

Summa PAH detekteras i följande punkter: GV105, GV109, GV115, GV119, GV121b och GV124. I brunn 1:23 och 1:38 detekterades även PAH L (naftalen) vid lägsta rapporterings-gräns.

4.2.2 Tungmetaller

Metaller förekommer främst i stråket längs kolugnarna (punkterna GV109, GV119 och GV 115) och ut mot punkten V3. I övrigt förekommer metaller i punkterna GV 121b, GV 101 och GV 124.

4.2.3 Alifater och aromater

Alifater och aromater detekteras i punkterna GV109, GV115, GV119 och GV121b.

4.2.4 BTEX

Bensen förekommer i punkterna GV109 och GV119. I övrigt detekteras BTEX i punkterna GV115, GV119 och GV121b.

4.2.5 Kresoler och fenoler

Kresol och fenol detekteras i GV115 och GV124.

4.2.6 Terpener

Terpener detekteras i punkten GV115.

4.3 Föroreningar i sediment

Sediment har utvärderats mot

- Klassning av tillstånd avseende metaller i sediment enligt Naturvårdsverkets rapport 4913 tabell 19.
- Statistisk klassning av organiska miljögifter i sediment längs Sveriges kust enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 tabell 30, 2011.
- RIVM report 711701020 (2001), tabell 4.2.

- ECB European Union Risk Assessment Reoprt Coal-Tar Pitch CAS No: 65996-93-2, tabell 3.71.
- MKM och KM enligt Naturvårdsverkets rapport 5976 Riktvärden för förorenad mark, generella riktvärden tabell 8.1 sid 92-93. Ej relevant för sediment men i brist på andra jämförelsedata medtas dessa som referensvärden.

Sammanfattning analysresultat sediment redovisas i tabellform, i Bilaga 13.

En överslagsberäkning av totala föroreningsmängder i sediment baserad på den utbredning och haltförekomst som påträffats sammanfattas i tabell 14. Beräkningen baseras för område 1 och 2 i skiktet 0-0,1 meter och volymen 3450 m^3 (område 1) och volymen 1880 (område 2) Bilaga 12b.

Tabell 14. Uppskattade föroreningsmängder i sediment.

Ämne	Mängd (kg) område 1	Mängd (kg) område 2
Cu	**39**	**18**
Pb	**19**	**11**
Zn	**50**	**26**
PAH L	**1**	**0**
PAH M	**6**	**0**
PAH H	**1**	**0**
Alifater C16-C35	**98**	**141**
Aromater C8-C10	**2**	**0**
Aromater C10-C16	**32**	**1**
Aromater C16-C35	**4**	**0**
Fenol och kresol		

4.3.1 Polycykliska aromatiska kolvägen – PAH:er inkl. Oxy-PAH:er

Analysresultaten visar på förekomst av PAH (L, M och H) som överskrider riktvärdet för MKM och KM. För detaljerad fördelning av respektive ämne se Bilaga 13. I punkten WPT10 överskrids riktvärdet för MKM för PAH L, M och H. Referenspunkterna i Grötingen och Idsjön var opåverkade av PAH.

I de två prover som togs vid dykinventering, avseende skiktet 0,1 – 0,3 m, uppmättes förhöjda halter av PAH L och PAH M vilket indikerar att det förekommer förorening även i djupare sediment i område 1, närmast utloppet från tjärrännan.

Oxy-PAH:er har detekterats i punkten WPT10.

4.3.2 Tungmetaller

Resultaten av metallanalyserna för sedimentproverna visar mycket låga till låga halter av As, Cd, Pb och Zn, enligt Naturvårdsverkets rapport 4913. Metallerna Cr och Ni finns i mycket låga till måttligt höga halter. Provpunkterna med måttligt höga halter återfinns i de punkter

som ligger längst ut från stranden. För Hg noteras måttligt hög halt i en punkt (WPT 13). Gällande Cu ligger halterna inom intervallen måttligt höga halter till mycket höga halter.
I referenspunkten ”Grötingen Ref 3” klassas den uppmätta halten arsenik som höga halter, klass 4, enligt Naturvårdsverkets rapport 4913, samt i referenspunkten ”Idsjön ref 4, 0-30 cm, klassas den uppmätta halten arsenik som måttligt hög halt, klass 3. Halten Cu ligger inom intervaller måttligt höga halter för alla referenspunkter förutom ”Idsjön största djup” där halten ligger inom intervallet låga halter.

4.3.3 Alifater och aromater

Uppmätta halter av alifater och aromater förekommer över riktvärdet för KM och MKM i ett större utbredningsområde än PAH, med de högsta halterna i punkt WPT10 (alifater >C16-35 4560 mg/kg TS jämfört med MKM 1000 mg/kg TS samt aromater >C10-C16 1540 mg/kg TS jämfört med MKM 15 mg/kg TS). Uppmätta halter av PAH, alifater och aromater har jämförts med KM och MKM i jord, då jämförvärden för dessa ämnen i sediment, saknas.

4.3.4 BTEX

BTEX förekommer i WPT10.

4.3.5 Kresoler och fenoler

Fenol och kresol förekommer i ett fåtal punkter, exempelvis i WPT10 (mycket högt) samt i WPT21.

4.4 Föroreningar i ytvatten

Ytvatten utvärderat mot

- Klassning av tillstånd avseende metaller i vatten enligt Naturvårdsverkets rapport 4913 tabell 18
- Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG)

4.4.1 Polycykliska aromatiska kolväten – PAH:er inkl. Oxy-PAH:er

PAH:er detekteras vid nivå för lägsta rapporteringsgräns med avseende på PAH L (acenaften) i två punkter i Grötingen, dock ej i Idsjön.

4.4.2 Tungmetaller

Metaller undantaget kadmium och kvicksilver, påvisas i samtliga vattenanalyser.

4.4.3 Alifater och aromater

Aromater och alifater underskrider detektionsgräns för analysen.

4.4.4 BTEX

BTEX underskrider detektionsgräns för analysen.

4.4.5 Passiv provtagning

Utvärderingen av resultat från passiv provtagning har skett genom relativa jämförelser mellan provpunkterna, uppströms och nedsröms samt i källområdet. Mellan punkterna i Grötingen kan inga tydliga skillnader påvisas, varken i fråga om förekomst/tillgänglighet av organiska eller oorganiska ämnen. I referenspunkten som är lokaliserad i Idsjön, nedströms i sjösystemet, påvisas förekomst av flera PAH:er. Orsaken till detta är inte klarlagd, det kan röra sig om en skillnad i provtagningsmaterial eller en okänd källa i Idsjön.

4.4.6 Högvolymsprovtagning

Vid vårprovtagningen filtrerades totalt 109 liter vatten från referenspunkten (i anslutning till referens Grötingen 1) och 111 liter från provpunkten utanför tjärrännans utlopp. Dessa volymer fördelades på dubbelprover, dvs 2 filter från vardera punkt som extraherades och analyserades individuellt m a p PAH av ALS Scandinavia. Resultaten gav inga detekterbara halter i något av proven (se bilaga 4i) varför ett försök att slå ihop extrakten och koncentrera proverna utfördes på lab. Inga PAH:er kunde påvisas men en lägsta rapporteringsgräns för summa 16 PAH, omräknat mot volymer och spädningsfaktorer på lab ger ett analysvärde som motsvarar en total halt partikulärt bundna PAH i sjövatten motsvarande < 0,7 ng/l.

Vid höstprovtagningen påträffades en större mängd partiklar i vattnet. Filtreringsförfarandet utfördes på motsvarande sätt som för vårproverna. Totalt filtrerades 41-42 liter /filter, dubbelprov från vardera lokal. Separata analyser på vardera prov påvisade PAH i ett av referensproven men inga detekterbara halter kunde påvisas i provet från utloppsrännan. Under provtagningen observerades dock en tydlig tjärlukt från vattnet.

Provtagningen utfördes vid höstttillfället med forcerad strömbildning vilket medförde en heterogen partikelförekomst. Ursprunget till PAH-innehållet vid referenspunkten är inte klarlagt, det kan bara tolkas som en indikation om att det förekommer PAH i en resuspenderande partikulärt bunden form vid provtagningslokalen. Endast ett av dubbelproven visade en sådan förekomst.

