



Förorenade områden

- föroreningar kopplade till historiska tillverkningsprocesser

Handbok med översiktlig information om betning av säd, grafisk industri, gruva & upplag, träskyddsbehandling och ytbehandling av metall

LÄNSSTYRELSEN



ÖSTERGÖTLAND

Titel: Företrade områden - föreningar kopplade till historiska tillverkningsprocesser
Författare: Geira Törjusen (betning av säd, grafisk industri), Jenny Hultgren (träskyddsbehandling), Anna Lejontand (gruva och upplag, ytbehandling av metall), *Länsstyrelsen Östergötland*
Utgiven av: Länsstyrelsen Östergötland inom EU-projektet BECOSI
Webbsida: www.becosi.se
Beställningsadress: Länsstyrelsen Östergötland, 581 86 Linköping
Upplaga: 250 ex.
Rapport bör citeras: Törjusen, G., Hultgren, J., Lejontand, A., 2013. Företrade områden - föreningar kopplade till historiska tillverkningsprocesser. Länsstyrelsen Östergötland.
Foto: Alla bilder där inget annat anges är tagna av Länsstyrelsen Östergötland.

POSTADRESS:
581 86
LINKÖPING

BESÖKSADRESS:
Östgötagatan 3

TELEFON:
013-19 60 00

E-POST:
ostergotland@lansstyrelsen.se

WWW:
[lansstyrelsen.se/
ostergotland](http://lansstyrelsen.se/ostergotland)

This handbook was produced as a part of the European Union project BECOSI – Benchmarking on Contaminated Sites. The BECOSI project focuses on work with contaminated sites, carried out by environmental authorities in Estonia, Finland, Latvia and Sweden. The goal is to benefit a healthier and more environmentally friendly Central Baltic region by improving the work skills connected to contaminated sites administration. The areas included in the project are divided into three work packages: “More efficient supervision and enforcement”, “Contaminated sites in spatial planning” and “Information as a tool in managing contaminated sites”. The project runs during three years; from December 2010 until November 2013 and is financed through EU’s Central Baltic Interreg IV A programme.

The work with this handbook has been carried out in the activity “Handbooks describing different historical manufacturing processes and chemicals that may cause contamination with the object of better sample-taking and better risk-assessment”. It is one of a broad range of activities in the work package “More efficient supervision and enforcement”. Three countries have been involved and the following partners have participated: The County Administrative Board of Östergötland; Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre; Finnish Environment Institute and Häme Centre for Economic development, transport and the environment.



Benchmarking on
Contaminated Sites



LÄNSSTYRELSEN
ÖSTERGÖTLAND

FÖRORD

Flera näringsgrenar är utmärkande för den utveckling som har format vår historia och samtid. Genom olika naturgivna förutsättningar har exempelvis jordbruk, skog- och träindustri och gruvor utgjort grund för näringslivsutveckling, sysselsättning, boende och kultur. Baksidan är att det också ofta föreligger en problematik med föroreningar i anslutning till de områden och verksamheter som varit en del i utvecklingen. I de rikstäckande insatser som sker avseende förorenade områden är kunskap om och förståelse för historien kopplat till specifika branscher en viktig del i arbetet.

Denna handbok har tagits fram med huvudsyftet att ge ökad kunskap kring några utvalda branscher och därmed ge vägledning för myndigheter, konsulter och allmänhet för att bidra till förbättrad riskbedömning och provtagning av potentiellt förorenade områden.

Handboken är skriven av Jenny Hultgren, Anna Lejontand och Geira Torjusen på Miljöskydds-enheten, Länsstyrelsen Östergötland. Arbetet har finansierats av EU:s Central Baltic Interreg IV A-program och ingår som ett delprojekt inom BECOSI (Benchmarking on Contaminated Sites). Rapporten utgör Länsstyrelsen Östergötlands redovisning av aktivitet 2.1.4 (Handbooks describing different historical manufacturing processes and chemicals that may cause contamination).



Karin Sigvardsson
Miljöskyddsdirektör
Länsstyrelsen Östergötland

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	4
INLEDNING OCH LÄSANVISNING	6
BETNING AV SÄD	7
GRAFISK INDUSTRI	13
GRUVA & UPPLAG.....	20
TRÄSKYDDSBEHANDLING.....	27
YTBEHANDLING AV METALL.....	34
LITTERATURFÖRTECKNING	41
Bilaga 1 - Ämnesbeskrivning	46
Bilaga 2- Lästips för vidare studier	57

INLEDNING OCH LÄSANVISNING

I Sverige finns många områden där industrier och andra verksamheter kan ha gett upphov till föroreningar. Bara i Östergötland har det identifierats cirka 4000 potentiellt förorenade områden och totalt för hela landet cirka 80 000. Syftet med denna handbok är att på ett kortfattat sätt beskriva ett antal branscher och är tänkt som ett hjälpmedel vid såväl inventering, riskbedömning som vid översiktliga undersökningar av förorenade områden. Handboken är inte heltäckande men är avsedd att ge ett initialt stöd vid arbetet med förorenade områden och branscherna betning av säd, grafisk industri, gruva och upplag, träskyddsbehandling samt ytbehandling av metall. Den vänder sig främst till handläggare på kommuner och konsulter som på ett översiktligt sätt vill ha en inblick i branschtypiska föroreningar och var dessa kan förväntas finnas. Innehållet i handboken skall betraktas som en introduktion med övergripande information om respektive bransch som kan vara av vikt att känna till eller att gå vidare med. För en fördjupad och mer detaljerad kunskap kan det finnas behov av att söka ytterligare information utöver handboken. En noggrann historisk kartläggning samt karakterisering av platsens specifika förhållanden i form av t.ex. geologi, hydrologi, etc., är också en nödvändighet för att korrekt kunna tolka platsens föroreningssituation.

Då vissa ämnen och föroreningar förekommer inom flera branscher finns en bifogad ämnesbeskrivning, bilaga 1, för ytterligare och mer ämnesspecifik information. I bilaga 2 finns även tips på länkar och rapporter för vidare studier. Underlaget som ligger till grund för handboken är dels rapporter och litteratur som berör specifika branscher men också muntliga uppgifter och erfarenheter från personer med kunskap om verksamheter inom respektive bransch.

BETNING AV SÄD

Växtskydd har tillämpats sen lång tid tillbaka och betning var ett sätt att skydda utsäde mot svampangrepp och andra skadeangrepp. Många olika preparat har använts för bekämpningen av sjukdomar men verksamheten har framförallt kommit att förknippas med problem i samband med effekter av kvicksilver i miljön. Kviksilver som ackumuleras i organismer och anrikas i näringskedjorna räknas till ämnen av mycket hög farlighet. I denna handbok beskrivs huvudsakligen preparat, utrustning och tillämpning vid betning av stråsäd.

1 Historik

Betning av frön mot utsädesburna sjukdomar är en gammal metod. Redan på 1700-1800-talet blandades metallsalter av koppar, arsenik eller kvicksilver in i utsädet genom enkla metoder¹. Det gjordes i syfte att bekämpa utsädesburna angrepp främst orsakade av olika parasitsvampar. Betningen förekom vid kvarnar, lantmännens anläggningar och vid en del gårdar och säterier. Smittämnet ligger vanligen dolt i fröet som svamptrådar eller som ytliga sporer och sjukdomarna spreds och infekterade plantorna på fälten.² Växtskyddet fick en stark betydelse för jordbruket, inte bara för den enskilda odlaren utan uppfattades som en nationalekonomisk angelägenhet av stor vikt för livsmedelsproduktionen i landet.³ Under tidigt 1900-tal började organiska kvicksilverföreningar för behandling av utsäde att utvecklas. Det första medlet för kommersiellt bruk kom 1938, en metylkviksilverförening saluförd under varunamnet Panogen.⁴

Kviksilverhaltiga betningsmedel sattes i samband med fågeldöd och minskningen av fröätande fåglar på 1950- och 1960-talet gav upphov till intensiv forskning på området. Undersökningar visade på metylkviksilvrets förmåga att anrikas i näringskedjorna. I en studie av kvicksilverhalten i fjädrar från fåglar i Naturhistoriska riksmuseets samlingar fann man att halterna hade legat tämligen konstanta fram till 1940-talet för att sedan öka kraftigt.⁵ På grundval av olika undersökningar som talade för ett orsakssamband mellan kvicksilverbetning av utsäde och störningarna i miljön, förbjöds metyl- (och andra alkyl-) kvicksilverföreningar som betningsmedel 1966.⁶ Betningsmedel innehållande en annan typ av kvicksilverförening fick fortsätta att användas med vissa restriktioner fram till slutet av 1980-talet, då dessa medel helt förbjöds. Rester och avfall är ett av de problem som framkommit i samband med äldre inventeringar av branschen. Historisk var omhändertagandet inte fullt utbyggt och man hade svårt att bli av med damm och rester. Det förekom att avfallet grävdes ner, brändes på gården eller skickades till tippen.⁸ Idag kan spill och rester finnas i byggnadsmaterial och utrustning på platser där betningen och hanteringen av betmedlen förkom och i miljön utanför verksamhetsbyggnaden.⁹

2 Verksamhetsbeskrivning

Betning av utsäde var oftast en del i en kedja av processer för hantering av säd. Förutom betning av utsäde maldes eller krossades säd till olika produkter exempelvis mjöl och djurfoder. Vid större anläggningar fanns också ofta stor kapacitet för lagring och rensning av säd.

¹ (Jordbruksverket: Franzén, Anne-Charlotte, 1997)

² (Stackerud & Flensburg, 1984)

³ (Statens växtskyddsanstalt, 1964)

⁴ (Mathre, Johnston, & Grey, 2001) Panogen (methylmercury guanidine) utvecklades i Sverige 1938. Redan 1912 hade värdet av organiskt kvicksilver för utsädesbehandling upptäckts i Tyskland.

⁵ (Naturvårdsverket, 2008) Berg, Johnels et al. 1966

⁶ (Ohlin, 1984)

⁷ (Erne, 1984)

⁸ (Bernérus, 1982)

⁹ (Länsstyrelsen, 1984)

2.1 Processer

Efter att säden mottagits bearbetades den på olika sätt. I kvarnarna fanns exempelvis sten- och valskvarnar, kross, sikt, triör och rensmaskin eller fullständiga rensverk. Själva betningen av utsäde låg ofta sist i kedjan efter att utsädet hade rensats ut. Ofta verkar betningen ha skett i de nedre delarna (botten- eller källarvåningen) av verksamhetsbyggnaderna men undantag finns.

Betningsutrustning

Från början användes enkla metoder för behandlingen av utsädet. Man gick från att behandla fröna i stora mängder vattenlösningar av t.ex. koppar- eller arsenikföreningar till att spraya mindre mängder medel över utsädet och blanda om det för hand direkt på golvet. I början av 1900-talet kom maskiner i form av roterande trummor eller skruvar där utsäde och betningsmedel blandades.¹⁰ Det förekom också egenhändigt gjorda anordningar och bland annat beskrivs betning i förbrukade oljefat som



Bild 1: Del av informationsblad för betningsapparaten PANOGEN-Modell J 3. Foto: Länsstyrelsen Blekinge

man låtit svetsa fast en vev på.¹¹ Betningsutrustning kan ha benämnts på olika sätt ex. vis ”betningsmaskin”, ”betningsverk” eller ”oljebetningsverk”.¹² Anläggningarnas storlekar varierade och mängden utsäde som betades kunde variera mellan några ton i snitt per år upp till över 10 000 ton årligen.^{13 14} Ett exempel på utrustning för betning med Panogen var betningsapparaten Modell J 3, (se figur 1). En annan typ av betningsmaskin som lämpade sig för större anläggningar var Keno Gard typ E 80-T med kapacitet på 5-25 ton per timme.¹⁵

Tillsats av betmedel

Betmedlen applicerades på olika sätt och fanns i vätske- och pulverform samt där den verksamma beståndsdel var upplöst i lättflytande olja¹⁵, man talade om oljebetning. En del i processen var att fylla på betmedel till betningsanläggningen. Betningsmedel i flytande form leverades i 200-liters fat men det fanns också 20- eller 50-/60-liters dunkar. Anläggningarnas konstruktion innefattade ibland flera våningsplan och det förekom anordningar där man med slang pumpade fram lagom dos betmedel till betningsapparaten.¹¹ Åtgång av kvicksilverhaltigt medel uppgick för råg, vete och korn till ca 200 ml per 100 kg utsäde (ca 300 ml per 100 kg havre).¹³ Det betade utsädet fördes sen över i säckar och andra emballage.