4.5 Föroreningar i fisk

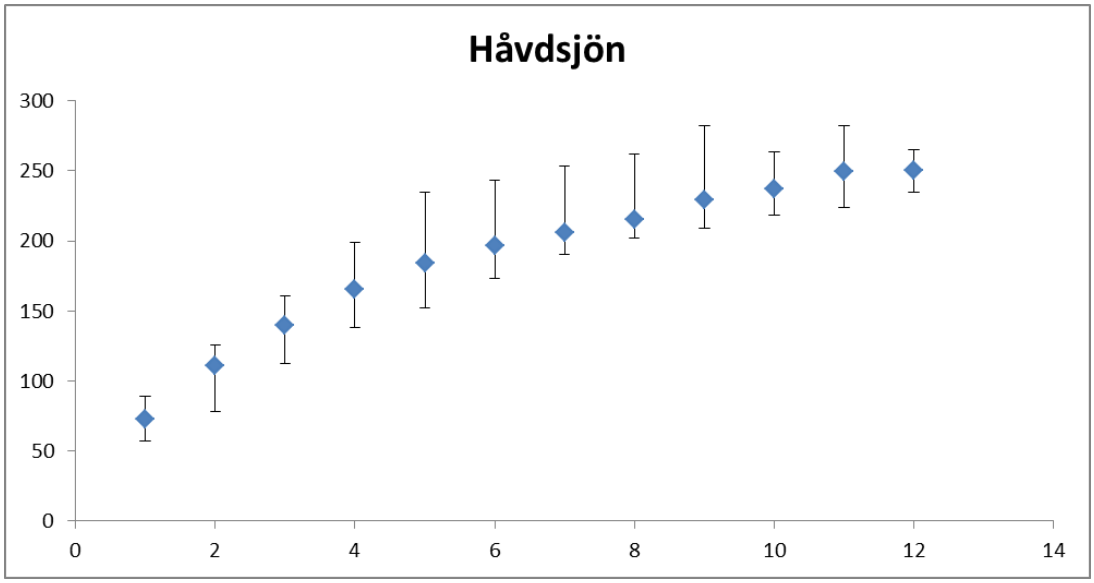
Fisk utvärderat mot

- Internationellt överenskomna eller föreslagna gränsvärden (mg/kg våtvikt). Naturvårdsverket Havet 2012. Pb och Cd: EC, QS sekundär förgiftning. Hg: EC, EQS sekundär förgiftning. Environmental Quality Standards (EQS) alternativt Quality Standards (QS) framtagna inom EU. * EQS föreslaget av EU.
- Naturvårdsverkets rapport 4914 Bedömningsgrunder för miljökvalitet Kust och Hav, tabell 35 - abborre.
- Naturvårdsverkets rapport 4913 Bedömningsgrunder för miljökvalitet Sjöar och Vattendrag, tabell 21 Kvicksilver i fisk - gädda.

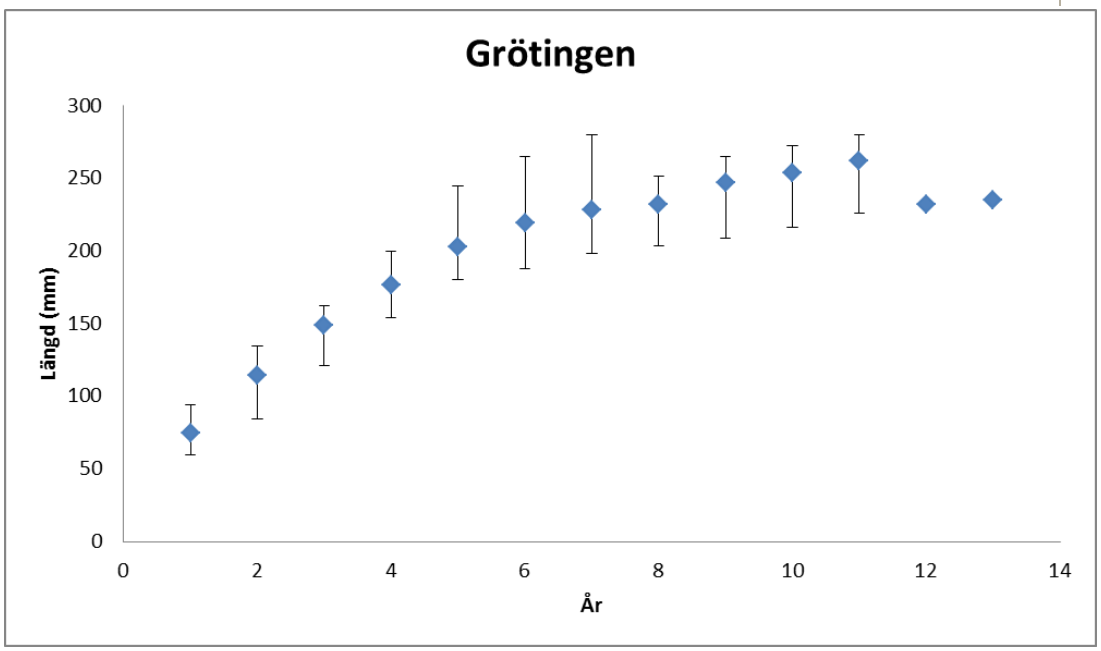
- Rapport 2010:12, Länsstyrelsen Dalarnas län. Metaller i fisk i Dalälvens sjöar, faktorer som påverkar, förändring i tiden. Data avseende jämförelser för Laxfiskar har använts, medelvärden från 32 sjöar.
- Nationella och regionala övervakningsprogram, IVL databas. Resultat från Stor- Björsjön i Jämtland avseende koppar i lever från röding, 2007-2012. Totalt 60 analyser/individer (medelålder 5 år).
- IVL Rapport B1576. Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslokaler.

Åldersbestämning har utförts på samtliga individer av Magnus Kokkin på Sötvattenslaboratoriet SLU, 2012(abborre) och 2014 (öring). Åldersbestämning har utförts för att få veta hur mycket åldern skiljer på abborrar inom samma storlek i dessa områden. För samtliga fiskar i detta material är åldersbestämningen av ”normal säkerhet”.

Sötvattenslaboratoriet har även utfört tillbakaräkningar för tillväxt (fisklängd) olika år för abborre. Mätningar har gjorts av tillväxtzonerna på fiskens gällock. I Figur 9 och 10 visar medelvärden på fisklängder i vid år 1, år 2, år 3 ….osv. Staplarna visar standardavvikelsen (max/min-värden).

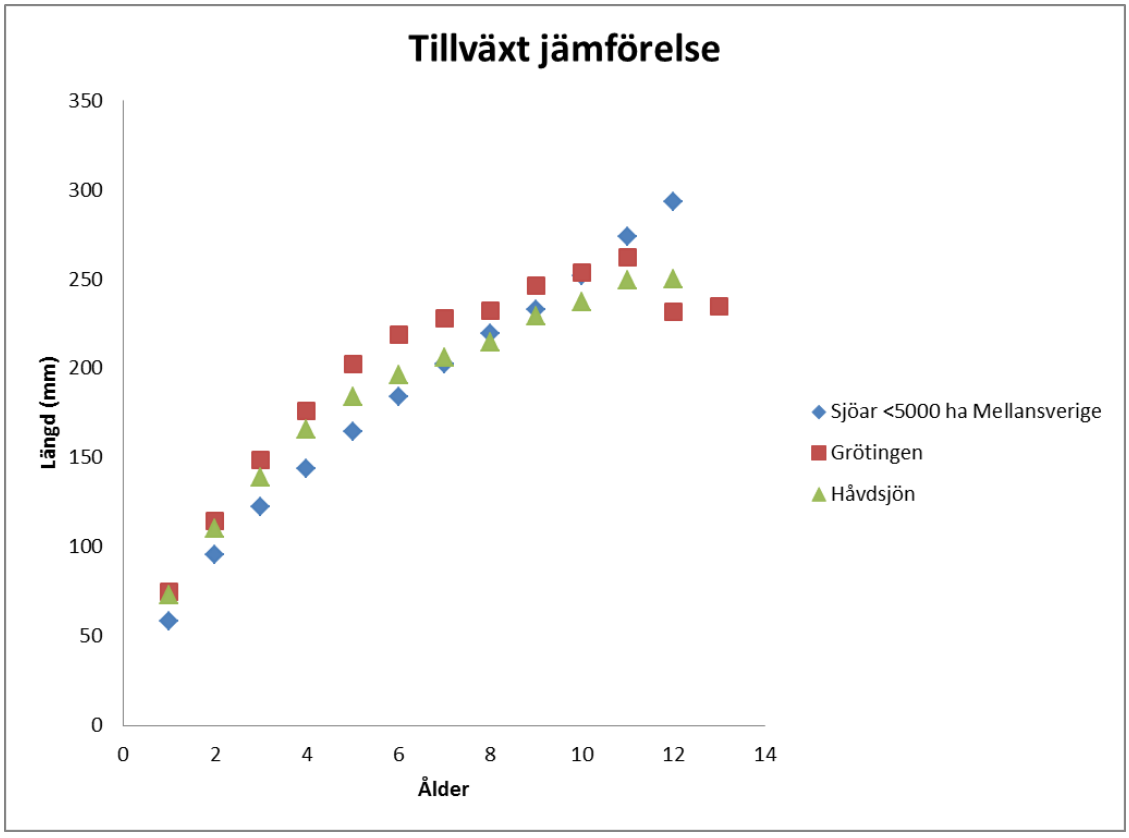


Figur 9. Medelvärden på fisklängder av abborre vid år 1, år 2, år 3 ….osv. Staplarna visar standardavvikelsen (max/min-värden).