Resthantering

I processerna uppstod damm och stoft som kunde innehålla rester av betningsmedel. Även spill i form av betat utsäde kan finnas kvar på och i apparaterna. Vid platsbesök kan man ibland se utsä-

¹⁰ (Jordbruksverket: Franzén, Anne-Charlotte, 1997)

¹¹ (Torjusén, 2013)

¹² (Länsmuseet, 1978)

¹³ (Bernéus, 1982)

¹⁴ (Länsstyrelsen, 1984)

¹⁵ (Statens växtskyddsanstalt, 1940)

desrester på golvet i byggnaden. Det finns också exempel där trä- eller betonggolvet är rödfärgat av spill och läckage. Betat utsäde skulle erhålla en tydligt avvikande färg¹⁶ och det verkar ofta ha varit en rödlila ton. Utblåsningsanordningar fanns med eller utan inbyggd stofffälla (cyklon). Saknades filttering blåstes stoftet ut utanför byggnaden. Annars samlades det upp i särskilda utrymmen (plåtskåp eller kammare) dit utblåset var kopplat¹⁷. Det finns också exempel på resthantering där stoft eller spill uppges ha täckts över med hästgödsel, letts i rör längs vägg till en tunna med vatten, grävts ner, lagrats vid betmaskinen eller förvarats i container eller i tomfat för betmedel.¹⁷

2.2 Råvaror och kemikalier

Säd, frön och övriga utsädeslag är råvaror som på olika sätt processades. Av stråsäd såsom havre, korn, vete eller råg producerades mjöl, gryn och djurfoder samt betat utsäde.¹⁸ Rekommenderade utsädesmängder för stråsäd har uppgått till ca 140-200 kg/ha¹⁸ och redan tidigt fanns ett flertal bekämpningsmedel i bruk för betning av utsäde. Dessa var ofta registrerade hos giftnämnden och uppmärkta med fastställd faroklass. Kvicksilverhaltiga medel tillhör faroklass 1, vilken inrymmer de farligaste bekämpningsmedlen¹⁹. De medel som använts inom jordbruk, skogsbruk eller trädgårdsskötsel har betecknats L vid registreringen. Tillstånden för yrkesmässig betning av spannmål med bekämpningsmedel tillhörande klass 1 har sökts hos Länsstyrelsen.¹⁸ Anvisningar och råd i samband med betning lämnades av Statens utsädeskontroll och lokala frökontrollanstalter om huruvida ett utsädesparti behövde och fick betas. Behovet fastställdes genom en s.k. sundhetsundersökning av utsädet utifrån hur stor andel som var smittad.^{18 20} Särskilda bestämmelser om inskränkning av betning med kvicksilverhaltigt betmedel kom 1965 avseende andel smitta och 1979 infördes ytterligare inskränkningar då kvicksilverbetning av de flesta utsädesfröer, utom vårkorn och havre, förbjöds.²⁰

Kvicksilverhaltiga betningsmedel

Utöver exempelvis arsenik spelade kvicksilver tidigt en framträdande roll vid betning av utsäde. Ett flertal kvicksilverpreparat var registrerade växtskyddmedel vid 1900-talets mitt. Några medel innehållande kvicksilver förekom mycket tidigt på marknaden och ett av dem var Panogen²¹. Panogen är det preparat som främst har kommit att förknippas med s.k. metylkvicksilver. Andel kvicksilver i några typer av Panogenpreparat kunde variera mellan 0,8 % och 1,4 %²². Metylkvicksilver (*metylkvicksilverdicyandiamid* eller *metylkvicksilverklorid*) som verksam substans användes förr mycket till betning²³ men förbjöds som verksam beståndsdel i betmedel 1966.

Efter att preparat med metylkvicksilverföreningar hade förbjödits var Panogen Metox (med verksam beståndsdel av *metoximetylkvicksilver*) ett vanligt förekommande betningsmedel. Denna kvicksilverförening har inte lika stor negativ påverkan på hälsa och miljön som metylkvicksilver. Använda preparat med metoximetylkvicksilveracetat som verksam beståndsdel är exempelvis nämnda Panogen Metox som var godkänt 1965 till 1988 och Betax 69 som var godkänt mellan 1969 och 1981²⁴. Vid dosering av dessa preparat motsvarar varje liter ca 8 g kvicksilver.²⁵

¹⁶ (Andrén, 1958)

¹⁷ (Länsstyrelsen, 1984)

¹⁸ (Bernérus, 1982) Mellan 1965 och 1976 utfärdade Lantbruksstyrelsen tillstånd för handhavande av dessa medel och tillståndsbevis för klass 1 LB vid en anläggning kan finnas arkiverade i riksarkivet i Arninge.

¹⁹ (Giftnämnden, 1966)

²⁰ (Stackerud & Flensburg, 1984)

²¹ (Statens växtskyddsanstalt, 1954) Även betmedel före 1940-tal hade övervägande organiska kvicksilverföreningar som verksam substans (mest aktuellt var fenyl- och alkoxyalkylföreningar) enligt SOU 1967:42. Förutom Panogen listas ett flertal andra kvicksilverpreparat, exempelvis Uspulun- och Germisanmedel, vilka tycks ha funnits sedan länge.

²² (Andrén, 1958)

²³ (Birgersson, Sterner, & Zimerson, 1995)

²⁴ (Kemikalieinspektionen, 1988)

²⁵ (Juto, 1986)

Kvicksilverfria betningsmedel

Av förekommande medel under 1980-talet kan nämnas Panoctine-preparat (med verksamt beståndsdel *guazatinacetat*), Voronit och Neo-Voronit (med verksamt beståndsdel *furidazol*). Oftanol T, Sidipreg 77, Agnitox Plus och Cevex är andra preparat som har framgått vid en del anläggningar.^{26 27} Övriga typer av bekämpningsmedel för betning av utsäde som framkommer i litteraturen är exempelvis Lindan som förbjöds 1983^{28 29} och Hexaklorbensen (HCB) som användes fram till 1980 för att skydda utsäde mot svampangrepp.³⁰

För mer utförliga beskrivningar och kompletterande uppgifter om olika föreningar, se ämnesbilagan.

3 Viktigaste föroreningar

Föroreningar som förvänas ha uppstått och kvarstå efter betning av utsäde framstår framför allt vara de *kvicksilverföreningar* i preparaten som användes från början av 1900-talet och fram till slutet av 1980-talet.

Ämnen som arsenik, koppar och kvicksilverfria bekämpningsmedel kan ev. vara av betydelse i de fall de förväntas ha använts i större utsträckning eller om det skulle finnas kvar som rester i kvarblivna behållare och liknande. Organiska, kvicksilverfria bekämpningsmedel innehåller i många fall verksamma beståndsdelar med relativt ringa stabilitet och anrikningstendens och med låg giftighet. Undantag är Guazitinhaltiga preparat som har tämligen hög akut giftighet.²⁸ För att säkerställa vilka typer och mängder av kvicksilverföroreningar eller andra typer av ämnen som kan förväntas är det viktigt att utreda vilka preparat som har använts. I de fall informationen är knapphändig kan bland annat tidsperioden då verksamheten var i drift vara vägledande.

Vid vissa anläggningar förekommer ibland oljepannor eller råoljemotorer i samband med uppvärmning, torkning av säd och driften. Olika *petroleumprodukter* kan eventuellt finnas som restföroreningar med koppling till gamla cisterner eller transporter vid större anläggningar.

4 Miljö- och hälsorisker

Många av de preparat och medel som använts för betningsändamål har en hög akut giftighet. I kontakt med ånga, damm eller annan exponering för bekämpningsmedel av klass 1 rekommenderas iakttagande av försiktighet då dessa generellt är förknippade med synnerligen stor förgiftningsrisk.²⁶ Kvicksilverpreparaten som länge användes vid betningen är förknippade med olika risker för negativ påverkan på hälsa och miljö.

Metylkvicksilver tas lättare upp i nervsystemet än de senare använda preparaten (med metoxietylkvicksilveracetat som verksamt beståndsdel). Inandning av kvicksilverångor beskrivs som den farli-

²⁶ (Bernéus, 1982)

²⁷ (Länsstyrelsen, 1984)

²⁸ (Björk, 1988)

²⁹ (Erne, 1984)

³⁰ (Naturvårdverket, 2000)

gare formen av exponering och kan ge skador på lungor och på centrala nervsystemet. Också vid exponering för kvicksilver via intag av föda finns hälsorisker med negativ påverkan på många organ³¹. Om rester och föroreningar når grundvattnet kan detta utgöra en hälsorisk om det används som dricksvatten.

Kvicksilver och andra starkt giftiga ämnen som tas upp och bioackumuleras kan ge betydande effekter i vattenmiljön. Det finns också risk för negativ påverkan på ämnesomsättningen i mark och organismsamhällestrukturen där kvicksilver fungerar som ett starkt gift.³²

5 Provtagning och riskbedömning

Detaljerade uppgifter finns inte alltid avseende omfattning eller vilka medel som använts. Inte sällan saknas exempelvis uppgifter om eller spår efter var maskinerna har stått. Även utanför verksamhetsbyggnaden kan det ibland vara okänt var eventuella rester har lagts. Då är det intrycken av den information som totalt finns till hands som utgör underlag för i vilken grad utredningar och undersökningar skall ske. De platser vid en f.d. betningsanläggning där potentiella källor till föroreningar förväntas är där betning och övriga moment med koppling till betning har förekommit, samt där resthantering har skett.



Bild 2: Betningsapparat med spår av rödfärgat betningsmedel.

Tips på provtagningspunkter:

- Betningsutrustningen; betningsapparaten och tillhörande behållare
- Golvutrymmen under och intill betningsapparat(er)samt intilliggande väggar
- Platser för hantering, förvaring eller påfyllning av betningsmedel
- På, under och omkring ytor där spår av rödfärgade eller oljeliknande fläckar syns
- Inomhusluft i lokalen där betningen skedde
- Tomemballage med eventuella rester av betmedlen (fat, plastfat, plåtfat, glasbuteljer)
- Platser utomhus där utblås gått ut eller där rester kan ha lagts ut eller grävts ner
- Platser där anläggningar för uppvärmning och drift såsom cisterner, oljepannor, motorer och liknande stått uppställda
- Sediment i närliggande ytvattenrecipient eller dike
- Närliggande dricksvattenbrunnar
- Vid rivning eller förfall av äldre byggnader är det skäl att uppmärksamma möjliga föroreningar i rivningsmaterialet.

³¹(Birgerson, Sterner, & Zimerson, 1995)

³²(Naturvårdsverket, 1991)

Synliga spår av betmedelsrester har vid provtagningar av rödfärgat byggnadsmaterial (både betong och trä) visat på förhållandevis höga halter av kvicksilver³³ men det finns också uppgifter om att områden intill rödfärgade fläckar samt fläckar utan färgning kan vara förorenade. Utifrån begränsad kunskap från mätning av inomhusluft avseende rester av kvicksilvermedel rekommenderas att man utför provtagning av inomhusluften för att se om det finns förhöjda föroreningshalter i en lokal. Kviksilver är relativt flyktigt och ångan kan röra sig i olika porösa material.

Nivågränsvärde för kvicksilver ligger beroende av förorening, på 0,01 respektive 0,03 mg per kubikmeter luft. Flera saker kan påverka resultaten varför det är viktigt att det görs under rätt omständigheter. Det är av vikt att den som utför mätningar har de kunskaper som behövs om aktuella mätmetoder, mätningarnas utförande, mätosäkerheten, felkällor vid mätning och är väl förtrogen med de instrument som används. Det är också viktigt att denna person har god insikt om de förhållanden som råder på den aktuella platsen.³⁴ För utökad insikt om provtagning finns litteratur med råd kring provtagning i förorenade byggnader.³⁵



Bild 3: Betmedelsrester på golv och vägg.

Riskbedömning vid f.d. betningsanläggningar omfattar både miljö- och hälsorisker. Människor kan exponeras via inandning av damm eller ånga från de föroreningar som exempelvis kan finnas i rester i golv, väggar eller i och på betningsapparaten. Det kan också ske genom direktkontakt via hud eller intag. Exponeringsrisk föreligger generellt och i synnerhet där tydliga spår exempelvis i form av rödfärgade eller oljelika fläckar och rester förekommer. Men även om det inte finns synliga spår kan risker inte utslutas. Lokalernas användning och dess skick ökar risken. Särskilt stor risk föreligger om människor bor eller frekvent vistas i lokaler där betning har skett. I byggnader som inte är låsta eller där det är lätt att ta sig in finns risk att exempelvis barn kan komma i kontakt med eventuella rester av betningsmedel i anläggningen. De miljömässiga aspekterna på risker är i vilken grad restföroreningarna förväntas kunna spridas i miljön utanför kvarnen till mark- och/eller vattenmiljön. Vid spridning och förekomst i markmiljön kan det påverka markens ekosystem och markorganismerna negativt. Med intilliggande eller närliggande grundvattenförekomst eller ytvattenrecipient finns också anledning att beakta risker för negativ påverkan i vattenmiljön och förorening av dricksvattentäkter.

³³ (Golder Associates, 2010)

³⁴ (Arbetsmiljöverket, 2011)

³⁵ (Svenska Geotekniska Föreningen, 2010)

GRAFISK INDUSTRI

Grafisk industri innefattar olika steg för att framställa grafiska produkter och är mycket varierad både avseende på trycksaker och tryckprocesser. Vid framställning av de grafiska trycksakerna, exempelvis böcker, tidningar eller tryck på förpackningar, tas en förlaga fram och förarbetas som sen trycks och efterbehandlas till önskat slutresultat. Beskrivningen i denna handbok fokuserar på en del processer och processteg med utmärkande kemikalieanvändningen i förhållande till andra moment vilka behandlas mer övergripande.

1 Historik

Framställning av grafiska produkter har förekommit sen mycket lång tid tillbaka³⁶ men den moderna boktryckarkonsten tillskrivs ofta Johann Gutenberg och i Mainz började man under 1400-talet att trycka böcker med lösa typer.^{37 38} Gutenbergs uppfinning utvecklades under 1400- och 1500-talen och metoder och typografi förfinades fram till 1800-talet. Därefter förändrades radikalt metoderna genom den tekniska utvecklingen. I slutet av 1800-talet kom de första sättmaskinerna till Sverige³⁹. Olika innovationer under de senaste århundradena har lett fram till de metoder som har använts under stor del av 1900-talet. Sen kom den teknik som ersatte tidigare metoder för sättning och förarbete och utvecklingen har gått mot att både sättning och bildbehandling alltmer sker med hjälp av datorutrustning. Man talar om desktop publishing (DTP) som inkluderar en mängd funktioner och program. Det mesta prepress-arbetet förekommer idag i datormiljö³⁶ och den digitala utvecklingen har gjort att filmhanteringen och därmed film, fix- och framkallningskemikalier samt processvatten alltmer försvinner.⁴⁰

Inom branschen används olika tryckmetoder, s.k. högtryck exempelvis boktryck och flexografi, djuptryck, offset (plantryck), screentryck och digitalt tryck. De grafiska firmorna har specialiserat sig på ett eller flera processteg. Vid vissa anläggningar har man riktat in sig på förberedande arbete och repro medan andra har haft fullt bestyckade tryckerier med sättning, flera tryckpressar och efterarbete. Olika moment vid grafisk produktion kan ge upphov till olika föroreningar. I de ingående processerna vid varje verksamhetssteg från att förbereda förlagor, trycka upp och slutbereda produkterna har råvaror och ett flertal kemikalier använts.