Figur 10. Medelvärden på fisklängder av abborre vid år 1, år 2, år 3 ….osv. Staplarna visar standardavvikelsen (max/min-värden).

För att kunna relatera medelvärden redovisade i Figur 9 och 10 ovan, visas i Figur 11 nedan en graf där medelvärden från ”mellansvenska sjöar <5000 ha” är inkluderade.



Figur 11. Medelvärden i tillväxt av abborre i Grötingen, Håvdsjön jämfört med ”mellansvenska sjöar” < 5000 ha.

Tillväxten hos fiskarna från båda sjöarna är god redan första året och upp till ca 7 års ålder varefter den planar ut något. De två sista punkterna från Grötingen är lägre än föregående

beror på att det endast är en fisk kvar vid denna ålder och att denna växte sämre än genomsnittet.

Variationen i tillväxt blir tydlig från ca 4 års ålder. Vid 5 år är t ex den minsta abborren i Håvdsjön strax över 15 cm, medan den största är över 23 cm. Tillväxten i de båda sjöarna följer ungefär samma kurva, dock förefaller abborrarna i Grötingen ha en något högre genomsnittlig tillväxthastighet. Det kan således inte påvisas någon negativ faktor som skulle inverka på fiskens tillväxt i Grötingen i jämförelse med referenssjön.

Den yngsta fisken utanför tjärfabriken är 5 år och några ettåringar fanns inte. Åldern skiljer väldigt mycket mellan de olika storleksgrupperna.

Analysresultaten för metaller i lever från abborre visar förhöjda halter av Cd, Cr, Cu, Ni och Zn i båda sjöarna enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 Bedömningsgrunder för miljökvalitet Kust och Hav, tabell 35 - abborre. Jämförelser mot Naturvårdsverkets rapport 4913 Bedömningsgrunder för miljökvalitet Sjöar och Vattendrag, tabell 21 Kvicksilver i fisk – gädda, visar låga till mycket höga halter Hg i lever. De högsta halterna av tungmetaller har dock påträffats i leverproverna från Håvdsjön som utgör referenssjö. Analysresultaten för muskel visar mycket låga till låga halter Hg i fisk från båda sjöarna.

Föroreningsinnehållet i laxfiskar (öring) från Grötingen har jämförts med dels en omfattande studie från Dalälvens sjösystem (tot 32 sjöar) samt resultat från Stor-Björsön i Jämtland vilken ingår i det nationella programmet för miljöövervakning. Det material som utgjort underlag från Grötingen är endast 3 st fiskar men jämförelsen är trots detta relevant som indikator på eventuella avvikelser.

I bilaga 4j redovisas jämförelsen avseende metaller. Inga tydliga avvikelser kan påvisas med avseende på metallhalter i laxfiskars muskler eller lever. En något förhöjd kopparhalt i leverprovet i jämförelse med Stor-Björsjön (medel, 60 fiskar över 6 år) finns påvisad men nivån infaller inom standardavvikelsen för jämförvärdet och flera maxhalter har därmed påträffats i Stor-Björsjön vilka överskrider Grötingens värde.

I bilaga 4j redovisas resultat från PAH-analyser i både muskel och lever från öring. Muskelprover har analyserats individuellt för de tre individerna och <u>inga detekterbara halter</u> har påvisats. Tillgången på relevanta jämförelsedata är mycket begränsad för PAH i laxfiskar. I muskelvävnad har IVL gjort en studie för andra fiskarter i olika bakgrundslokaler, både insjöar och kustvatten. De har påvisat förekomst av ett flertal olika PAH:er , vanligast är naftalen och övriga inom klassen PAH L (lätta) men även tyngre PAH förekommer i ett flertal av de över 70 lokaler som undersökts. Jämförelsedata från IVL:s databas från miljökontroll avseende PAH i muskel från enstaka rödingar i Stor-Björsjön samt Norrbotten och Västerbotten har påvisat naftalen och phenantren (Stor- Björsjön).

I leverprovet, som utgör ett samlingsprov från de tre fiskarna, uppmättes naftalen och bens(k)fluoranten. Halterna, normaliserade mot lipidvikt, uppgår till 0,91 ng/g lipid för naftalen och 0,14 ng/g lipid för bens(k)fluoranten. För dessa värden har det inte påträffats någon relevant jämförelsedata.

5 Spridning av föroreningar

5.1 Spridningsvägar och recipienter

I detta område sprids föroreningar till den angränsande recipienten – sjön Grötingen – genom grundvattenflödet från området, ytvattenavrinningen därifrån samt genom erosionen av sjöstranden.

Jordlagren i utredningsområdet i Grötingen är relativt vattengenomsläppliga (hydraulisk konduktivitet = 1 · 10-4 m/s) varför föroreningsspridningen inte bara sker genom de ämnen som är lösta i grundvattnet, utan också i form av förorenade partiklar.

Områdets topografi gör att ytavrinning mot sjön endast sker från en del av utredningsområdet, nämligen ett strandområde som omfattar ca en tredjedel (ca 1,5 ha) av utredningsområdet. Den ständiga erosionspåverkan som sker genom sjöns vågrörelser och även via sjöisens rörelser leder också till spridning av områdets föroreningar till sjön.

Eftersom markområdets föroreningar är täckta av ett förnaskikt så sker ingen föroreningsspridning via vinderosion (damning) av områdets markyta.

5.2 Ämnenas lakbarhet

Av utvärderingen av föroreningssituationen i avsnitt 4 (tabell 11, 12) framgår att två av de mest allvarliga, dimensionerande föroreningarna i detta område är:

- Koppar
- PAH-H

I vilken grad dessa ämnen frigörs från den förorenade jorden (lakbarheten) bestämmer den halt som kan förekomma i grundvattnet och därmed den mängd föroreningar som sprids (läcker ut) från området till den angränsande recipienten, sjön Grötingen.

I denna studie har inte laktestning utförts. Beräkningen av föroreningsläckaget (föroreningsspridningen) till sjön Grötingen baseras endast på ämnenas medelhalter i grundvattnet i det mest förorenade området, dvs. i rörbrunnarna Gv109, Gv 115 och Gv119 jämfört med ämnenas generella värden (Kd-/Koc-väden) enligt Naturvårdsverkets anvisningar, med följande resultat:

<u>Koppar</u>:

- Medelhalt i jord (109, 115 och 119): 752 mg/kg TS
- Medelhalt i grundvatten (109, 115 och 119) 425 µg/L
- Kvot 1250 L/kg
- Kd-värde enl. NV 600 L/kg

För att vara på den säkra sidan tillämpas NV:s Kd-värde, resulterande i en dimensionerande kopparhalt i grundvattnet på 1253 µg/L vid beräkning av läckaget från området.

PAH-H:

- Medelhalt i jord (109, 115 och 119): 5,1 mg/kg TS
- Medelhalt i grundvatten (109, 115 och 119) 16,7 µg/L
- Kvot 305 L/kg
- Kd-värde enl. NV 10 000 L/kg

Tillämpas NV:s Kd-värde blir resultatet 0,5 µg/L. För att vara på den säkra sidan tillämpas det 16,7 µg/L som den dimensionerande PAH-H-halten vid beräkning av läckaget från området.

5.3 Beräknat föroreningsläckage med grundvatten från området

Beräkningen av föroreningslackaget från området via grundvattnet är baserad på följande underlag som är ett resultat av iakttagelser från provtagningen och undersökningarna i utredningsområdet:

- Områdesbredd mot recipient och dit grundvattenströmning sker, m 50
- Grundvattengradient, m/m 0,001
- Hydraulisk konduktivitet, m/s $1{,}0 \cdot 10^{-4}$
- Förorenade akvifärens utsträckning i djupled, m 0,5

Dessa värden resulterar i att grundvattenflödet från området till omgivande recipient är **ca 80 m³/år**.

De kompletterande utspädningsförsök som utförts har inte kunnat nyttjas som underlag för en mer noggrann beräkning av det exakta flödet med anledning av att resultaten skiljer markant inom de undersökta punkterna inom området. Resultaten från dessa försök styrker dock teorin om att grundvattenakvifären i området som direkt ansluter till den f.d. tjärrännan är i det närmaste stillastående.

Baserat på medelhalterna av de styrande föroreningarna i grundvattnet erhålls följande resultat:

- Koppar 100 g/år
- PAH-H 1,3 g/år

Eftersom föroreningar förekommer i fri fas i området är ovanstående beräkning osäker. Den omfattande föroreningen av övriga organiska föreningar (aromater, alifater m.fl.) med varierande löslighet i vatten medför även ett läckage av okänd omfattning för dessa.

5.4 Erosion och ytavrinning

Som underlag för en beräkning av föroreningsspridning från markområdet till sjön via ytvattenavrinning och stranderosion behövs långtidsmätningar. Sådana mätningar saknas, dvs. underlag för att kvantifiera föroreningsspridning via ytvattenavrinning och stranderosion. – Genom iakttagelser i samband med provtagningarna i området konstateras att betydande föroreningsspridning kan förekomma via den ständigt pågående stranderosionen.