En del i verksamheten har varit att rengöra utrustning och tryckformar där olika typer av organiska lösningsmedel har använts. Utsläpp av bland annat silver har förekommit genom att det vid filmframkallning och rengöring av framkallningsmaskiner följde med skölj- och rengöringsvatten till avloppet. Driftsstörningar och haverier kan ha också ha lett till oönskade utsläpp av framkallare, fix eller silverhaltigt vatten till avlopp. Vid rengöringen av valsar, tryckformar, fuktvattensystem och andra detaljer frigörs flera föroreningar. Oljekolväten ingår som komponent i olika kemikalier och olja används i tryckpressar och i annan utrustning.^{40 41 42} Processvattnet framstår som ett generellt restproblem och då med fokus på kemikalier i samband med framkallning och rengöring, men också metaller från etsbad som förr hälldes ut i avloppet.

³⁶ (Hallberg, Klart för tryck, 1977) Redan år 1041 e.Kr. förekommer första tryckpressen med flyttbara ”typer” av bly.

³⁷ (Bagge F., 1940)

³⁸ (Zachrisson, 1956)

³⁹ (Linblom, 1941)

⁴⁰ (Naturvårdsverket, 2005)

⁴¹ (Winge, 2009)

⁴² (Länsstyrelsen Kronobergs län, 2010)

2 Verksamhetsbeskrivning

2.1 Processer

Verksamheten vid tryckerier har inkluderat tre övergripande processteg. I det första förberedande arbetet (förarbete, prepress) tas förlagan fram och överförs till aktuellt tryckmedium. Nästa steg är att trycka produkten (tryckning) i olika stora upplagor. Slutligen bearbetas produkterna (efterarbetning). I varje steg och för olika produkter skiljer sig metoderna och typen av använda kemikalier i vissa fall ganska mycket åt.



Figur 1: Principskiss över övergripande processteg.

Förarbetet - prepress

Steget innan tryckning som brukar kallas prepress och innefattar att ta fram original med utformandet av text och bild samt repro, sättning och tryckformsframställning. Färgbilder separeras i de fyra grundfärgerna (svart, gult, cyan och magenta) och rastreras.^{43 44} Oavsett tryckmetod har man behövt framställa ett tryckmedium⁴⁵, d.v.s. olika former av tryckformar. Beroende på tidsperiod och tryckteknik har olika tryckformsframställningar varit tillämpliga.

Repro; Originalen tas fram och överförs fotografiskt till tryckformen genom ljusexponering, framkallning, fixering och sköljning⁴⁶. Med senare metoder skannas montage och kan överföras direkt till tryckformen. Tekniken är olika långt kommen beroende på tryckteknik. Överföring av information inom offsettryck sker numer via s.k. CTP-anläggningar (Computer to Plate) utan film och framkallningskemikalier.^{43 47}

Sättning; Är den typgrafiska utformningen av en text. I boktryck (högtrycksteknik) gjordes sättningen förr i bly i speciella radgjutningsmaskiner där varje textrad göts i ett stycke⁴⁴. Arbetet utfördes i sätterier eller på sätteriafdelningar i tryckeriet.

Tryckformsframställning; De färggivande, tryckande ytorna inom boktryck framställdes genom stöpning av s.k. blysatser eller metallklichéer. Blygjutning användes vid tryckerier före 1970. En metallblandning av bly, tenn och antimon smältes och formades till bokstavsradar. Efter tryckning smältes metallblandningen igen och formades om.⁴⁸ Senare blev det vanligt med klichéer av zink, koppar, magnesium eller plast. Bilder överfördes till zinkklichéer på fotografisk väg genom etsning. Tryckformen för högtryck kunde också graveras i fotopolymer eller gummi⁴⁹. Flexografisk tryckform, s.k. flexokliché tillverkas av plast eller gummi. Vid klichétillverkning av plast ingår lösningsmedel och efterbehandlingsbad. De i gummi tillverkas utifrån en spegelvänd metallkliché⁴⁷.

⁴³ (Naturvårdsverket, 2005)

⁴⁴ (Hallberg, 1977)

⁴⁵ (Bagge F., 1940)

⁴⁶ (Bengtsson, 1993)

⁴⁷ (Winge, 2009)

⁴⁸ (Länsstyrelsen Gotland)

⁴⁹ (Hallberg, 2001)

Tryckning

Olika trycktekniker har varit tillämpliga vid olika tidsperioder. I Sverige idag är de vanligaste tryckteknikerna offset-, flexo-, screen- och digitaltryck.⁴³ Rulloffset- och djuptrycksanläggningar samt klichéanstalter var tidigare tillståndspliktiga men även större laboratorium för framkallning av film och pappersbilder.

Boktryck; Boktryck, som var en av de tidigaste teknikerna, är en metod där de färgbärande ytorna ligger i ett högre plan än omgivande icke tryckande yta och kallas även för *högrtryck*. Tryckfärg överfördes till de förhöjda delarna av tryckformen (en kliché eller typsats). Tryckformen pressades och avsatte trycket på papper med hjälp av en tryckcylinder. Boktryck var dominerande som tryckmetod fram till 1970-talet då offsettekniken alltmer kom att tillämpas. Tekniken användes därefter bara i mindre skala och till små upplagor.⁵⁰

Djuptryck; Djuptryck är en komplicerad teknik där färg överförs till pappret från etsade fördjupningar (förr graverade) exempelvis i en tryckcylinder. Bildmässigt var metoden överlägsen men är kostsam och blir ekonomiskt lönsam först vid mycket stora upplagor. Exempel på produkter är frimärken och sedlar och produktion av postorderkataloger, broschyrer och emballage.^{50 51 52}

Offset; Metoden bygger bland på kemiska skillnader mellan tryckande och icke tryckande ytor och är ett plantryck eller yttryck (bygger på litografiskt tryck i grunden). Själva tryckverket består av cylindrar, fukt- och färgverk. Offsettrycket introducerades på 1950-talet och fick genomslag under 1980-talet. Inom offset förekommer två huvudprocesser i form av *arkoffset* och *rulloffset*. Vid arkoffset sker pappersinmatning med lösa ark och i rulloffsetpressar sker tryckningen från papper i löpande bana och används främst vid stora upplagor. Metoderna används exempelvis inom tidningstryckerier, av mindre arkoffsettryckerier och till tryckning av blanketter.^{53 50 52}

Screentryck; Inom screentryck pressas färgen med hjälp av en rakel till trycksaken genom en finmaskig dukväv (screen, screenram) som preparerats med färggenomsläpp. Screentrycket gick från hantverk till industri på 1960-talet och det är huvudsakligen små tryckerier som använder tekniken. Screentryckteknik lämpar sig för ojämna och korniga ytor som tryck på tyg, glas, keramik, och grövre pappersstrukturer och används exempelvis till reklamaffischer, plakat och skyltar. Möjligheten att trycka på icke plana ytor samt ett stort sortiment av fluorescerande färger gör tekniken särskilt användbar.^{50 54}

Flexografi; eller flexotryck som det också kallas, är en högtrycksmetod där tryckning kan ske på de flesta material och där trycket sker från plast- eller gummiklichéer. Presskonstruktionen är förhållandevis enkel och saknar fuktverk. Metoden, som kommit att dominera alltmer, har funnits sen 1920-tal och används främst vid förpacknings-, tapet- och wellpappstryck samt till tryckning av blanketter, kuvert och hygienpapper. Tidigare användes anilinfärger, metoden kallades då *anilintryck*, men de har ersatts mot andra typer av färger.^{55 50 51 52}

⁵⁰ (Hallberg, 1977) Litografi är en form av stentryck där den tryckande ytan är fettvänlig (eller vattenavvisande) och den icke tryckande ytan är fettavvisande (eller vattenvänlig)

⁵¹ (Länsstyrelsen Kronobergs län, 2010)

⁵² (Winge, 2009)

⁵³ (Naturvårdsverket, 2005)

⁵⁴ (Länsstyrelsen Hallands län, 2012)

⁵⁵ (Länsstyrelsen i Kalmar län, 1989)

Digitalt tryck; De första digitala pressarna kom i början av nittiotalet och utvecklingen går mot allt snabbare pressar. Data matas direkt från datorn till tryckpressen och i huvudsak används elektrografi (xerografi) och injekt (bläckstråle). Elektrografi används i kopieringsmaskiner, laserskrivare och digitala pressar och injekt kan användas för tryckning på i princip alla material och används ibland istället för screen. Inom digitalt tryck förekommer ingen tryckformsframställning.⁵⁶

Efterbearbetning

Efter tryckning, bearbetas trycksakerna i mekaniska moment (skärning, häftning, stansning etc.). Lackering, laminering och limbindning är moment att uppmärksamma ur miljösynpunkt.⁵⁶



Bild 2: Utrustning för digitalt tryck

2.2 Råvaror och kemikalier

Utvecklingen har gått från hantering av metallhaltiga färger, organiska lösnings- och rengöringsmedlen till mindre miljöstörande ämnen och föreningar. Medvetenhet om risker med processvatten och tillsyn av branschen kring 1970/1980 kan ha varit början till den utvecklingen.

Film och framkallningskemikalier; Vid riktigt stora anläggningar gick det, förutom stora mängder lösningsmedel, åt mycket film och fotopapper. Tryckerier med framkallning av mer än 15 000 m² film och 50 000 m² fotopapper var tillståndspliktiga från 1989⁵⁷. Fix innehåller silver och framkallningsvätskorna kan bland annat innehålla kaliumsulfid, kalium- och natriumhydroxid, kaliumbromid och fenoler.^{58 56} Erfarenheter tyder på att halterna av silver i sköljvattnet från fix (fixerlösning) kan ha varierat mellan 0,02 upptill 38 mg/l.⁵⁷

Metaller; Blytyper och blysatser framställdes av bly (tenn, antimon). Vid tillverkning av djuptryckscylindrar avfettas cylindern och förnicklas eller förkromas och skavanker tas bort. Koppar och kvicksilver eller silverhaltiga lager läggs på cylindern som sedan etsas eller graveras.⁵⁹

Tryckfärger; Tryckfärgerna är svarta eller kulörta och innehåller pigment, bindemedel och tillsatsmedel. Inom boktryck har oljebaserad färg använts⁵⁷. Vid djuptryck och flexografi används lösningsmedelsbaserad färg och vid offset består tryckfärgen av pigment och bindemedel (ofta alkyder) finfördelat i olja. Inom screentryck kan färgernas sammansättning vara lösningsmedelsbaserade, vattenburna eller UV-färger och med fenol-, akryl- eller alkydbaserade bindemedel.⁵⁸ Vid flexotryck användes tidigare anilinfärg^{60 61}. Vid djuptryck används toluenbaserad färg men också andra typer beroende på tryckteknik. Inom screentryck kan tidigare färger med innehåll av tungmetaller ha använts.⁵⁹

⁵⁶ (Naturvårdsverket, 2005)

⁵⁷ (Länsstyrelsen i Kalmar län, 1989)

⁵⁸ (Winge, 2009)

⁵⁹ (Dansk miljørådgivning A/S, 2003)

⁶⁰ (Hallberg, 1977)

⁶¹ (Kemikalieinspektionen, 2011) Bensen utgör utgångsmaterialet för exempelvis anilin.

Vaskmedel; Vid rengöring av gummidukar och offsetplåtar samt färgvalsar och mottrycksylindrar, användes vaskmedel för att få bort färg och fibrer. Vaskmedel kan ha innehållit petroleumbaserade lösningsmedel som olika typer av nafta.⁵⁶

Lösningsmedel; Vid tryckformsframställning och vid rengöring av maskiner, tryckformar och andra detaljer används olika lösnings- och avfettningsmedel. Flexografiska klichéer hårdas och sköljs med vaskmedel baserat på lösningsmedel (perkloretylen eller butanol) och efterbehandlas i bad av kaliumbromid och bromat upplöst i saltsyra⁵⁸. Vid rengöring av utrustning användes trikloretylen och man använde trasor för att torka av med. I ett fall användes trikloretylen vid rengöring av valsar som dopades ner i vätskan som senare hälldes ut då den var förbrukad.^{58 62} Inom djuptryck rengjorde man med det medel som fanns i tryckfärgen, vanligen toluen. Men vid mer krävande rengöring användes trikloretylen.⁵⁸ Tvätt av screenramar kan medföra utsläpp av en viss andel lösningsmedel (exempelvis cyklohexanon) till avlopp som kan ha uppgått till 50 %.⁵⁷

Fuktvatten; Inom offsettryck används fuktvatten för att färgen inte skall fastna på de icke tryckande ytorna. Det kan innehålla flera komponenter bland annat isopropanol, biocider och fosforsyra. Ca 10 % av förbrukad mängd isopropanol kan ha gått ut i avlopp med fuktvatten⁶³.

Olja, spillolja; Olja kan läcka från tryckpressar och oljeläckage från papperskomprimatorer framgår ha varit vanligt förekommande vid offset- och flexotryckerier.^{64 65} Rester av förbrukade oljor från produktion eller från driften och uppvärmning av lokaler kan också förekomma.

Lack, fernissa och lim; Förutom det mekaniska efterarbetet finns moment där användning av lacker, fernissa och lim förekommer. Lösningsmedel ingår i lim och används vid rengöring.⁶⁵

Avfall och rester; Avfall inom grafisk industri är aluminiumplåtar, silverhaltig fotografisk film, förorenat lösningsmedel, färgspill med innehåll av lösningsmedel, trasor innehållande färg och lösningsmedel. Även tonerkassetter och elektronikavfall samt fotopapper, plast, metallfolie och lack- och limrester innehållande lösningsmedel, är typer av avfall som kan förekomma.

3 Viktigaste föroreningar

Ett flertal förorenande ämnen kan förväntas i processvatten och tvättvatten och i avfall.

Lösningsmedel; Branschen framstår ha varit mycket lösningsmedelsintensiv. I produktionen och vid rengöring användes flera organiska lösningsmedel som terpentin, bensin, benzen, etanol, toluen och klorerade lösningsmedel (trikloretylen, perkloretylen).