6 Riskbedömning

6.1 Översiktlig riskbedömning

Resultatet av utförd provtagning visar att marken i undersökningsområdet är kraftigt förorenad av organiska ämnen och metaller, främst koppar. Uppmätta halter visar på att föroreningar förekommer i höga halter i såväl ytliga (0-1 m) som djupare (1-3m) jordlager. Den uppskattade mängden förorening uppgår till ca 20 ton tungmetaller (främst Cu), 1 ton PAH och ca 15 ton lättare alifatiska och aromatiska kolväten, se tabell 12. Den totala förorenade jordvolymen uppskattas till drygt 30.000 m3. De platsspecifika riktvärden som beräknats enligt Naturvårdsverkets modell blir därmed lika för hela lagerföljder i jordprofilen.

Grundvattnet är kraftigt förorenat inom ett avgränsat område där fri fas av alifatiska, aromatiska och polyaromatiska kolväten har påvisats. Transport av lösta föroreningar i grundvatten ut mot recipienten sker med begränsad hastighet på grund av de hydrogeologiska förutsättningar som råder.

Sedimenten är kraftigt förorenade i närområdet från den tidigare utloppsrännan från kolugnarna. Nära strandlinjen förekommer tjära i fri fas. Påverkan av tjära påvisas i sedimenten ca 200 m ut från strandlinjen och det totala utbredningsområdet för påvisad förorening utgör ca 2 ha.

Styrande faktorer för platsspecifika riktvärden är främst skydd av grundvatten. De parametrar där andra faktorer är styrande är följande; alifat >C10-C12, C12-C16, C16-C35 är skydd av markmiljö styrande. Beträffande alifat>C8-C10 är det inandning av ånga samt andra källor som är styrande. Beträffande kadmium är styrande faktor intag av dricksvatten.

6.1.1 Förorenade medier

Förorening är konstaterad i mark/ jord, grundvatten och sediment utanför den tidigare tjärrännans utlopp.

6.1.2 Föroreningsspridning

Undersökningarna har visat att det förekommit en spridning av förorening ut i sjön Grötingen som kvarlämnat betydande rester i bottensedimenten. Mätningar avseende pågående spridning har utförts i ytvatten och dessa har inte kunnat påvisa någon pågående spridning i mätbara kvantiteter/ halter. Undersökningar avseende effekter på biota (fisk) har utförts utan att indikation om påverkan kunnat påvisas. Dessa mätningar har dock begränsningar avseende omfattning och tekniskt mätbara nivåer som innebär att resultaten inte med säkerhet kan utesluta pågående spridning.

En pågående spridning av lösta ämnen i grundvatten har beräknats utifrån de uppmätta halter som förekommer samt de hydrogeologiska förhållanden som råder med avseende på hydraulisk konduktivitet och grundvattenflöde i området.

6.1.3 Skyddsobjekt

Sjön Grötingen är en del av Gimån som är ett Natura 2000-område. Gimån är Ljungans största biflöde.

Natura 2000 är Europa unionens nätverk av särskilt värdefulla naturområden. Syftet är att bevara de naturtyper och arter som områdena hyser för framtida generationer. Natura 2000 har tillkommit med stöd av EGs två naturvårdsdirektiv Art- och habitatdirektivet samt Fågeldirektivet.

Natura 2000-området utgörs av Gimåns huvudälvfåra med mellanliggande sjöar från inloppet av Locknesjön till länsgränsen mot Västernorrland. Vattendraget är inte reglerat för vattenkraftutvinning.

Enligt bevarandeplanen utgörs sjöarna nedströms Revsundssjön och fram till länsgränsen av oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder.

Älvfåran och strömsträckfåran uppströms inloppet till sjön Grötingen utgörs av vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor. Vattendraget nedströms sjön Grötingen utgörs av större vattendrag av fennoskandisk typ. Skyddsvärdet för ytvattnet är därmed stort eftersom det förekommer enskilda arter eller ekosystem som pekats ut i naturvårdsplanering. Detsamma gäller för mark och grundvatten där skyddsvärdet bedöms som stort eftersom det sker en föroreningstransport till ytvattnet.

Ett av bevarandemålen är att därför att vattenkvalitet bibehålls så långt som möjligt opåverkad av utsläpp av föroreningar från punktkällor.

6.1.4 Exponering – hälsorisker

Hälsorisker med föroreningarna i detta område kan uppkomma då människor kommer i kontakt med föroreningar i jord genom att:

- Föroreningar som fastnat på händer oavsiktligt tas in genom munnen (s.k. direkt oralt intag)
- Barn stoppar i sig förorenad jord (s.k. direkt oralt intag)
- Föroreningar som fastnat på huden tas upp i kroppen
- Förorenade partiklar i luften kommer in i luftvägarna och tas upp av kroppen.

Föroreningar i jord kan också ge en indirekt exponering genom att:

- Flyktiga föroreningar i jorden transporteras in i byggnader grundlagda i ett förorenat område eller till omgivningsluften
- Ätliga växter tar upp föroreningar som sedan konsumeras

- Föroreningar transporteras till sjöar och vattendrag (Gimån / sjön Grötingen) där de tas upp av fisk som sedan konsumeras. (OBS i denna riskbedömning beaktas endast ”bidraget” av föroreningar från detta utredningsområde. Andra föroreningskällor finns längs Gimån och föroreningsförhållandena i sjön Grötingen är endast till en del beroende av läckage av föroreningar från detta utredningsområde.)

Inom detta utredningsområde finns vid stranden en brunn varifrån vatten tas för bevattning på fastigheten Bodsjölandet 1:35. Användande av grundvatten från området som dricksvatten förekommer inte, varför grundvatten som exponeringsväg för föroreningar inte är relevant. Då detta utredningsområde gränsar mot sjön Grötingen är det den sjö som är recipient för grundvattenflödet från området. – Se avsnitt 5.3 ovan. Sjövatten används heller inte som dricksvatten inom området.

Av Tabell 15 i avsnitt 6.3 nedan framgår de antaganden som är gjorda för föroreningarnas exponeringsvägar i detta område.

6.1.5 Exponering för föroreningar – miljörisker

Vid riskbedömningen för detta område har det gjorts bedömningar av risken för negativa effekter på områdets miljöförhållanden i stort, med beaktande av områdets marklevande organismer (djur och växter) samt besökande vilda djur.

Vid riskbedömningen har det också gjorts bedömningar av risken för negativa effekter på ytvattenrecipienten, sjön Grötingen, med beaktande av det akvatiska livet i vattnet och i bottensedimenten.

6.1.6 Aktuella föroreningars farlighet

Av de ämnen som uppvisat förhöjda halter i analyserna i denna studie, klassificeras de enligt kemikalieinspektionen bedömning av föroreningarnas farlighet enligt följande:

Mycket hög farlighet; PAH
Hög farlighet: Koppar, Krom, Vanadin
Måttlig farlighet: Zink
Enligt kemikalieinspektionen klassificeras trätjäras farlighet utgående ifrån toxicitet som hög.

6.1.7 Markanvändning och exponerade grupper

Av redovisningen i avsnitt 2.3 om den nuvarande och framtida användningen av området följer att följande gäller för riskbedömningen för detta område:

Markanvändning	Exponerad grupp
- Bostäder på området	Boende på förorenad mark
- Bostäder i omgivningen	Boende i omgivningen som även använder området för rekreation
- Fritidshusområde	Boende i fritidshus
Rekreation	Nyttjare av området för promenader, bärplockning, fiske, bad etc.

6.2 Övergripande åtgärdsmål

Följande förslag till övergripande åtgärdsmål har utgjort underlag för riskbedömningen. (Se även 7.4)

1. Det ska inte medföra hälsorisker att bo, vistas och arbeta inom området

2. Utläckage och spridning av föroreningar från området ska inte belasta sjön Grötingen och Gimåns ekologiska system i någon betydande grad, vare sig på kort eller lång sikt

3. Åtgärderna ska inte medföra risker för ökad belastning på recipienten under åtgärdsfas

4. Markens ekologiska funktion ska vara samstämmig med framtida verksamhet och nyttjande av området

6.3 Konceptuell modell

I Naturvårdsverkets konceptuella modell, version 1.00, har följande uttagsrapport bifogats. Den visar det framräknade riktvärdet för respektive parameter samt vilken parameter som är styrande. Skydd av grundvatten är dominerande, se tabell 15.

Uttagsrapport — **Eget scenario:** Grötingen 0,2-1m — **Naturvårdsverket, version 1.00**
Generellt scenar MKM

Beskrivning
Standardscenario för mindre känslig markanvändning, enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Koppar	150	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Kadmium	0,70	mg/kg	Intag dricksvatten + exp. andra källor	
Zink	300	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Kvicksilver	0,80	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Bly	50	mg/kg	Skydd av grundvatten	
PAH L	1,8	mg/kg	Skydd av grundvatten	
PAH M	6,0	mg/kg	Skydd av grundvatten	
PAH H	1,8	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Alifat >C5-C6	5,0	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Alifat >C6-C8	35	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Alifat >C8-C10	120	mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Alifat >C10-C12	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35	1000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C8-C10	18	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Aromat >C10-C16	6,0	mg/kg	Skydd av grundvatten	
Aromat >C16-C35	3,5	mg/kg	Skydd av grundvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario Grötingen 0,2-1m	Generellt scenari MKM		
Intag av dricksvatten	beaktas	beaktas ej		2 privata grävda brunnar samt 1 bergborrad brunn i närområdet (obl)
Intag av växter	beaktas	beaktas ej		Strövområde för friluftsliv, bär- och svampplockning (obl)
Uppskattning av halt i fisk	beaktas	beaktas ej		Beaktas då sjön brukas för fiske av närboende och fisketurister (Gimåns sjösystem) (obl)
Längd på förorenat område	220	50	m	Uppskattad längd utifrån avgränsad föroreningsförekomst (obl)
Bredd på förorenat område	165	50	m	Uppskattad bredd utifrån avgränsad föroreningsförekomst (obl)
Akviferens mäktighet	4	10	m	Bedömd akvifär ovan berg (obl)
Avstånd till brunn	300	200	m	Avstånd till dricksvattenbrunn (obl)
Sjöns volym	38000000	1000000	m3	Beräknad volym utifrån sjömätning i denna studie (obl)
Sjöns omsättningstid	1,6	1	år	Beräknad omsättningstid utifrån volym och uppgifter om medelflöde i Gimån (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-

Tabell 15. Uttagsrapport konceptuell modell.

6.4 Platsspecifika riktvärden

Platsspecifika riktvärden har beräknats med Naturvårdsverkets konceptuella förorenings- och spridningsmodell, 1.0. Platsspecifika riktvärden har tagits fram för nivåerna förna, 0,2-1m, 1-2m, 2-3m samt samlingsprov för förna. I tabell 16 redovisas riktvärden samt vad som utgör styrande exponeringsväg för respektive ämne/ämnesgrupp. Det visar sig att de uppmätta halterna är i samma storleksordning genom hela djupprofilen, vilket medför att de framräknade platsspecifika riktvärdena blir samma.

I Naturvårdsverkets modell för beräkning av platsspecifika riktvärden finns inte valet av parameter Alifat C5-C8, utan endast Alifat C5-C6. I och med att uppmätt halt visar på <10 på samtliga fraktioner, påverkar det inte hur resultatet redovisas i upprättade kartor.

Tabell 16. Platsspecifika riktvärden för området vid Grötingen fd tjärfabrik samt riktvärdet för mindre känslig markanvändning.

Ämne/ ämnesgrupp	Platsspecifikt Riktvärde mg/kg TS	Styrande exponeringsväg	Platsspecifikt Riktvärde mg/kgTS	Styrande Exponeringsväg	MKM
Markdjup	**0,2-1 m**		**1-3 m**		
Koppar	35	Skydd av grundvatten	35	Skydd av grundvatten	200
Kadmium	0,6	Skydd av grundvatten	0,60	Skydd av grundvatten	15
Zink	70	Bakgrundshalt	70	Bakgrundshalt	500
Kvicksilver	0,18	Skydd av grundvatten	0,18	Skydd av grundvatten	2,5
Bly	15	Skydd av grundvatten	15	Skydd av grundvatten	400
PAH L	0,4	Skydd av grundvatten	0,4	Skydd av grundvatten	15
PAH M	1,2	Skydd av grundvatten	1,2	Skydd av grundvatten	20
PAH H	0,4	Skydd av grundvatten	0,4	Skydd av grundvatten	10
Alifat >C5-C6	1,2	Skydd av grundvatten	1,2	Skydd av grundvatten	-
Alifat >C6-C8	8,0	Skydd av grundvatten	8,0	Skydd av grundvatten	-

Alifat >C8-C10	60	Inandning ånga+ exp. andra källor	60	Inandning ånga+ exp. andra källor	120
Alifat >C10-C12	500	Skydd av markmiljö	500	Skydd av mark-miljö	500
Alifat>C12-C16	500	Skydd av markmiljö	500	Skydd av mark-miljö	500
Alifat>C16-C35	1000	Skydd av markmiljö	1000	Skydd av mark-miljö	1000
Aromat>C8-C10	4,0	Skydd av grundvat-ten	4,0	Skydd av grund-vatten	50
Aromat >C10-C16	1,2	Skydd av grundvat-ten	1,2	Skydd av grund-vatten	15
Aromat >C16-C35	0,8	Skydd av grundvat-ten	0,8	Skydd av grund-vatten	30
Fenol	0,1	Skydd av grundvat-ten	0,1	Skydd av grund-vatten	-
Kresol	0,12	Skydd av grundvat-ten	0,12	Skydd av grund-vatten	-
Xylen	1,5	Skydd av grundvat-ten	1,5	Skydd av grund-vatten	50
Toluen	1,0	Skydd av grundvat-ten	1,0	Skydd av grund-vatten	40
Etylbensen	1,2	Skydd av grundvat-ten	1,2	Skydd av grund-vatten	50
Bensen	0,001	Skydd av grundvat-ten	0,001	Skydd av grund-vatten	0,04

6.5 Bedömning av hälsorisker

Hälsorisker vid nyttjande av markområdet kan uppkomma hos alla exponerade grupper enligt avsnitt 6.1.7, särskilt på grund av höga halter av koppar, bens(a)pyren och bensen i området.

Hälsorisker vid kontakt med sjöns bottensediment i utredningsområdet innebär påtaglig hälsorisk på grund av höga halter av koppar och PAH:er (totalt för $PAH_{16/11}$).

För nyttjande av grundvatten föreligger hälsorisk i den händelse av att bevattningsvattnet råkar bli använt som dricksvatten.

6.6 Bedömning av miljörisker

Vid bedömning av miljörisker inom området har föroreningshalter jämförts med generella riktvärden för känslig markanvändning (KM-riktvärden) för alla de angivna markanvändningarna enligt 6.1.7.

Det är för koppar och PAH:er som de miljöriskbaserade riktvärdena överskrids.

6.7 Risker med föroreningsspridning till sjön Grötingen

Spridningsberäkningarna visar att ca 100 g koppar och drygt 1 g PAH-H sprids till sjön Grötingen varje år. – Detta betraktas som lite och antas bero på att berggrunden utgör en barriär mot större utläckage.

Förekommande förhöjda halter av koppar och PAH:er i bottensedimenten visar att föroreningsspridning har förekommit från området till sjön Grötingen. Utbredningen av det förorenade bottensedimentområdet och att de högsta föroreningshalterna förekommer i bottensedimentprover som närmast stranden, gör att det inte finns något tvivel om var källan till dessa föroreningar finns. Den finns inom det förorenade markområdet. En del av föroreningarna i bottensedimentområdet kan ha uppkommit genom erosion av strandnära förorenade landområden och inte genom läckage med grundvattnet. Ingen naturlig överlagring av sedimenten har skett under den långa period som gått efter att verksamheten var i drift vilket innebär att botten är av transport- eller erosionskaraktär.

Bedömningen av miljöeffekterna i närområdet vid föroreningsspridning till sjön Grötingen / Gimån, har gjorts med utgångspunkt ifrån föroreningshalter i sjövattnet, i bottensedimenten intill området samt i stationär fisk som fångats i sjön.

Vattenflödet (medelflöde 18 m^3/s) i Gimån medför en stor utspädning av grundvattenflödet till sjön, varför det inte är möjligt att påvisa någon tydlig påverkan på föroreningshalterna i sjövattnet genom tillskottet av förorenat grundvatten från det förorenade markområdet. Följden av detta blir att riktvärden för skyddet av det akvatiska livet är högre än riktvärdet för skyddet av markmiljön. Det medför att ett skydd av markmiljön där föroreningskällan finns, även leder till ett skydd av det akvatiska livet.

Ett vattenflöde som i Gimån medför även risk för en spridning av förorenade bottensediment nedströms Grötingen.

Befintliga underlag från tidigare undersökningar och från de undersökningar som nu har utförts inom ramen för huvudstudien är otillräckliga för att göra en kvantitativ bedömning av miljöpåverkan av den pågående föroreningsspridningen till sjön Grötingen och vidare nedströms från det förorenade markområdet där tjärfabriken har legat.

Åtgärder föra att reducera spridningen av föroreningarna från detta är nödvändiga enligt miljömålet ”giftfri miljö”.

6.8 Bedömning av åtgärdsbehov

Sammantaget visar utförd riskbedömning att det finns påtagliga risker för negativa hälsoeffekter vid vistelse på området och risker för miljön i området, framför allt i recipienten sjön Grötingen.