⁶² (Torjusén, 2012)

⁶³ (Länsstyrelsen i Kalmar län, 1989)

⁶⁴ (Winge, 2009)

⁶⁵ (Naturvårdsverket, 2005)

Tungmetaller; Bly som spillts vid framställningen kan finnas som restförorening i lokaler och avlopp. Vid flexotryckerier uppstår avfall av metallhydroxidsslam och vid etsning av metallklichéer uppstod zink eller magnesiumrester i sköljvattnet. Vid tillverkning av djuptrycks cylindrar kan avfall av koppar och silver ha uppstått⁶⁴. Från utsläpp av vatten vid framkallning av film och plåtar samt vid rengöring av tryckplåtar förekommer metaller som silver och koppar⁶⁶.

Kolväten; I oljor som läckt från maskiner eller i spillolja i och omkring äldre cisterner kan finnas olika typer av kolväten. Petroleumprodukter, bensin och andra petroleumbaserade lösningsmedel var också vanliga på tryckerier⁶⁴. Ett ofta använt pigment (Carbon Black) innehåller flera olika polyaromatiska kolväten (PAH) ex. vis benzo(e)pyren⁶⁴.

4 Miljö- och hälsorisker

Utsläpp av processvatten kan innehålla silver och andra rester från exempelvis färg, lösningsmedel och framkallningskemikalier. Används dricksvatten från närliggande täkter eller användning av annat vatten som påverkats finns hälsorisker om vattnet innehåller föroreningar av exempelvis tungmetaller eller lösningsmedel. I inomhusluften kan det avgå ångor från exempelvis lösningsmedelsrester i byggnadsmaterial som kan ha negativ påverkan vid exponering.

Det kan också finnas kvar rester i mark i anslutning till otätheter eller skadade avloppsledningar med påverkan på markmiljön och med risk för läckage till grundvatten och närliggande ytvattenrecipienter. De tungmetaller, organiska lösningsmedel och många andra av kemikalierna som ingått i processerna har negativa effekter på organismer i både vatten- och markmiljön. Vid utsläpp av avloppsvatten innehållande restföroreningar kan också påverkan på reningsverken ske. Exempelvis kan stora mängder olja slå ut reningsverken biobäddar⁶⁴.

5 Provtagning och riskbedömning

Då ledningar och avlopp har varit en så central del är dessa viktiga att uppmärksamma och vid behov omhändertata. Vid undersökning rekommenderar dansk miljörådgivning tv-inspektion i avloppsrör och avloppsbrunnar men också borrhning och jordprovtagning vid upplag och avfall samt otätheter i ledningar från produktions- och lagerlokaler. Även luftprover rekommenderas där antagande finns om spill av avfettnings- och klorerade lösningsmedel.⁶⁷

Tips på provtagningspunkter:

- Golvmaterialet under och omkring tryckpressar och annan utrustning i tryckerilokalen
- Golv och väggar där spill, läckage eller andra olyckor har förekommit
- Utrymmen för rengöring av utrustning, formar, tryckramar etc

⁶⁶ (Bengtsson, 1993)

⁶⁷ (Dansk miljörådgivning A/S, 2003)

- Avloppsledningar och avloppsbrunnar (där bland annat silver kan vara ett problem)
- Luft i verksamhetsbyggnaden
- Mark, grundvatten (och närliggande grundvattentäkter), recipient och sediment
- Avfall eller rester som kan ha deponerats på fastigheten eller i intilliggande områden (mark, recipient och grundvatten)
- Eventuella oljecisterner och kringliggande mark.

Risker med rester kan finnas både ur hälso- och miljöaspekt. Mycket av avfallet har vid viss tidpunkt återvunnits (exempelvis plåtar, förbrukad film och oljor samt vissa lösningsmedelsrester) eller gått till deponi.⁶⁸ Även bly återvanns vid gjutning av blytyperna. Men det kan inte utslutas att det finns platser där omhändertagandet av rester och avfall inte fungerat tillfredställande och där spill och läckage av metallrester, färg och lösningsmedel har dumpats och kan utgöra ett efterbehandlingsproblem⁶⁹. Vad gäller lösningsmedelsmängderna har de, liksom för andra material och ämnen, varierat mycket beroende på variationen med många små tryckerier och en del mycket stora anläggningar inom branschen. Förbrukning av lösningsmedel kan ha varierat från några hundra liter lösningsmedel per år och upp till flera tusentals ton. Med beaktande av omfattningen men också intryck och uppgifter om hantering kan hälsorisker med kvarvarande lösningsmedel i verksamhetsbyggnaden och/eller i intilliggande mark och vatten (grund- och ytvatten) vara en viktig del i riskbedömningen.

⁶⁸ (Länsstyrelsen i Kalmar län, 1989)

⁶⁹ (Naturvårdsverket, 1995)

GRUVA & UPPLAG (SULFIDMALM & RÖDFYR)

Gruvindustrin syftar till att förse samhället med råmaterial i form av metaller och mineraler. Gruvor och upplag kan ha stor negativ påverkan på miljö och hälsa då de bidrar med metaller och försurande ämnen till omgivningen. Gruvans miljöfarlighet beror främst på malmens lokala sammansättning. I den här handboken begränsar vi oss till sulfidmalmsgruvor, vilken av Naturvårdsverket har bedömts kunna ha de allvarligaste miljökonsekvenserna.⁷⁰ Rödfyr är en sulfidmalmsliknande restprodukt som härrör från bränning av alunskiffer för energiändamål, vilket under en period skedde vid många kalkugnar. Rödfyr och avfall från sulfidmalmsgruvor har liknande egenskaper och utgör därför tillsammans en bransch. Med gruvindustri menas här allt från ortdrivning, malmbrytning, sprängning, transporter samt vidareförädling av malmen till kund eller smältverk, d.v.s. den verksamhet som oftast företas i ett gruvområde.

1 Historik

Gruvbranschen är en mycket gammal bransch. Utvinning av mineraler finns konstaterat i Sverige så tidigt som på bronsåldern. Landets äldsta i skrift belagda gruva, Falu koppargruva, är dokumenterad sedan 1200-talet, men tros ha varit igång redan på 700-talet.⁷¹

I gruvdriftens början satte grundvattennivån gränsen för hur djup en gruva kunde bli eftersom man saknade effektiv möjlighet att pumpa bort inströmmande vatten. Många lösningar provades under åren, men först då de första ångmaskinerna kom innebar detta ett verkligt effektivt sätt att transportera bort vatten som ansamlades i gruvhål, och senare, orter (gruvgångar).⁷² Från 1100-talet finns konstaterat kommersiell gruvbrytning i Sverige, men först på 1600-talet börjar man bryta under jord i orter.⁷³ I branschens tidiga historia kunde man endast utvinna metaller ur malm med höga mineralhalter. Avfallet innehöll då med dagens mått fortfarande högst brytvärda metallhalter. Först under 1800-talet började man använda anrikningsverk för effektivare utvinning av metaller ur det brutna berget och på 1920-talet började man effektivisera separeringen av utvunna mineral genom att mala malmen och tillsätta flotationskemikalier. Allteftersom effektiviteten på mineralutvinningen ökade blev även malm med lägre mineralhalt brytvärd, och mängden avfall och föroreningar som härrör från gruvbrytningen ökade.⁷⁰

Före 1969 då Miljöskyddslagen kom hade gruvföretagen inga generella krav på sig att omhänderta sitt avfall på ett ansvarsfullt sätt eller rena sitt avloppsvatten. Förbrukad malm och restprodukter lagrades eller deponerades oftast varhelst det passade verksamhetsutövaren och utan några åtgärder för att hindra lakvatten och processavloppsvatten att komma ut i omgivningen. Gruvavfall från gamla sulfidmalmsgruvor utgör den dominerande källan till utsläpp av metaller till vatten i Sverige.⁷⁰

Branschen är stadd i utveckling och nya metoder att utvinna metaller och mineraler tas fram kontinuerligt.

⁷⁰ (Naturvårdsverket, 1995)

⁷¹ (Falu gruva, Stiftelsen Stora Kopparberget, 2013)

⁷² (Nordisk familjebok, 1922) (Västerbro, 2010)

⁷³ (Hult, Lindqvist, Odelberg, & Rydberg, 1989)

1.1 Rödfyr

Rödfyr (även kallad skifferaska) är en rödaktig restprodukt som uppkommer då alunskiffer förbränns. Alunskiffer är en sedimentär bergart som innehåller höga halter av organiska föreningar, vilket gör att den kan fungera som bränsle. Användning av alunskiffer som bränsle var särskilt vanligt vid kalkugnar i vissa områden i Sverige där kalksten förekommer tillsammans med alunskiffer. Vid kalkugnarna brändes kalk för att omvandlas från osläckt till bränd/släckt kalk.

Rödfyren deponerades ofta i anslutning till kalkugnarna och bildar på dessa platser stora upplag. Framställningen av bränd kalk på detta sätt höll på från 1700-tal till 1950-tal.^{74 75}

2 Verksamhetsbeskrivning

Det kan vara svårt att dra gränsen för vilka processer som ingår i själva gruvverksamheten då man i olika tider och platser haft olika processer i direkt anslutning till gruvan. Här har gränsen dragits vid anrikning av malmen, efter vilket malmen går till vidareförädling.

2.1 Processer

Brytning, skrädning och bokning

De vanligaste metoderna, historiskt sett, är att bryta via dagbrott eller gruvgång. Malmbrytning via dagbrott genererar mycket avfall; förhållandet malm-gråberg är så mycket som mellan 1:1 och 1:3. Gråberget deponeras vanligen i anslutning till gruvan och innehåller sulfidmineraliseringar under brytvärda halter.^{76 77}

En tidig malmbrytningsmetod är tillmakning. Denna process innebar att man eldade på berget för att göra det sprött och möjligt att bryta med spett och slägga. Metoden började så småningom successivt ersättas av sprängning med krut med början på 1600-talet, nitroglycerin på 1860-talet och sedan dynamit i slutet av 1800-talet. Idag har dynamiten generellt ersatts av andra sprängmedel.

När malmen tagits upp krossades den i mindre delar som sedan sorterades för hand efter metallinnehållet (skrädning) och krossades till grov sand (bokning). Ibland lades varphögar upp på backen för bearbetning av väder och vind innan bokning. Önskade sulfider oxiderade då och rann ut i omgivningen, samtidigt som malmen blev porösare och lättare att krossa.⁷⁸

Anrikning

Efter bokning (senare malning) förs materialet vidare till anrikningsverket för vidare bearbetning och separering. Av tekniska och ekonomiska skäl kan malmerna inte smältas som de är utan olika mineral

⁷⁴ (Liljelind & Barregård, 2008)

⁷⁵ (Davidsson, 2004)

⁷⁶ (Naturvårdsverket, 1995)

⁷⁷ (Länsstyrelsen Gävleborg, 2008)

⁷⁸ (Hult, Lindqvist, Odelberg, & Rydberg, 1989)

och metaller måste separeras från varandra. Denna process kallas anrikning. Anrikningen sker i anrikningsverket och syftar till att ytterligare koncentrera ett önskat ämne, i detta fall mineral/metall, på bekostnad av oönskade mineral som tas bort.

Vid anrikning av malm är det viktigt att det finns egenskapsskillnader mellan de i malmen ingående mineralen. Sådana skillnader kan vara färg, form, radioaktivitet, densitet; magnetiska, elektriska, ytkemiska och krossningsegenskaper. Till exempel utnyttjas skillnad i ytkemiska egenskaper vid flotation och selektiv flockning. Vid flotationsmetoden skiljer man olika mineral genom att få dem att floterar (flyta upp) i ett skum i en vattenblandning. Genom att tillsätta olika kemikalier, ändra pH och/eller blåsa in luft i vatten-mineralblandningen flyter det mineral man är intresserad av upp till ytan och kan ”skummas” av. Genom att kombinera tillsatser floterar olika mineral i olika steg.⁷⁹

En tidig anrikningsmetod är vaskning. Den krossade malmen vaskades med hjälp av rinnande vatten efter principen att de tunga malmkornen skulle bli kvar medan de lättare mineralerna flöt iväg. Metallförlusterna, med påföljande läckage till omgivningen, var stora med denna metod.⁷⁸

2.2 Råvaror, kemikalier, avfall och restprodukter

Förutom ren malm använder gruvindustrin generellt tämligen få kemikalier, men då ofta i stora kvantiteter. Några exempel på använda kemiska ämnen och produkter: diesel, lacknafta, asfalt, ammoniumnitrat, fotogen, xylene, formaldehyd, sprängmedel och lösningsmedel; vid flotationsprocessen: t.ex. natriumcyanid, natriumbikromat, xantater (svavelorganiska ditiokarbonater). De sistnämnda tre är relativt toxiska och kan dessutom förstärka giftverkan hos vissa metaller.⁸⁰



Bild 1: Anrikningssand upplagd invid det f.d. anrikningsverket.