Eftersom den förorenade jorden i området finns nära markytan är det ur hälsorisksynpunkt de viktigaste exponeringsvägarna intag via munnen (oralt intag), hudkontakt samt intag av bär, svamp och grönsaker odlade på området.

Förutom att överskridandena av riktvärdena för områdets tänkta markanvändning innebär att åtgärder behövs, så finns det även anledning till åtgärder för att förhindra den pågående föroreningsspridningen via grundvatten till sjön Grötingen. Under den begränsade tidsperiod som föreliggande undersökning har utförts tyder resultaten på att spridningen sker utan betydande mätbara akuta effekter. Eventuella framtida variationer i grundvattenföringen inom källområdet kan dock komma att frigöra och sprida betydande föroreningsmängder vid t.ex. ökat grundvattenflöde till följd av ökad nederbörd.

6.9 Sammanfattning av risker och behov av åtgärder

Sammantaget finns det behov av åtgärder av följande skäl (risker):

- Höga koppar-, PAH- och bensenhalter i jorden med risk för negativa hälsoeffekter och likaså negativa effekter på markmiljö
- Halter av koppar, PAH och bensen i grundvattnet som medför spridning av dessa ämnen och som kan ge upphov till negativa effekter på miljön i ytvattnet i sjön Grötingen och i dess bottensediment
- Mängden föroreningar i jorden och spridningshastigheten gör att föroreningsspridning kommer att pågå under lång tid
- Mängden föroreningar i erosionsutsatta bottensediment utgör en risk för långvarig spridning och föroreningsbelastning på Gimåns sjösystem från Grötingen och nedströms

Den erforderliga riskreduktionen sammanfattas enligt följande:

- Åtgärder behövs för mark för att minska exponeringen för PAH-förorenad jord och därigenom reducera risken för negativa hälso- och miljöeffekter
    - Åtgärdsnivå: Förhindra åtkomst till jord med PAH-halter över de platsspecifika riktvärdena
- Åtgärder behövs för mark för att minska exponeringen för tungmetallförorenad (kopparförorenad) jord och därigenom reducera risken för negativa hälso- och miljöeffekter

  - Åtgärdsnivå: Förhindra åtkomst till jord med tungmetallhalter över de platsspecifika riktvärdena
- Åtgärder behövs för mark för att minska ”källan” till föroreningsspridning via grund- och ytvatten så att risken för negativa miljöeffekter i sjön Grötingen upphör
  - Åtgärdsnivå: Förhindra föroreningsspridning via grund- och ytvatten
- Åtgärder behövs för att leda bort ytvatten så att vattenströmningen minskar genom det förorenade området och därmed minska föroreningsspridningen till sjön
  - Åtgärdsnivå: Anläggande av avskärande diken uppströms området och utformning av åtgärder i övrigt så att ytvattenflödet genom det förorenade området minskar
- Åtgärder behövs för att förhindra erosion och spridning av förorenade bottensediment i anslutning till den f.d. tjärrännans utlopp till Grötingen
  - Åtgärdsnivå: Anläggande av erosionsskyddande täckning över bottensedimenten

Länsstyrelsen Jämtlands län har klassat området till riskklass 1 (mycket stor risk) enligt MIFO efter resultaten i denna huvudstudie.

7 Åtgärder

7.1 Förutsättningar för åtgärdsutredningen

I åtgärdsutredningen identifieras vilka åtgärdsmetoder som är tillämpliga för det aktuella fallet och hur dessa kan kombineras för att formulera tänkbara åtgärdsalternativ. Metodernas tillämpbarhet styrs av vilka föroreningar som är aktuella, deras kemiska form och egenskaper samt vilka de förorenade medierna är samt koncentrationen av föroreningarna.
Valet av lämplig åtgärd styrs även av de platsspecifika förutsättningarna avseende, t.ex. hydrologi, hydrogeologi, geotekniska förhållanden, avstånd till recipient och inte minst eventuellt pågående verksamhet på platsen.

7.2 Övergripande förutsättningar

Åtgärdsutredningen utgår från Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling vilka syftar till att säkerställa att vidtagna efterbehandlingsåtgärder långsiktigt minskar risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön samt minskar mängderna och halterna av metaller och naturfrämmande ämnen i miljön. Dessa utgångspunkter är:

- Bedömning av miljö- och hälsorisker vid förorenade områden bör göras i såväl ett kort som långt tidsperspektiv.
- Grund- och ytvatten är naturresurser som i princip alltid är skyddsvärda.
- Spridning av föroreningar från ett förorenat område bör inte innebära vare sig en höjning av bakgrundshalter eller utsläppsmängder som långsiktigt riskerar att försämra kvaliteten på ytvatten- och grundvattenresurser.
- Sediment och vattenmiljöer bör skyddas så att inga störningar uppkommer på det akvatiska ekosystemet och så att särskilt skyddsvärda och värdefulla arter värnas.
- Markmiljön bör skyddas så att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen.
- Lika skyddsnivåer bör eftersträvas inom ett område som totalt sett har samma typ av markanvändning, exempelvis ett bostadsområde.
- Exponering från ett förorenat område bör inte ensam stå för hela den exponering som är tolerabel för en människa.

7.3 Platsspecifika förutsättningar

Föroreningar har påträffats i jord, grundvatten och sediment inom det undersökta området i Grötingen. Föroreningen består i både metaller (främst Cu) och organiska ämnen (främst PAH och aromatiska kolväten). Ytvatten och biota som undersökts har inte uppvisat något betydande spår från förorening. Det bör påpekas att utspädningen i ytvatten är stor.

Föroreningen i jord är begränsad till det tidigare området för verksamheten och troligen ner till grundvattenytan på maximalt ca 3 meters djup.
I grundvattnet finns förorenande ämnen inom ett avgränsat område där även fri fas av förorening förekommer. De hydrogeologiska förutsättningarna inom de lokalt förorenade akvifären är sådana att spridningshastigheten är låg trots att jorden, bestående av främst grusig sandig morän med inslag av sten och block, har relativt god genomsläpplighet av vatten. Detta bekräftas av att det trots den långa tidsperiod som förlöpt efter verksamhetens avslut fortfarande kvarstår fri fas och lösta föroreningar i läget för den ursprungliga källan.

Förorenade sediment innehållande fri fas tjära har påträffats i närområdet till den tidigare utloppsrännan från kolugnarna. Spår av organiska föroreningar och Cu nedströms i sjösystemet påvisar att spridning har skett och troligtvis pågår. De förorenade sedimenten har påträffats på ojämn, stenig botten närmast utloppet med typiska förutsättningar som transport- och erosionsbotten. Bottenkaraktären innebär att eventuella åtgärder bestående i muddring försvåras avsevärt. Någon betydande ackumulationsbotten har inte påträffats i det undersökta området nedströms utloppet. De största djupen med karaktär av ackumulationsbotten där mycket lösa och dyiga sediment påträffats är belägna i Idsjön nedströms Grötingen och dess föroreningsinnehåll är inte betydande.
Recipienten Gimån med sjösystem utgör ett tillflöde till Ljungan och är klassat som Natura 2000- område med högt skyddsvärde.

7.4 Förslag till övergripande åtgärdsmål

Som grund för utredning av lämpliga åtgärder för Grötingen har följande övergripande åtgärdsmål formulerats med utgångspunkt från de övergripande och platsspecifika förutsättningar som redovisats ovan:

1. Det ska inte medföra hälsorisker att bo, vistas och arbeta inom området

2. Utläckage och spridning av föroreningar från området ska inte belasta sjön Grötingen och Gimåns ekologiska system i någon betydande grad, vare sig på kort eller lång sikt

3. Åtgärderna ska inte medföra risker för ökad belastning på recipienten under åtgärdsfas

4. Markens ekologiska funktion ska vara samstämmig med framtida verksamhet och nyttjande av området

7.5 Mätbara åtgärdsmål

Mätbara åtgärdsmål ska framställas i förberedelseskedet efter att åtgärder fastställts. Utgångspunkt för mätbara åtgärdsmål är de övergripande målen. Valda åtgärders effekter ska kunna mätas på ett sätt som återkopplar till de övergripande målen. Platsspecifika riktvärden är t.ex. en utgångspunkt för mätbara resthalter i jord och i krav på kvalitet i ersättningsmassor. Mätbara mål för effekter under åtgärdsfas kan framställas för användning i kontrollprogram när åtgärdsmetoder fastställts i detalj i kombination med eventuella skyddsåtgärder. I det fall direkta mätningar inte kan genomföras för att verifiera ett mål, t.ex. på grund

av begränsningar i detektionsgränser, stora utspädningsfaktorer och korta tidsperioder, kan andra faktorer användas. Ett exempel kan vara att bestämma den hydrauliska konduktiviteten i en barriärkonstruktion inför installation och därefter säkerställa att konstruktionen utförs i enlighet med den tekniska beskrivningen genom mätning. Detta utgör då det mätbara åtgärdsmålet i ett fall där det inte är möjligt att över lång tid mäta små läckage genom barriären *in situ*.

7.6 Tänkbara åtgärdsmetoder

Åtgärdsmetoder för efterbehandling av ett förorenat område kan övergripande indelas i :

- Urschaktning med efterföljande hantering (på plats eller externt)
- *In situ*- metoder där behandling sker direkt i matrisen (jord/ vatten/gas)

Vidare kan metoderna betecknas utifrån tre huvudprinciper:

- Destruktionsmetoder där föroreningen sönderdelas eller bryts ned, t.ex. förbränning eller biologisk nedbrytning
- Immobiliseringsmetoder som i huvudsak minskar spridning av föroreningen (t.ex. deponering, hydrauliska barriärer, markfilter m.fl.)
- Koncentrationsmetoder där föroreningen koncentreras ur matrisen för att därefter destrueras eller immobiliseras (t.ex. jordtvätt, termisk avdrivning)

Med de platsspecifika förutsättningar som råder vid Grötingen har ett urval av metoder gjorts för respektive matris och förorening. Det faktum att det mest förorenade området längs tidigare tjärränna och kolugnarna i huvudsak innehåller förorening av både metaller (Cu) och organiska ämnen av olika karaktär (PAH, olika lättare aromatiska och alifatiska kolväten) i både jord och grundvatten kräver att kombinerade metoder tillämpas för åtgärderna.

Jord

Åtgärder i jord (omättad zon, ovan grundvatten) bör fokusera på att minska risk för direktexponering för människa samt förhindra urlakning av ämnen via nederbörd till grundvatten och recipient. De organiska föroreningarna som finns kvar är till karaktären adsorberande och i huvudsak partikulärt bundna. Relevanta metoder är:

Metod	Fördelar	Nackdelar	Måluppfyllelse (1-4)
Urgrävning och bortforsling	Avlägsnar föroreningarna från platsen, går att kombinera med andra åtgärder för GV	Hög kostnad för kvittblivning av mixade föroreningar (Cu och organiska), flera behandlingsmetoder krävs externt, kräver ersättning med rena jordmassor. Ökad exponering för människor under åtgärdsfas.	1: Ja 2: Ja 3: Ja 4: Ja
Övertäckning/inkapsling	Kostnadseffektiv, ingen negativ hälso- eller miljöpåverkan under åtgärdsfas	Kvarlämnar svårnedbrytbara föroreningar och därmed begränsad måluppfyllelse	1:Ja 2: Delvis 3: Ja 4: Delvis
In-situ (biologisk rening)	Låg kostnad	Långsam metod för svårnedbrytbara föroreningar, endast begränsad effekt och eventuellt ökad risk för spridning av oxidationsprodukter (bildande av oxy-PAH)Cu åtgärdas ej	1: Nej 2: Nej 3: Nej 4: Nej

Grundvatten

Ett avgränsat område uppvisar kraftig förorening i grundvatten och förekomst av fri fas. Åtgärder av förorening i grundvatten krävs för att säkerställa att mål 2 och 4 uppfylls. Aktiva åtgärder för grundvattenbehandling kräver omfattande kompletterande undersökningar (provpumpningar, hantering av stora vattenvolymer innehållande förorening i fri fas). Med anledning av den betydande förekomsten av fri fas bör åtgärder för grundvatten föregås av åtgärder för att minska den källan till spridning.

Metod	Fördelar	Nackdelar	Måluppfyllelse (1-4)

Pumpning och rening	Gynnsamma förhållanden med genomsläpplig jord.	Osäker funktion om tillrinning av GV okänd. Kräver betydande kompletterande undersökningar. Osäker funktion.	1: Ja, delvis 2: Osäkert 3: Ja 4: Delvis
Airsparging/biosparging	Gynnsamma förhållanden med genomsläpplig jord.	Låg effekt på PAH och tyngre kolväten. Kräver omfattande kompletterande undersökningar. Osäker funktion.	1:Ja, delvis 2: Osäkert 3: Ja 4: Delvis
Vakuumextraktion	Gynnsamma förhållanden med genomsläpplig jord	Låg effekt på PAH och tyngre kolväten. Kräver omfattande kompletterande undersökningar. Osäker funktion.	1:Ja, delvis 2: Osäkert 3: Ja 4: Ja
Markfilter/reaktiv barriär	God tillgänglighet, gynnsamma förhållanden med genomsläpplig jord, skyddande effekt för recipienten om GV lämnas utan aktiv åtgärd		1:Ja, delvis 2: Osäkert 3: Ja 4: Delvis

<u>Sediment</u>

De förorenade sedimenten har en direkt exponering mot recipientens ytvatten på transport- och erosionsbotten. Förorening av PAH och Cu är betydande vilket medför risk för akvatiska organismer och ekosystem. Behov och konsekvenser av åtgärder i sedimenten har därför en stark koppling till övergripande åtgärdsmål 2 och 3. Bottens beskaffenhet och vattendjupen tillsammans med Grötingens lokalisering för etablering av sjöbaserad utrustning medför att grävmuddring inte kan anses realistisk som åtgärd. Det finns alternativ i form av sugmuddring som är genomförbara och därmed beaktats som tänkbara.

Metod	Fördelar	Nackdelar	Måluppfyllelse (1-4)
Sugmuddring med handhållen (dykare) och maskinburen (pråm) utrustning	Sedimentförorening avlägsnas till stor grad från botten	Kostsam hantering av muddermassor med stort vatteninnehåll. Kräver etablering och anläggning av avvattningsbassäng/utrustning. Rening av vatten och återförsel till recipient. Muddermassorna måste transporteras till extern mottagare på långt avstånd. Restförorening kvarlämnas i viss mån exponerad för ytvattnet.	1: Ja 2: Ja, Delvis 3: Nej 4: Ej aktuell
Övertäckning med moränmassor el bergkross	Förhindrar spridning av partikulärt bundna föroreningar från sedimenten samt bryter direktkontakt och omsättning av förorening i bottenvatten. Kostnadseffektiv åtgärd för sedimenten med beaktande av platsspecifika förutsättningar (bottentyp, lokalisering mm)	Kräver försiktig utläggning med bland annat siltskärm för att förhindra betydande uppgrumling/spridning under åtgärdsfas. Kräver tillgång på betydande mängder fyllnadsmassor. Viss grumling och spridning av rena suspenderade partiklar från fyllning kan ej undvikas.	1:Ja 2: Ja, delvis 3: Ja, delvis 4: Delvis

7.7 Alternativanalys

För åtgärder i jord är främst urgrävning och bortforsling samt övertäckning aktuella för området. En kombination av dessa där urschaktning tillämpas i de områden där förorening är koncentrerad och fri fas förekommer längs f.d. tjärränna/kolugnar och övertäckning i mindre förorenade delar kan optimeras för största möjliga riskreduktion till lägsta kostnad.

Grundvattenåtgärder för att skydda recipienten från långsiktigt läckage och påverkan kan vara aktuella men det faktum att resultaten i denna studie pekar mot en grund akvifär med lokalt stillastående grundvatten talar för att åtgärder kan prioriteras ner baserat på riskbedömningen. De hydrogeologiska förutsättningarna är fortfarande osäkra och kompletterande utredningar krävs för att säkerställa dessa och skapa underlag för projektering av *in*

situ- åtgärder. Baserat på det som hittills blivit klarlagt i denna huvudstudie avseende grundvattenförorening förordas alternativen markfilter och pumpning/rening. Den senare kräver dock vidare utredning för att kunna bedömas i fråga om effektivitet.

Sedimenten har begränsad mäktighet och är utbredda på hård, stenig botten vilket gör muddringsalternativen tekniskt svåra och framförallt dyra. Hantering och avvattning av muddermassor lokalt samt rening av stora volymer förorenat vatten innebär en icke försumbar miljöpåverkan under åtgärdsfasen. För att begränsa den långsiktiga spridningen av föroreningarna i sedimenten är övertäckning ett rimligt alternativ som uppfyller de övergripande åtgärdsmålen under förutsättning att det utförs med väl anpassade metoder och skyddsåtgärder under åtgärdsfasen.

7.8 Förslag till kombinerade åtgärdsalternativ

Alternativ 1:
Omfattande reduktion av totalmängd förorening i jord (60-80%), Nära 100% riskreduktion för vistelse och boende genom ren överyta inom hela området. Nära 100% reduktion av spridning från sediment till ytvatten. Betydande reduktion av långsiktig spridning via grundvatten, källan åtgärdad.