I samband med gruvverksamhet bildas stora mängder metallhaltigt avfall i form av gråberg, varp, slagg och anrikningssand. Problemet är störst vid sulfidmalmsgruvor då avfallet från och processerna vid dessa belastar omgivningen med både metaller och försurande ämnen. Beräkningar visar att det till dags dato finns ungefär 300 miljoner ton sulfidhaltigt avfall i landet innehållande cirka 500 000 ton bly, kadmium, koppar och zink i icke bryt-/anrikningvärda halter.⁸⁰

Restprodukter från äldre gruvverksamhet består av varp och slagg. I modern gruvdrift finns i huvudsak tre typer av gruvavfall: *varp*, *slagg* och *anrikningssand*.⁸¹

⁷⁹ (Länsstyrelsen i Västmanland, 2004)

⁸⁰ (Länsstyrelsen i Västmanland, 2004)

⁸¹ (Länsstyrelsen i Dalarna, 2005)

Anrikningssand: uppkommer som en rest vid anrikning och deponeras i sandmagasin i naturliga svackor i terrängen i närheten. Anrikningssanden kan uppgå till 90 % av den brutna malmen och innehåller metaller och använda kemikalier.⁸⁰ Anrikningssand kallades förr ofta vaskmull eller gruv-mull.^{81 82}



Bild 2: Sandmagasin

Gråberg: uppstår vid drivning av schakt, orter, ramper i sidoberget och som rest vid utvinning av malmen. Kan innehålla betydande mängder sulfidmineral, antingen i halter som inte är ekonomiskt utvinningsbara eller är ointressanta att utvinna. Gråbergsupplag finns både vid nedlagda och pågående gruvor.⁸⁰

Rödfyr: rödaktig rest av alunskiffer som uppstår då denna förbränns. Materialet är poröst och uppvisar många likheter med vittrande sulfidhaltigt gruvavfall.⁸³

Slagg: metaller och ämnen som inte är önskvärda vid vidareförädling av malmen. Under smältning i masugn, lägger sig oönskade ämnen på toppen och oönskade metaller på botten. Dessa tappas ut i formar före den önskade metallen vid tömning av masugnen. Slaggsten är oftast gråsvart med inslag av blått och grönt och kan vara lite glasartad. Slagg utgjorde ett billigt byggnadsmaterial men eftersom det inte har särskilt bra isolerande egenskaper användes materialet sällan till bostadsbyggande.⁸⁴

Varp: berg som fås som rest vid skrädning eller sovring. Termen används även ibland för gråberg. Varp kan utgöra 70-90 % av det som bryts i gruvan och lagras i stora högar, oftast i anslutning till gruvan. Gamla varphögar kan läcka avsevärda mängder metaller till mark, grund- och ytvatten. Varp-högar kan ofta vara skyddade som fornlämningar enligt kulturminneslagen.⁸⁴

3 Viktigaste föroreningar

Gruvbranschens viktigaste föroreningar är *tungmetaller*. Dessa kommer främst från varp, gråberg, sandmagasin, gamla dagbrott, gruvgångar och schakt.⁸⁵ Även försurning är en viktig problematik associerad med gruvdrift då vittring av sulfidhaltigt gruvavfall kan generera surt lakvatten som frigör tungmetaller vilka är lösliga i sur miljö. Problemet beror på att sulfiderna bara är stabila så länge de finns i en syrefattig miljö liksom den de bildades i; vid kontakt med syre börjar de genast vittra. Alunskiffer bildas genom att havsbotten pressas samman i grunda låglänta regioner. Sulfidmalm bildas under vatten i vulkaniska områden. På grund av de syrefattiga förhållanden som råder i dessa miljöer är sulfider stabila här. Detta gör att alunskiffer och sulfidmalm får ett naturligt högt innehåll av metaller och

⁸² (Länsstyrelsen Gävleborg, 2008)

⁸³ (Naturvårdsverket, 1995)

⁸⁴ (Länsstyrelsen i Västmanland, 2004)

⁸⁵ (Naturvårdsverket, 1995)

⁸⁶ (Naturhistoriska Riksmuseet, 2012)

⁸⁷ (Länsstyrelsen Gotland)

ämnen som förekommer i sulfidform, till exempel arsenik, kadmium, koppar, zink, silver och uran.⁸⁶ Rödfyrsupplag kan även innehålla t.ex. vanadin, barium, molybden, uran.⁸⁷ När alunskiffer förbränns oxideras sulfiderna och rödfyren får därmed geokemiska egenskaper liknande vittrande sulfidhaltigt gruvavfall.⁸⁸

Exakt vilka metaller det rör sig om vid ett specifikt objekt kan variera eftersom berggrundens mineralinnehåll varierar lokalt.

4 Miljö- och hälsorisker

Metallläckaget vid vittring av sulfidsmalm och rödfyr står i paritet med allt metallutsläpp från all övrig industri i landet. Utsläppen från pågående gruvdeponier är i allmänhet små och det är främst från de äldre upplagen med varp och anrikningssand som läckage av metaller sker till omgivningen. Problemet kvarstår under mycket lång tid, kanske flera tusen år.⁸⁴

Avfall från gruvor och rödfyr består ofta av många olika ämnen som kan samverka och ge synergieffekter (eller det omvända) beroende på exakt mineralsammansättning, bergartens typ, pH på platsen, lokala nederbördsmängder, osv.

Utsläpp av metaller till vatten kan i höga halter medföra akut förgiftning av vattenlevande organismer. I lägre halter kan utsläpp orsaka långtidseffekter i vattenmiljön i form av bl.a. ökad dödlighet, reproduktionsstörningar eller hämmad tillväxt. Även människor kan ta upp metaller, vissa metaller tas upp



Bild 3: Vittrande varp.

oralt via munnen, vissa genom hud eller andning. En del (såsom kvicksilver och bly) lagras och anrikas i kroppens vävnader och kan orsaka skador, bl.a. på nervsystemet, om och när kritiska halter uppnås.⁸⁹

Sulfider som vittrar har starkt försurande effekt och utsläpp av försurande ämnen ifrån lakvattnet kan vara den dominerande källan till försurning lokalt. Vilken påverkan detta får på omgivningen beror på dess buffrande förmåga. Vid låga pH kan metaller som är stabila i höga pH börja lösas ut snabbare ur rödfyren. Metallers adsorption (bindning till mineral eller partiklar)

är starkt beroende av pH. Metalljoner, som är positivt laddade, till exempel koppar och bly, adsorberar bättre vid höga pH än vid låga. Negativt laddade joner, exempelvis arsenik, har ett omvänt

⁸⁸ (Envipro Miljöteknik AB, 2005)

⁸⁹ (Liljelind & Barregård, 2008)

pH-beroende, dvs. adsorberar bättre vid låga pH. Om innehållet av buffrande mineral är betydande i rödfyren/gruvavfallet är potentialen för buffring och fastläggning av metaller stor. För element som arsenik, molybden och vanadin finns dock en risk för ökad utlakning på grund av att de är mer mobila vid höga pH-värden.⁹⁰

För mer detaljerad information om enskilda ämnens effekter, se ämnesbilagan.

5 Provtagning och riskbedömning

De högsta halterna föroreningar - både i mark, vatten och i det upplagda materialet - kan man förvänta sig där varp och slagg lagts upp, i sandmagasin och i eller i nära anslutning till gruvan. Förhöjda halter kan förväntas finnas nedströms gruvan/upplaget. Tänk också på att varp kan finnas spritt i terrängen på ett diffust sätt och därför vara svår att upptäcka.

Närliggande brunnar kan ha drabbats av metallföroreningar från gruvverksamheten, men observera att det kan finnas andra orsaker till förhöjda halter. Brunnens djup och läge spelar t.ex. här en viktig roll då förhöjda halter kan härstamma från lager i den naturliga berggrunden.

Föroreningar i mark är i regel mer lokala än i yt- och grundvatten, men de kan samtidigt uppvisa högre halter på grund av mindre utspädning. Förorening av mark och grundvatten hänger nära ihop.⁹¹ Observera att sprickbildning i berggrunden kan leda iväg förorenat vatten på oväntade håll. Erfarenheter från Knivinge, Östergötland, visar t.ex. på förhöjda halter av uran även uppströms rödfyrsupplaget.⁹²

Vanligtvis sker metalläckage via transport av lösta metallföreningar till yt- och grundvatten, men i fråga om sandmagasin kan även damning och vattenerosion förekomma. Finkornigt material har en stor specifik yta vilket underlättar urlakning. Detta innebär att betydande läckage av föroreningar kan förekomma vid sanddeponier och därför bör särskild uppmärksamhet fästas vid dem.⁹³

Föroreningar från rödfyren kan även spridas genom mänsklig aktivitet, t.ex. förekommer det att rödfyr används som bl.a. utfyllnadsmaterial, underlag på tennis- och löparbanor, etc.



Bild 4: Metaller lakas ur gruvavfall och sprids med ytvattnet. Här i en gammal stollgång i ett gruvområde.

⁹⁰ (Naturvårdsverket, 2006)

⁹¹ (Länsstyrelsen i Västmanland, 2004)

⁹² (Envipro Miljöteknik AB, 2005)

⁹³ (Länsstyrelsen i Dalarna, 2005)

Tips på provtagningspunkter

- Ytvatten och bottensediment nära och nedströms gruva, sandmagasin, anrikningsverk eller upplag av varp, rödfyr, gråberg
- Grundvatten nära och nedströms gruva, sandmagasin, anrikningsverk eller upplag av varp, rödfyr, gråberg
- Dricksvattenbrunnar nära och nedströms gruva, sandmagasin, anrikningsverk eller upplag av varp, rödfyr, gråberg
- Marken under och nära gruva, sandmagasin, anrikningsverk eller upplag av varp, rödfyr, gråberg
- Varphögar, rödfyrs- och gråbergsupplag, i materialet, gärna på olika djup
- Partiklar/damm, i luft och på t.ex. växtlighet, nära sandmagasin
- Referensprov av den naturliga marken är viktigt för jämförelse då den naturliga bakgrundshalten av olika mineral och metaller varierar med t.ex. berggrundens sammansättning.

TRÄSKYDDSBEHANDLING

Att genomföra träskyddsbehandling av virke är ett sätt att öka träets livslängd och skydda virket från angrepp av t.ex. bakterier, svampar och insekter. Olika metoder och produkter har använts och fortfarande används varav vissa har skapat stora mängder föroreningar i vår miljö.

1 Historik

Från ett historiskt perspektiv började Sverige genom den dåvarande Kungliga Järnvägsstyrelsen försök med att impregnera sliprar till järnväg med kopparsulfatlösning (koppavitriol) 1858 och året efter började den Kungliga Telegrafstyrelsen att träskyddsbehandla ledningsstolpar med kopparsulfat. Den utveckling som sedan skedde var att Statens Järnvägar år 1900 köpte ett eget impregneringsverk och påföljande år startade med träskyddsbehandling med kreosotolja. Succesivt började även andra, såsom t.ex. Telegrafstyrelsen att impregnera med kreosotolja istället för kopparsulfat. I samband med andra världskriget slutade importen av kreosot och metallbaserade vattenlösliga träskyddsmedel började istället användas för tryckimpregnering. Ungefär vid den här tiden började även industrin att impregnera sågade trävaror. När kriget var över så återgick Statens Järnvägar till att impregnera med kreosot medan Televerket delvis fortsatte med de metallbaserade, vattenlösliga träskyddsmedlen.⁹⁴

Tryckimpregnering med klorfenolpreparat pågick från 1956 till 1978, då ett förbud mot klorfenoler infördes. För verksamheten finns mycket detaljerad statistik varför kunskapen är stor om vilka produkter samt i vilken omfattning dessa användes under perioden.⁹⁵

Blånadsskyddsbehandling genom sprayning⁹⁶ eller doppning av nysågat virke påbörjades under 1940-talet med fluoridbaserade medel vartefter klorfenolbaserade träskyddsmedel blev allt vanligare tills förbudet kom 1977/78. Efter 1978 har en stor mängd olika preparat använts för blånadsskyddsbehandling. 1974 påbörjades impregnering med medel baserade på organiska tennföreningar genom vakuumimpregnering. Användningen av organiska tennföreningar förbjöds 1995. Organiska fungicider har sedan ersatt de organiska tennföreningarna som aktiv beståndsdel vid vakuumimpregnering.⁹⁴

2 Verksamhetsbeskrivning

2.1 Processer

Flera olika typer av metoder har använts för träskyddsbehandling i Sverige. Främst har det historiskt sett varit furu som träskyddsbehandlats⁹⁴. Nedan beskrivs de metoder som vanligen använts i Sverige:

⁹⁴ (Naturvårdsverket, 1999)

⁹⁵ (Naturvårdsverket, 2009)

⁹⁶ (Naturvårdsverket, 2010)

Boucheriemetoden

En av de metoder som tidigt använts för impregnering av ledningsstolpar var Boucheriemetoden. Boucheriemetoden eller saftförträngning, som processen även kallas, innebär att träskyddsmedlet placeras i en tank ungefär 10-12 m högre än de obarkade stockarna vartefter slangar kopplas mellan stockens rotända och tanken. Träskyddsmedlet pressas därmed genom tryckfallet in i stocken. I Sverige har främst kopparsulfatlösning använts som impregneringsmedel vid träskyddsbehandling enligt Boucheriemetoden.⁹⁴

Open tank-impregnering

Open tank-impregnering bedrevs i Sverige mellan 1935-1954 på ett 15-tal platser. Främst behandlades stolpar med metoden där virket sänktes ned i ett kar av trä eller betong, som var försett med ett tättslutande lock, vartefter ånga leddes in i karet. När virket var uppvärmt, pumpades kall impregneringsvätska in i karet. I och med det undertryck som uppstod vid nedkylningen sögs impregneringsvätskan in i träet. Då behandlingstiden var lång var det vanligt att man hade två parallella kar mellan vilka impregneringsvätskan pumpades. Som impregneringsvätska vid open tank-impregnering användes främst s.k. BIS-salt (Bolidens impregneringssalt) vars verksamma beståndsdelar var arsenik, krom och zink.⁹⁷

Tryckimpregnering

En tryckimpregneringsanläggning består i stora drag av en impregneringscylinder (autoklav), en tank för förvaring av impregneringsvätska, pumpar som transporterar vätskan samt skapar tryck och vakuum samt utrustning för processtyrning. Vid impregnering med vissa impregneringsmedel såsom kreosot behövs även utrustning för uppvärmning. I Sverige har tre olika metoder använts för tryckimpregnering: Bethell- (eller fullcell), Rüping- och Lowry. Det som främst skiljer de olika metoderna åt är driftstrycket före och under vätskepåfyllningen i impregneringscylindern. De impregneringsmedel som främst använts är kreosot samt metallbaserade, vattenlösliga medel, s.k. saltmedel. Tryckimpregnering med kreosot har genomförts på många platser i Sverige, mycket beroende på att de anläggningar som Statens Järnvägar använde sig av var mobila. På många av de platser där kreosotimpregnering genomförts har även impregnering skett med vattenbaserade träskyddsmedel. Även krombaserade impregneringsmedel har använts för tryckimpregnering på flera platser i Sverige sedan 1940. Tryckimpregnering med ammoniak-