Åtgärdsområde	Metod och omfattning	Kostnadsuppskattning
Jord område 1 och 2 (bil 12a)	Urschaktning och bortforsling av delområde 1 och 2, med fri fas och högsta halter, 50% av jordvolym (ca 15.000 m3) samt övertäckning av resterande del i område 1 och 2. Återställning med ren jord.	**25-30 Msek**
Grundvatten	Pumpning och rening under schaktning i åtgärdfas, installation av adsorberande markfilter längs strandlinje (100 m)	**2-3 Msek**
Sediment område 1 och 2	Övertäckning av område 1 och 2 med morän eller bergkross (ca 0,5 m tjocklek)	**5-7 Msek**
		Summa: 32-40 Msek

Alternativ 2:
Reduktion av totalmängd förorening i jord motsvarande 25-40 %, Nära 100% riskreduktion för vistelse och boende genom ren överyta inom hela området. Betydande reduktion av spridning från sediment till ytvatten. Betydande reduktion av långsiktig spridning via grundvatten, källan åtgärdad.

Jord område 1 och 2 (bil 12a)	Urschaktning och bortforsling av hotspot i delområde 1 med fri fas, 15% av jordvolym (ca 5.000 m3) samt övertäckning av resterande del i område 1 och 2. Återställning med ren jord.	**12-15 Msek**
Grundvatten	Pumpning och rening under schaktning i åtgärdfas, installation av adsorberande markfilter längs strandlinje (100 m)	**2-3 Msek**
Sediment område 1 och 2	Övertäckning av inre område 1 (fri fas) , ca 0,8 ha med morän eller bergkross (ca 0,5 m tjocklek)	**3-4 Msek**
		Summa: 17-22 Msek

Alternativ 3:
Ingen reduktion av totalmängd förorening i jord, Nära 100% riskreduktion för vistelse och boende genom ren överyta inom hela området. Betydande reduktion av spridning från sediment till ytvatten. Reduktion av långsiktig spridning via grundvatten, omfattning okänd.

Jord område 1 och 2 (bil 12a)	Övertäckning av hela delområde 1 och 2.	**3-4 Msek**
Grundvatten	Pumpning och rening av grundvatten in situ. Ca 2-3 års behandling. Projektering och kompletterande utredning för optimering.	**5-7 Msek**
Sediment område 1 och 2	Övertäckning av inre område 1 (fri fas) ca 0,8 ha med morän eller bergkross (ca 0,5 m tjocklek)	**3-4 Msek**
		Summa: 11-15 Msek

8 Riskvärdering

8.1 Innebörden av riskvärdering

Riskvärdering innebär en ”politisk” process där medicinska aspekter (hälsorisker) och miljömässiga aspekter (miljörisker) vägs mot teknisk-ekonomiska aspekter. – Den slutliga riskvärderingen görs med deltagande beslutsfattare hos projekthuvudmannen, projektfinansiären, fastighetsägare, verksamhetsutövare och andra intressenter. I detta fall förutsätts följande:

Projekthuvudman	Bräcke kommun via Länsstyrelsen Jämtlands län
Finansiär	Naturvårdsverket via Länsstyrelsen Jämtlands län
Fastighetsägare	Bräcke kommun
Fastighetsägare	Privatpersoner i utredningsområdet
Intressenter	Fiskerättsinnehavare

I avsnitt 7 redovisas underlag för riskvärderingen i form av:

Förslag till åtgärdsalternativ

Åtgärdernas genomförbarhet och kostnader

Riskreduktion för olika åtgärdsalternativ

Miljökonsekvenser för de olika åtgärdsalternativen

Åtgärdsförslagen är baserade på åtgärdsbehoven med hänsyn till de dimensionerande föroreningarna koppar, PAH:er och bensen. Åtgärder för övriga föroreningar påverkar inte val av åtgärd eller åtgärdskostnader, eftersom övriga föroreningar förekommer i begränsad omfattning i jämförelse med koppar, PAH:er och bensen. Dessutom förekommer övriga föroreningar på samma ställen som de dimensionerande föroreningarna, dvs. åtgärdsområdena överlappar varandra.

8.2 Sammanfattande riskvärderingmatris som beslutsunderlag

Med utgångspunkt från de föreslagna åtgärdsalternativen enligt föregående avsnitt har en sammanfattande riskvärderingsmatris upprättats som underlag för det politiska beslut som slutligen ska tas för val av åtgärdsalternativ.

Föreslagna åtgärdsalternativ är upprättade med utgångpunkt ifrån metoder för åtgärdernas genomförande på det förorenade området (schaktning, sortering, separering, övertäckning, etc.) och metoder omhändertagande av de förorenade massorna (deponering, sortering, separering, förbränning, termisk behandling, biologisk nedbrytning, etc.).

En sammanställning för riskvärdering av olika åtgärdsalternativ framgår av riskvärderingsmatrisen i bilaga 14.

8.3 Projekthuvudmannens ställningstagande

Bräcke kommuns arbetsgrupp för samhällsbyggnadsfrågor har i utvärderingsprocessen utifrån denna huvudstudie i beslut fastställt att åtgärder ska vidtas för att förhindra framtida negativa miljöeffekter och exponeringsrisker för människor. I den sammanvägda bedömningen av riskreduktion och bedömda kostnader för de åtgärdsalternativ som redovisas har arbetsgruppen även beslutat att förorda huvudalternativ 2 för åtgärdande av de miljöskador som föreligger vid Grötingens f.d. tjärfabrik. Vidare har arbetsgruppen fastställt att kommunen i första hand ska söka en form för arbetet i förberedelse- och åtgärdsfas där SGU övertar huvudmannaskapet för objektet under dessa faser. En diskussion om detta har inletts med SGU.

9 Projekteringsdirektiv för vidare förberedelser inför åtgärd

I enlighet med kommunens ställningstagande för åtgärder med inriktning mot huvudalternativ 2 bör fortsatt arbete med projektering vidtas. Projektering av åtgärder för schakt och övertäckning på land, behandling av grundvatten inom källområdet i samband med schakt samt övertäckning av sediment i område 1 bör omfatta följande huvudsakliga frågeställningar och arbeten:

- Framtagande av mätbara åtgärdsmål baserade på riskbedömning i kombination med valt åtgärdsalternativ för respektive matris (jord, grundvatten och sediment)
- Utredning över effekten av ett adsorberande markfilter på spridningsförutsättningar till recipienten efter åtgärd
- Utredning om avfallsklassificering utifrån befintliga föroreningshalter i jord
- Utredning om möjligt omhändertagande vid befintliga mottagningsanläggningar
- Utredning om möjlig behandling på plats ifall externt omhändertagande är ogynnsamt m a p transportavstånd till möjliga behandlings- och/eller mottagningsanläggningar
- Dimensionering av behandlingskapacitet för grundvatten i schaktskede
- Utredning om kriterier för täckningsmaterial för mark- och sedimenttäckning samt tillgång av erforderligt material lokalt (befintliga täkter)
- Utredning om befintliga utsorterbara fraktioner vid schakt och återanvändning av utsorterat material (sten, block)
- Utredning över erforderliga skyddsåtgärder under åtgärdsfas (skydd av recipient och närboende, närmiljö, arbetsmiljö)
- Framställning av förfrågningsunderlag (teknisk beskrivning, administrativa föreskrifter mm) för entreprenad/er
- Beredning av anmälningsärenden och tillstånd enligt Miljöbalken för planerade verksamheter (miljöfarliga, vattenarbeten)
- Identifiering av projektrisker och systematisk hantering av dessa

10 Referenser

[1] Ed, Maria (2006) Miljöteknisk undersökning enligt MIFO – en studie på fastigheten Bodsjölandet 1:14 avseende den nedlagde tjärfabriken i Grötingen

[2] WSP (2009) Tjärfabriker i Jämtland, Miljötekniska undersökningar (WSP rapport 10124157, 2009)

[3] Kemakta (2011) Utredningar inför ekotoxikologiska undersökningar i akvatisk miljö vid fem förorenade områden i Jämtlands län (Kemakta AR 2011-01)

[4] Länsstyrelsen (2009-2010) analysresultat och fältprotokoll från grundvattenprovtagningar utförda av vattenförvaltningen

[5] Naturvårdsverket (2000) Naturvårdsverkets rapport 4913 Bedömningsgrunder för miljökvalitet: Sjöar och vattendrag

[6] Naturvårdsverket (2009) Naturvårdsverkets rapport 5796 Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning

[7] SGU (2008) Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om statusklassificering och miljökvalitetsnormer för grundvatten, SGU-FS 2008:2

[8] Magnus Kokkin (2012) Sötvattenslaboratoriet SLU (info ur mejl som vi fått från Anna Löfholm)

[9] VISS, Vatteninformationssystem för Sverige, vattenförekomst Grötingen grundvatten (2013-02-11) (http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE697091-148281)

[10] VISS, Vatteninformationssystem för Sverige, vattenförekomst Grötingen sjö (2013-02-12) (http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE697219-148803)

[11] Bevarandeplan för Natura 2000-område Gimån SE0720294, dat. 2007-09-28, dnr 511-10795-05.

[12] Länsstyrelserna 2012: Operativ miljöövervakning av miljögifter (http://www.lansstyrelsen.se/Sv/publikationer/2012/Pages/operativ-overvakning-av-miljogifter.aspx)