Bild 1: Tryckimpregneringsanläggning

⁹⁴ (Naturvårdsverket, 1999)

⁹⁷ (Naturvårdsverket, 1999)

liska kopparmedel har förekommit sedan 1956 i Sverige då produkten KP- salt eller som det kallades senare KP Cuprinol, lanserades. Medlet innehöll ett kopparsalt och pentaklorfenol i en vattenlösning med ammoniak och kolsyra. I och med att pentaklorfenol förbjöds 1977/78 så byttes pentaklorfenol ut mot andra organiska föreningar. Tryckimpregnering med klorfenolbaserade medel pågick i mindre skala mellan 1963-1978.⁹⁷

Vakuumimpregnering

Vakuumimpregnering är en impregneringsmetod som liknar tryckimpregnering men med lösningsmedelsbaserade impregneringsmedel. Metoden infördes i Sverige 1974 och fram till 1995 användes organiska tennföreningar som verksamma beståndsdelar. Efter 1995, då ett förbud mot tennföreningar infördes, har de verksamma beståndsdelarna bytts ut till organiska fungicider.⁹⁷

Träskyddsbehandling genom doppning eller sprayning

För att ge virket ett mer ytligt skydd och förhindra uppkomst av blånadssvamp, när torkkapacitet saknades, förekom det tidigare att virket doppades eller besprutades med träskyddsmedel. Under 1930–40-talet duschades eller besprutades virket främst vartefter det under 1950-talet blev vanligare att sänka ned virkesbuntarna i doppningskar. Främst pågick doppningen mellan 1950- 1970-talet men har även fortsatt på vissa platser fram till 1990-talet.⁹⁸

Ett stort antal preparat har använts för blånadsskydds doppning och sprayning. Under 1940- talet användes fluoridbaserade medel och även, om än troligen i mindre omfattning, kvicksilverbaserade medel. Vanligaste förekommande var dock de pentaklorfenolbaserade medlen, som i vissa fall var förorenade med dioxiner⁹⁹. Klorfenolpreparaten introducerades redan under 1940- talet och var helt dominerande fram till förbudet 1977/1978.¹⁰⁰

2.2 Råvaror och kemikalier

Träskyddsmedel kan delas in i vattenlösliga medel, lösningsmedelsbaserade medel och kreosot.

Vattenlösliga medel

En indelning som kan göras för de vattenlösliga träskyddsmedlen är som krombaserade medel samt ammoniakaliska kopparmedel. De krombaserade träskyddsmedlen är vattenlösliga och innehåller salter och oxider av koppar, krom, arsenik, zink, bor, fluorider och fosfor i olika proportioner. Som exempel kan nämnas CCA (koppar, krom och arsenik) och CCP (koppar, krom och fosfor). Ammoniakaliska kopparmedel bestod till en början av två beståndsdelar- kopparkarbonat (CuCO_3) och ett s.k. P-salt, som var pentaklorfenol i en vattenlösning av ammoniak och kolsyra. I och med att pentaklorfenolförbudet infördes 1977/78 så byttes pentaklorfenolet ut mot kopparbaserade medel. Med tiden har även vattenlösliga medel utvecklats som är helt metallfria.¹⁰⁰

⁹⁷ (Naturvårdsverket, 1999)

⁹⁸ (Naturvårdsverket, 2010)

⁹⁹ (Naturvårdsverket, 2010)

¹⁰⁰ (Naturvårdsverket, 1999)

Lösningssmedelsbaserade medel

Lösningssmedelsbaserade medel bestod till en början av pentaklorfenol i ett organiskt lösningssmedel. När vakuumimpregnering började användas under 1970-talet började även lösningssmedelsbaserade medel med organiska tennföreningar att användas fram till det förbud som infördes 1995.¹⁰⁰

Kreosot

Kreosot består av en blandning av olika ämnen och kan skapas som destillationsprodukt från både sten- som träkolstjära. Träkolstjäran används dock i större utsträckning ren varför det är främst stenkolstjäran som använts och fortfarande, i viss utsträckning, används för framställning av kreosot.¹⁰¹

Det finns olika typer av kreosot som klassificeras enligt vissa specifika kvalitetskriterier. Vad som bl.a. skiljer de olika produkterna är halten benso(a)pyren. Med åren har även en modifiering av kreosotoljor genomförts där en minskning av halten lättflyktiga ämnen och benso(a)pyren har genomförts.¹⁰⁰

3 Viktigaste föroreningar

Pentaklorfenol och dioxiner

Som tidigare nämnts användes pentaklorfenoler och även andra klorerade fenoler för träskyddsbehandling genom doppning, sprayning och tryckimpregnering fram till och med 1977. De klorfenolpreparat som användes var i vissa fall och i olika grad förorenade med polyklorerade dioxiner (PCDD) och dibensofuraner (PCDF).¹⁰² Vidare kommer både PCDD och PCDF betecknas som dioxiner.

Klorfenoler och dioxiner har mycket olika egenskaper vilket leder till att de beter sig olika i en föroreningsituation.

Pentaklorfenol har en betydligt högre vattenlöslighet än den mest toxiska dioxinen TCDD¹⁰³. Klorfenoler kan förekomma som laddade joner över ett visst pH och bryts lättare ner biologiskt än dioxiner. Även då pentaklorfenol inte är en laddad jon kan en spridning ske om vattnet innehåller mycket löst organiskt kol. Dioxiner absorberar hårdare till jord och förekommer inte naturligt i jonform vilket leder till att de har en lägre vattenlöslighet.¹⁰⁴

Dock kan dioxiner få en ökad spridning genom bindning till rörliga fraktioner i jorden t.ex. kolloider.¹⁰⁵

Metaller

Karaktäristiskt för föroreningsbilden är att det inom ett impregneringsområde kan vara mycket stora variationer i halter på korta avstånd. Vid impregneringsanläggningar där medel innehållande metall-

¹⁰⁰ (Naturvårdsverket, 1999)

¹⁰¹ (Kemikalieinspektionen, 1994)

¹⁰² (Naturvårdsverket, 2009)

¹⁰³ (SRC PhysProp Database, 2013)

¹⁰⁴ (Naturvårdsverket, 2006)

¹⁰⁵ (Persson, 2007)

ler såsom arsenik, koppar, krom och zink (t.ex. CCA medel) använts och där spill inträffat finner man ofta höga koncentrationer i de översta marklagren vartefter koncentrationen generellt avklingar med djupet. Det kan dock finnas undantag där t.ex. ett finkornigt djupare skikt kan ha högre halter och därmed fungerat bromsande för förorenings-spridningen.¹⁰⁶



Bild 2: Gröna utfällningar vid träskyddsverksamhet.

Arsenik kan även bilda föreningar med de aktiva beståndsdelarna i impregneringsmedlen i form av koppar-, krom- och zinkarsenater. Vid höga koncentrationer kan gröna utfällningar ses i jorden.¹⁰⁶

Andra metallbaserade ämnen som kan finnas i träskyddsmedel är t.ex. bor, fluor och fosforsyra.¹⁰⁶

Kreosot

Då det finns flera olika typer av kreosot kan ämnessammansättningen variera. En kreosotprodukt kan bestå av 150-200 ämnen men det är enbart ett fåtal ämnen som utgör mer än 1 % och av de mest dominerande föreningarna är ungefär 85 % polycykliska aromatiska kolväten (PAH), 10 % fenoliska ämnen och 5 % kväve (N)-, svavel (S), och syre (O)- heterocykliska ämnen¹⁰⁷.

Kreosot kan skilja sig mycket med avseende på spridningsmönster i förhållande till vattenlösliga föroreningar då föroreningen kan, om det sker ett stort spill, transporteras i en separat fas. Föroreningsplymen kan även sjunka ner genom grundvattenmagasinet. Hälsoeffekterna av kreosot är främst associerat till dess innehåll av PAH.¹⁰⁶

PAH en grupp ämnen där vissa har konstaterats vara såväl genotoxiska samt cancerogena t.ex. benso(a)pyren och benso(a)antracen.¹⁰⁸

Vad gäller proportionen av PAH i en jord som varit förorenad i flera årtionden ändras ofta de procentuella förhållandena i och med att PAH med lägre molekylvikt i större omfattning bryts ner i förhållande till PAH med högre molekylvikt¹⁰⁹.

Organiska tennföreningar

Organiska tennföreningar har tidigare använts som biocid i träskyddsmedel och har allvarliga såväl hälso- som miljöfarliga egenskaper¹¹⁰. Tributyltenn är ett av de 33 miljöfarliga ämnen som pekats ut inom ramen för EU:s ramdirektiv för vatten, 2000/60/EG.

¹⁰⁶ (Naturvårdsverket, 1999)

¹⁰⁷ (Mueller, 1989)

¹⁰⁸ (Toxnet, 2013)

¹⁰⁹ (Ahtiainen, 2002)

¹¹⁰ (Naturvårdsverket, 2009)

4 Miljö- och hälsorisker

Vid bedömningen av ett ämnes miljöfarlighet är ett antal ämnesegenskaper väsentliga bl.a. toxicitet, nedbrytbarhet och bioackumulerbarhet. För mer ämnesspecifik information hänvisas till ämnesbilagan, bilaga 1.

Exponering för mark- och vattenföroreningar från träskyddsanläggningar kan ske på olika sätt bland annat genom inandning av dammpartiklar och gaser, intag av jord, vatten, grödor, fisk, animalieprodukter eller kontakt med eller upptag genom huden.¹¹¹

Till exempel en markförorening med arsenik kan innebära att barn får i sig stora mängder om de stoppar jord och damm i munnen. En näve med jord (ca 10 g) med en arsenikkoncentration på 1000 mg/kg innebär en dos på 10 mg arsenik vilket kan skapa en mycket allvarlig förgiftning hos ett litet barn.¹¹²

På platser där träskyddsbehandling tidigare utförts kan det i många fall vara en helt annan markanvändning i dagsläget. Detta leder till att människor i vissa fall kan vistas i miljöer som är förorenade men utan kunskap och kännedom om tidigare verksamhet.

5 Provtagning och riskbedömning

Vid provtagning och riskbedömning av en tidigare impregneringsverksamhet är det viktigt att gå igenom historiken för att kartlägga potentiella föroreningar och utsläppspunkter. Genom åren kan en föroreningsspridning uppkommit till grundvatten, ytvatten och sediment varför det är viktigt att inte enbart fokusera på identifierade utsläppspunkter utan genomföra en grundlig analys och bedömning av föroreningssituationen för varje objekt. Nedan följer förslag på provtagningspunkter för vidare undersökningar.

Tips på provtagningspunkter:

- Uppställningsplats för dopningskar, besprutningsanordning, impregneringsutrustning
- Avrinningsyta/lagringsplatser för nyimpregnerat trä
- Transportvägar för behandlat virke
- Virkestork
- Lagertankar och blandningstankar
- Plats för leverans av träskyddsmedel
- Dag- och spillvattenledningar
- Angränsande dike, ytvattenrecipient (ytvatten och sediment)
- Grundvatten, närliggande brunnar
- Barkdeponier eller platser för deponering av annat avfall från verksamheten
- Byggnader från verksamhetstiden.

¹¹¹ (Naturvårdsverket, 1999)

¹¹² (Karolinska institutet, 2011)

I vissa fall kan det även bli aktuellt att genomföra provtagning av byggnadsmaterial om byggnader finns kvar på platsen sedan verksamhetstiden. Förhöjda halter av klorfenoler och mycket kraftigt förhöjda dioxinhalter har t.ex. uppmätts i byggnadsmaterial som använts under verksamhetstiden¹¹³. Även vid platser där CCA- medel använts och byggnader har funnits kvar har höga halter av koppar, krom och arsenik uppmätts i byggnadsmaterial¹¹⁴.

Träskyddsbehandling genom Boucheriemetoden kunde innebära att träskyddsmedlet inte togs om hand efter behandlingen utan överskottet tilläts rinna bort. Efter att behandlingen genomförts barkades stockarna och barken kunde sedan lämnas kvar i anslutning till platsen. Höga kopparhalter kan därmed konstateras i både mark såväl som i den kvarlämnade barken.¹¹⁵

Vid misstanke om att bark är förorenat bör skruvprovtagning kompletteras med provgropar då det finns risk att bark faller av provtagningsutrustningen vid skruvprovtagning.

Det är även viktigt med ett helhetsperspektiv på de kemikalier som använts i processen. Som exempel kan nämnas objekt där klorfenoler använts som kan vara förorenade med dioxiner. Med tanke på hur olika dioxiner uppträder gentemot klorfenoler avseende t.ex. löslighet kan det vara missledande att friklassa ett område om analyser enbart gjorts på klorfenoler och inte dioxiner¹¹⁶.

Vid analys av grundvatten är det viktigt att se vilken typ av träskyddsmedel som har använts för att kunna välja lämplig provtagningsmetod med hänsyn till föroreningen. T.ex. kan det beroende på föroreningens karaktär vara lämpligt att analysera djupare grundvatten vilket kan vara fallet för t.ex. penta-klorfenol som i och med att dess densitet, som är högre än vatten, kan sjunka ner till bergöverytan¹¹³.

¹¹³ (Golder Associates, 2010)

¹¹⁴ (Johan Helldén AB, 2007)

¹¹⁵ (WSP, 2011)

¹¹⁶ (Naturvårdsverket, 2006)

YTBEHANDLING AV METALL

Ytbehandling av metall görs generellt för att ge godset ett skydd mot korrosion och/eller en dekorativ yta. Ytbehandling i syfte att förändra ytans egenskaper, såsom hårdhet, elektrisk ledningsförmåga, etc., förekommer också. Godset är av vitt skilda slag, både med avseende på funktion och egenskaper. Allt ifrån balkar till bestick ytbehandlas, ibland även gods av glas eller plast. Ytbehandlingen kan ske genom flera olika typer av processer: elektrolytiska, kemiska, termiska, mekaniska eller fysikaliska. I denna handbok har vi begränsat oss till elektrolytiska och kemiska processer, eftersom dessa bedöms som allvarligast ur miljösynpunkt.¹¹⁷

1 Branschens historia

Ytbehandling av metall är en förhållandevis gammal bransch, sannolikt har ytbehandling skett i Sverige sedan början av 1800-talet. Processer som t.ex. varmförzinkning har använts i över 150 år, men branschen utvecklas och nya metoder tas ständigt fram. Fram till ca 1960 var de flesta ytbehandlingsanläggningarna manuella för att under 1960-talet bli mer och mer automatiserade.¹¹⁸

Före 1969 var generellt reningen mycket knapphändig och det mesta av restprodukterna släpptes orenat ut i omgivningen, hälldes ut på fastigheten eller leddes via avloppsledningar till något vattendrag i närheten. Först i början på 1960-talet började man tala om att rena utgående avloppsvatten.¹¹⁹ I och med att Miljöskyddslagen (ML) trädde i kraft 1969 blev den galvanotekniska industrin utsatt för hårda påtryckningar från myndigheterna, vilket resulterade i att de flesta företag installerat någon form av rening på utgående processavloppsvatten i mitten på 1970-talet, ofta i form av interna reningsverk.¹¹⁹

Efter det att man började med rening av processvattnet uppstod problemet med vad man skulle göra med allt metallhaltigt slam som blev biprodukten från reningsprocessen. Enligt lag skulle slammet förvaras för senare borttransport till en av hälsovårdsnämnden anvisad plats, ofta de kommunala avfallstipparna, vilka fortfarande kan utgöra en källa till metallspridning i miljön.¹¹⁹ Omhändertagande enligt lagens krav var dock kostsamt och det förekom att mer oseriösa företag dumpade eller grävde ner tunnor innehållande t.ex. metallhydroxidslam eller förbrukade krom- eller cyanidhaltiga bad i omgivningen. Krombaden släpptes ogärna ut i recipient eftersom de hade stark färg, vilket kunde väcka oönskade frågor.¹²⁰

Förr ytbehandlades även med kvicksilver (t.ex. brännförgyllning, vilket fasades ut under 1800-tal), bly och kadmium. Kviksilverbehandling görs inte längre idag, medan ytbehandling med bly och kadmium fortfarande sker i liten skala.¹²¹

¹¹⁷ (Naturvårdsverket, 1995)

¹¹⁸ (Länsstyrelsen Kronobergs Län, 2008)

¹¹⁹ (Länsstyrelsen Kronobergs Län, 1997)

¹²⁰ (Länsstyrelsen Kronobergs Län, 1997)

¹²¹ (Naturvårdsverket, 1997)

2 Verksamhetsbeskrivning

2.1 Råvaror och kemikalier

Till råvarorna för ytbehandling hör gods av vitt skilda slag (både med avseende på storlek och användningsområde) tillverkade i främst metall, men även plast och glas förekommer. Vilka kemikalier och processer som används för att ytbehandla godset är beroende av vilket material som ska behandlas och syftet med ytbehandlingen. Generellt används dock många olika syror, baser och metallsalter.

2.2 Processer

Oavsett vilken process som används måste ytan göras fri från fett och smuts innan ytbehandlingen kan börja. Godset genomgår därför först processerna *avfettning* och, vid behov, *betning*. Efter dessa förberedande processer börjar den egentliga ytbehandlingen, då godset doppas i eller sprutas med syror, syrablandningar eller olika metallsalter i lösning, varefter godset sköljs och torkas.

Avfettning: Avlägsnar fett, oljor och diverse oorganiska föroreningar som rost, metalloxider, partiklar och allmän smuts, vilka kan försämra kvaliteten på ytbehandlingen. Avfettning sker antingen genom nedsänkning i bad med avfettningsmedel och sedan ofta i påföljande sköljbad varefter godset får torka, eller genom applicering med hjälp av en trasa eller liknande. I det första fallet kan en hel del spill uppstå, medan det andra generellt ger mindre spill.

Exempel på avfettningsmedel: *Alkaliska:* karbonater, natriumhydroxid, fosfater och tensider. *Sura:* fosforsyra, oxalsyra, citronsyra. *Organiska:* trikloretylen (TRI), perkloretylen, fotogen, thinner, lacknafta, acetone, etanol och metanol.¹²² Även upphettning användes tidigare för att avfetta gods.

Betning: Görs ofta för att avlägsna glödskalet (från t.ex. svetsning), valshud, rost och andra slags oxidskikt som bildats på godsets yta. Ofta betar man genom att sänka ner hela godset i syra, men man kan också använda natronlut¹²³, komplexbildande alkaliska salter eller betpastor. Även elektrolytisk betning kan förekomma.

Exempel på betsyror: svavelsyra, saltsyra, salpetersyra, fosforsyra, fluorvätesyra. Vilken syra som används beror på vilken metall som ska behandlas¹²² och vilken yteffekt man vill åstadkomma.¹²³

Kemisk ytbehandling

Vid kemisk ytbehandling finns metallerna som salter i lösning i ett processbad tillsammans med bl.a. komplexbildare (som håller metallen i lösning) och reduktionsmedel, vilket får metalljonerna att reduceras till ren metall på godsets yta.¹²⁴

¹²² (Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2007)

¹²³ (Schubert, 1926)

¹²⁴ (Naturvårdsverket, 1997)

Exempel på kemisk ytbehandling:

Fosfatering: Ger korrosionsskydd, vidhäftning åt lackskiktet, samt verkar som smörjmedelsbärare. Det är främst järn och zink som fosfateras, men även aluminium. De vanligaste metoderna är järn-, zink-, zinkmangan- och manganfosfatering (efter badlösningarnas innehåll) och sker vanligen genom sprutning eller doppning. Zinkfosfatbaden kan även innehålla nickel.

Kemisk förnickling: Skyddar mot korrosion, ger ökad duktilitet (elasticitet)¹²⁵ samt utgör bra underlag för t.ex. dekorativ förkromning och förgyllning. Kemnickelbad har mycket kort livslängd och måste ofta bytas ut.

Kromatering: Ger korrosionsskydd samt vidhäftning på lack- eller plastskikt. Metoden kan också användas för dekorativa ändamål. Beroende på kromatkoncentrationen i badet kan olika färger erhållas: metallblank, svagt blå, gult, grönt, bronsfärgat eller svart. Baden kan bl.a. innehålla kromsyra, fluorider, cyanider, nitriter, nitrater, sulfater, acetater, syror, mm.¹²⁶ pH varierar från under 1 till runt 3.

Passivering: En process där ett skyddande oxidskikt på metall (t.ex. rostfritt stål, koppar och fosfaterat gods) erhålls genom neddoppning i en sur lösning. Vid passivering av fosfaterat gods används ofta en kromsyralösning; för rostfritt används salpetersyra, rent eller i blandning med natriumdikromat. Då koppar passiveras i en lösning av ammoniumsulfat och kopparsulfat finns risk för bildning av koppar-ammonium-komplex om inte förbrukade bad och sköljvatten tagits om hand på korrekt sätt.¹²⁷

Elektrolytisk ytbehandling

Vid elektrolytisk ytbehandling krävs att en elektrisk ström tillförs för att joner i lösning ska reduceras till fri metall och avsättas på godsets yta.

Exempel på elektrolytisk ytbehandling:

Anodisering (Eloxering): Omvandlar metallers ytskikt till en olöslig oxid som ger korrosionsskydd, dekorativ yta, bra vidhäftning för lacker och andra ytbeläggningar; samt även vissa elektriska och mekaniska egenskaper. Vanligast är att anodisera aluminium, men även magnesium, zink och titan anodiseras. Elektrolyten består av utspädd svavelsyra eller mer sällan, kromsyra eller organiska syror. Aluminium som anodiserats i svavelsyra kan infärgas elektrolytiskt med olika metallsalter t.ex. tenn, kobolt, nickel och koppar eller genom doppning i en lösning med organiska pigment av samma typ som används vid färgning av textilier.¹²⁸

Förkoppring: Utförs med hjälp av cyanidbaserade, alkaliska processbad vid förkoppring av zink och som första skikt vid förkoppring av stål. För tjockare skikt med hög glans och ytutjämning används

¹²⁵ (SYF, 2013)

¹²⁶ (Naturvårdsverket, 1997)

¹²⁷ (Naturvårdsverket, 1997)

¹²⁸ (Naturvårdsverket, 1997)

svavelsyrabaserade sura processbad. Även bad baserade på pyrofosfater och fluorborat förekommer. Förutom ovan nämnda kan badingredienser som ammoniak, trietanolamin och rochellessalt (kaliumnatriumtartrat) förekomma.¹²⁹

Förkromning: Hård- eller dekorationsförkromning förekommer. Hårdförkromning används för att få en hård, slitstark yta. Ett tjockt kromskikt läggs direkt på metallen genom doppning i bad baserade på kromsyra (krom VI) och svavelsyra. Vid dekorationsförkromning appliceras ett tunt kromskikt på en yta som tidigare belagts med en annan metall, vanligen nickel. Här kan även krom (III) användas. Halten kromsyra varierar mellan 150 och 400 g/l.¹³⁰

Förnickling: Används främst för dekorativa ytor och korrosionsskydd men även som underlag vid beläggning av krom, guld och silver. Baden består oftast av nickelsulfat, nickelklorid och borsyra (Watts lösning), men även lösningar baserade på nickelklorid, nickelsulfat och/eller nickelsulfamat förekommer.^{131 132} Nickelkoncentrationen i baden är runt 75 g/l.¹³³

Förzinkning: Den vanligaste metallbeläggningsmetoden. Ger korrosionsskydd för stål gods och utgör bra underlag för lackering och kromatering. Tidigare användes så gott som alltid cyanidhaltiga bad till förzinkning. Idag används allt oftare cyanidfria alternativ. Vissa cyanidfria bad innehåller istället legering av zink-kobolt eller zink-nickel.¹³⁴

Kadmiering: Korrosionsskydd för stål, koppar, mässing och andra legeringar. Kadmium och kadmiumpföreningar är förbjudna att använda för ytbehandlingsändamål sedan 1 juli 1982 på grund av den höga toxiciteten. Numera mest i flyg- och försvarsindustrin på dispens. Elektrolyten är en alkalisk kadmium- och natriumcyanidlösning.¹³⁵

Sköljning

Efter ytbehandlingen sköljs godset. Numera ofta i flera sköljbad där rent vatten tillförs i det sista. Sköljbaden blir även de förorenade av metaller och ev. komplexbildare, o.s.v.

Enligt en sammanställning som Sveriges Galvanotekniska Förening (SGF) gjort så var enstegssköljning mest förekommande som reningsprocess på 1960-talet. Man lät vattnet rinna över bräddavloppet, via golvbrunnen till kommunens avloppsrör. Då förbrukade bad släpptes ut användes den s.k. ”ventilgummimetoden”, d.v.s. baden släpptes ut med svagt flöde medan det var fullt flöde på sköljvattnet.

Moderna ytbehandlare går allt mer mot avloppsfria processer och slutna system, vilket möjliggörs genom avancerad rening och återvinning av metaller och av alla slags bad.¹³⁶

¹²⁹ (Naturvårdsverket, 1997)

¹³⁰ (Naturvårdsverket, 1997)

¹³¹ (Länsstyrelsen Kronobergs Län, 1997)

¹³² (Schubert, 1926)

¹³³ (Naturvårdsverket, 1997)

¹³⁴ (Schubert, 1926)

¹³⁵ (Naturvårdsverket, 1997)

¹³⁶ (Naturvårdsverket, 1997)

3 Viktigaste föroreningar

Ytbehandling av metall med kemiska och elektrolytiska processer är mycket kemikalieintensiv verksamhet med mycket farligt avfall - idag och historiskt sett. Branschens viktigaste föroreningar är:¹³⁷

Metaller: vanligen nickel, krom, zink eller koppar, men även bly, silver, kvicksilver, m.fl. De sistnämnda främst från äldre verksamheter. Dessa metaller kommer från process- och sköljbad och kan härröra från antingen utsläppt, orenat avloppsvatten, metallhaltigt slam, spill eller rena dumpningar.

Lösningsmedel från avfettning av gods. I många fall (fram tills det förbjöds 1996) användes t.ex. trikloretylen (TRI) som avfettningsmedel, vilket är känt för sin förmåga att sprida sig i byggnader, mark, grundvatten och även avges till luft.

Cyanider: härrör från processbad för förzinkning, kadmiering, etc. Kan härröra från antingen utsläppt, orenat avloppsvatten, metallhaltigt slam, spill eller rena dumpningar.

Stabila, toxiska och/eller bioackumulerbara organiska ämnen (ex. EDTA, glykol, glukonater, aminer, ammoniumsalter, tensider, m.m.) som härrör från t.ex. glansbildare, tvättkemikalier, komplexbildare, vätningsmedel, oljor. Både från processer och rengjort gods.¹³⁸

Restprodukter från processerna. Inkluderar bl.a. förbrukade process- och sköljbad samt metall-, olje- och/eller cyanidhaltigt slam från interna reningsprocesser.

4 Miljö- och hälsorisker

Den miljöpåverkan man normalt förknippar med oorganisk kemisk och elektrolytisk ytbehandling är: avloppsvatten, lösningsmedel och slam innehållande metaller, oljor och organiska ämnen till vatten och mark. Därtill kommer hantering (förvaring, återvinning, destruering, deponering, etc.) av avfall.¹³⁹

Utsläpp av metaller och organiska ämnen till vatten kan i höga halter medföra akut förgiftning av vattenlevande organismer. I lägre halter kan dessa orsaka långtidseffekter i form av bl.a. ökad dödlighet, reproduktionsstörningar eller hämmad tillväxt. Även människor kan ta upp metaller, vissa oralt genom munnen, vissa genom hud eller andning. En del metaller (såsom kvicksilver, bly) lagras och anrikas i kroppens vävnader och kan orsaka skador, bl.a. på nervsystemet, om och när kritiska halter uppnås.¹⁴⁰

För mer detaljerad information om enskilda ämnens effekter, se ämnesbilagan.

¹³⁷ (Naturvårdsverket, 1995)

¹³⁸ (Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2007)

¹³⁹ (Naturvårdsverket, 1997)

¹⁴⁰ (Liljelind & Barregård, 2008)

5 Provtagning och riskbedömning

De högsta halterna föroreningar kan man förvänta sig på platsen där själva processbadet fanns, där det metall- och/eller cyanidhaltiga slammet förvarades och där avloppet mynnade, alternativt där processvattnet hälldes ut. Ledningsbrott kan vara relativt vanligt förekommande då stora mängder starka syror och baser hanteras i ytbehandlingsverksamhet, vilka fräter på ledningarna.

Före 1969 släpptes, som tidigare nämnts, förbrukade processbad oftast orenat ut i närliggande sjöar, diken, vattendrag och hav eller hälldes ut på fastigheten. Det kan röra sig om stora volymer metallhaltigt vatten som ofta finns kvar i form av förhöjda metallhalter, främst i sediment och mark då många metaller gärna binder till partiklar. Om processavloppsvattnet gick till kommunalt reningsverk kan det deponerade slammet från reningsverket innehålla höga metallhalter och det kan även ha spridits till omgivande mark och vatten.^{141 142}



Bild 1: Processbadet hos en nyligen nedlagd ytbehandlare.



Bild 2: Tunnor innehållande metallhydroxidslam och processkemikalier.

verksamheten, kan dessa ha spridits ner till grundvattnet, men kan även röra sig upp i byggnader samt avges som ångor till inomhusluft.

Förekomst av kvarlämnade tunnor eller andra behållare på verksamhetsområdet innehållande cyanidavfall, metallhydroxid- eller oljeslam och dylikt, är inte ovanligt, särskilt vid konkurser.¹⁴² Tunnor med metall- och/eller cyanidhaltigt slam kan även finnas nergrävda på den lokala tippen (ofta rekommenderat av myndigheterna) och där utgöra en källa till förhöjda metallhalter i mark och grundvatten.¹⁴² Det är även känt att mindre seriösa företag grävde ner eller dumpade tunnor med metallhaltigt slam eller förbrukade bad på undanskymda platser eller i hav och sjöar. Om TRI (eller andra lätttrörliga ämnen) använts i

¹⁴¹ (Länsstyrelsen Kronobergs Län, 1997)

¹⁴² (Naturvårdsverket, 1995)

Tips på provtagningspunkter

- Avloppet (där avlopp mynnat) - närliggande recipienter: diken, sjöar och vattendrag (främst i sediment). Observera att ledningsbrott kan ha förekommit.
- Ytbehandlingsbaden – plats där ytbehandlingsbaden stått
- Process- & sköljbad – plats där process- & sköljbad stått
- Sedimenteringsdammarna – plats för eventuellt internt reningsverk
- Ledningar - Slam i avloppsledningar, brunnar, pumpgropar, oljeavskiljare, vattenlås, m.m. Glöm ej att gamla ledningar som inte längre används kan finnas på platsen.
- Uppställningsytor - Förvaringsplats för t.ex. kemikalier och metallhaltigt slam från reningsprocesser
- Byggnaden - På, i och under fabriksbotten, väggar och tak (kan ha förorenats genom stänk och spill)
- Ev. verksamhetsdeponi och/eller utfyllnad som skett på området under den aktuella verksamhetstiden
- Grundvatten och enskilda dricksvattenbrunnar – på plats, samt nedströms.

LITTERATURFÖRTECKNING

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (den 01 07 2009). Case Studies in Environmental Medicine - Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). Atlanta, GA, USA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).

Ahtiainen, J. V. (2002). Microbial toxicity tests and chemical analysis as monitoring parameters at composting of creosote contaminated soil. *Ekotoxicology and Environmental safety* 53, 323-329.

Andrén, F. (1958). i Årsbokserie 1958-1956, Kemiska växtskyddsmedel (s. sid. 56).

Arbets- och miljömedicin Akademiska sjukhuset Uppsala. (2002). Vanadin - Hygieniska gränsvärden och biologisk mätning. Hämtat från Uppsala universitet: <http://www.occmu.se/metal/vanadin4.html> den 01 07 2013

Arbetsmiljöverket. (2011). Hygieniska gränsvärden, Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden. Arbetsmiljöverket.

Bagge, F. (1940). Grafisk Industri. Stockholm: Albert Bonniers förlag.

Bengtsson, S. (1993). Tillsyn av Grafisk Industri i Norrköping, Rapport 1993:9. Norrköping: Miljö- och hälsoskyddskontoret, Norrköpings kommun.

Bernérus, C. (1982). Betning av utsäde, Rapport av utsäde, Rapport om betningsverksamheten i Skaraborgs län. Mariestad: Länsstyrelsen i Skaraborgs län, Ref Naturvårdsenheten 0501/60 000.

Birgersson, B., Sterner, O., & Zimerson, E. (1995). Kemiska Hälsorisker, Toxikologi i kemiskt perspektiv. Liber- Hermods.

Björk, R. (1988). Tillsyn enligt lagen om kemiska produkter genomgång av stationer för betning av utsäde 1988-04-21. Linköpings kommun.

Dansk miljørådgivning A/S. (2003). Branchebeskrivelse for Trykkerier, Teknik og administration, nr 2. Dansk miljørådgivning A/S.

Davidsson, A.-K. (den 29 06 2004). Rödifyr - vägledning vid hantering och användning. Hämtat från Länsstyrelsen Västra Götalands Län: http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/SiteCollectionDocuments/sv/miljo-och-klimat/verksamheter-med-miljopaverkan/forenade-omraden/bidrag/Rodfyr_vagledning_040629.pdf

Envipro Miljöteknik AB. (2005). Geokemiska undersökningar av rödfyr vid Knivinge, Linköping. Linköping: Envipro Miljöteknik AB.

Falu gruva, Stiftelsen Stora Kopparberget. (den 18 06 2013). Begynnelsen och privilegiebrevet. Hämtat från Falu gruva: <http://www.falugruva.se/sv/Besok-oss/Historik/Begynnelsen-och-Priviligiebrevet-1347/>

Giftnämnden. (1966). Förteckning över bekämpningsmedel. Stockholm: Giftnämnden.

Golder Associates. (2010). Huvudstudie Hyttsjö Sågverk. Golder Associates.

Golder Associates. (2011). Förstudie - Sanda valskvarn, 2011-05-09. Golder Associates.

Hallberg, Å. (1977). Klart för tryck. Halmstad: Bokförlaget Spektra.

Hallberg, Å. (2001). Grafisk ordbok för medieanvändare. Uddevalla.

Hedene, K.-A. (1976). Betning - Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L. Lantbruksstyrelsen.

Hedene, K.-A. (1984). Betning - Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L. Lantbruksstyrelsen.

Hult, J., Lindqvist, S., Odelberg, W., & Rydberg, S. (1989). Svensk teknikhistoria. Hedemora: Gidlunds bokförlag.

IVL Svenska miljöinstitutet AB. (2002). Screening av pentaklorfenol (PCP) i miljön . IVL.

Johan Helldén AB. (2006). Träförädlingen i Mjölby - huvudstudie, Kompletterande miljöteknisk markundersökning, fördjupad riskbedömning och åtgärdsutredning. Rapport nr. 05/0035-1.

- Johan Helldén AB. (2007). Träimpregneringsanläggningar i Gälstad-Lundby Kompletterande miljöteknisk markundersökning, fördjupad riskbedömning och åtgärdsutredning.
- Johansson, L. (1976). Samband mellan betningseffekt och smittograd hos höstsäd. Statens växtskyddsanstalt.
- Jordbruksverket: Franzén, Anne-Charlotte. (1997). Betning 97/98. Jordbruksverkets tidskriftsserie; Att använda kemiska bekämpningsmedel.
- Juto, H. (1986). Inverkan av några pesticidier på Rhizobiums tillväxt och knölbildning. SLU, Institutionen för mikrobiologi.
- Karolinska institutet. (den 18 03 2011). Riskwebben. Hämtat från Dioxiner: <http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=39033&a=5734&l=sv> den 16 04 2013
- Karolinska institutet. (den 29 03 2011). Riskwebben. Hämtat från Arsenik: <http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=39033&a=5728&l=sv> den 13 06 2013
- Kemakta Konsult. (2012). Huvudstudie för förorenad mark vid f.d. sågverk i Bestorp, Linköpings kommun.
- Kemikalieinspektionen. (den 26 01 1988). Preparatinformation - Kemiskt bkm. Hämtat från Kemikalieinspektionen: apps.kemi.se den 31 05 2013
- Kemikalieinspektionen. (1994). Kreosot. Hämtat från Kemikalieinspektionen: <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/kreosot.htm> den 30 05 2013
- Kemikalieinspektionen. (februari 1998). Guazatinacetater. Hämtat från <http://apps.kemi.se/bkmregoff/bkmblad/Guazatin.pdf> den 30 05 2013
- Kemikalieinspektionen. (2010). 2-isopropanol. Hämtat från KEMI - Kemikalieinspektionen: <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/propanol.htm> den 03 07 2013
- Kemikalieinspektionen. (2010). Fenol. Hämtat från Kemikalieinspektionen : <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/fenol.htm> den 03 06 2013
- Kemikalieinspektionen. (2011). Hämtat från <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/benzen.htm> den 24 06 2013
- Kemikalieinspektionen. (den 28 01 2011). Silver. Hämtat från Kemikalieinspektionen: <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Silver/> den 20 06 2013
- Kemikalieinspektionen. (den 09 10 2012). Kreosot. Hämtat från kemikalieinspektionen: <http://www.kemi.se/Content/In-focus/Creosote/> den 30 05 2013
- Kemikalieinspektionen. (den 12 06 2013). Kemikalieinspektionen. Hämtat från <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Nyheter/Klardecken-for-kreosot-i-ytterligare-fem-ar/> den 12 06 2013
- Kemikalieinspektionen. (u.d.). PRIO-guiden. Hämtat från Kemikalieinspektionens hemsida: http://www2.kemi.se/templates/PRIOframes___4045.aspx
- Lamme, S. (2005). Inventering av förorenade områden, Kvarnar och gårdar med kvicksilverbetning i Kronobergs län. Länsstyrelsen i Kronobergs län.
- Lantbruksstyrelsen: Ahlborg, Ulf. (1984). Betning, Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel klass 1L. Lantbruksstyrelsen.
- Lantbruksstyrelsen: Ulf G Ahlborg och Jan Ditch, L. (1984). Betning, Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel klass 1L.
- Lantbruksstyrelsen: Erne, K. (1976). Betning, Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel klass 1L. Lantbruksstyrelsen.
- Lantbruksstyrelsen: Erne, K. (1984). Betning - Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L. Lantbruksstyrelsen.
- Lantbruksstyrelsen: Ohlin, B. (1984). Betning - Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L. Lantbruksstyrelsen.

- Lantbruksstyrelsen: Stackeud, M. (1976). Betning Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L.
- Lantbruksstyrelsen: Stackeud, M. (1984). Betning - Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel Klass 1L.
- Lantbruksstyrelsen: Stackeud, M., & Flensburg, B. (1984). Betning Kompendium för kurser avsedda att leda till behörighet att använda betmedel klass 1L.
- Linblom, H. (1941). Hämtat från Grafiska museet, Gamla Linköping: <http://www.tryckerimuseum.se/Linkopingshistoria.htm> den 24 06 2013
- Livsmedelsverket. (den 23 11 2011). Hämtat från <http://www.slv.se/sv/Fragor--svar/Fragor-och-svar/Kosttillskott/Kolloidalt-silver/> den 20 06 2013
- Länsmuseet, Ö. (1978). Kvarninventeringen – Länsmuseum i Östergötland, 1978 – sorterade sockenvis. Linköping, Östergötland.
- Länsstyrelsen Dalarnas län. (2007). Inventering av förorenade områden i Dalarnas Län - Metallverk, metallgjuterier och ytbehandling av metall. Rapport 2007:17. Falun: Länsstyrelsen Dalarnas Län.
- Länsstyrelsen Dalarnas län. (2005). Inventering av förorenade områden i Dalarnas Län - Gruvindustri - Rapport 2005:14. Falun: Länsstyrelsen i Dalarnas Län.
- Länsstyrelsen Gotlands län. (u.d.). Inventering av förorenade områden på Gotland - En sammanfattning av inventeringsarbetet 1999-2010.
- Länsstyrelsen Gävleborgs län. (2008). Förorenade områden i Gävleborgs Län - branschen gruva och upplag. Rapport 2008:7. Gävle: Länsstyrelsen Gävleborg.
- Länsstyrelsen Hallands län. (2012). PM - Inventering av förorenade områden inom Grafisk industri. Halland: Länsstyrelsen.
- Länsstyrelsen Kalmar län. (1989). Inventering av Grafiska industrins kemikalieanvändning, Informationsrapport 1989:8. Kalmar: Länsstyrelsen i Kalmar län.
- Länsstyrelsen Kronobergs län. (1997). Metallytbehandlingsbranschen i Kronobergs län. Växjö: Länsstyrelsen Kronobergs län.
- Länsstyrelsen Kronobergs län. (2008). Inventering av förorenade områden - Återinventering av metallindustrier i Kronobergs län, 2008:16. Växjö: Länsstyrelsen Kronobergs län.
- Länsstyrelsen Kronobergs län. (den 10 05 2010). PM, Inventering av förorenade områden MIFO Fas 1, Grafisk industri. Länsstyrelsen Kronobergs län.
- Länsstyrelsen Västmanlands län. (2004). Inventering av förorenade områden kring sulfidmalmsgruvor - enligt MIFO-modellen, fas 1. Rapport 2004:17. Västerås: Länsstyrelsen i Västmanlands Län.
- Länsstyrelsen Östergötlands län. (1984). Inventering av kvarnar i Östergötland.
- Länsstyrelsen Östergötlands län. (den 24 05 2013). EBH-databasen. Östergötlands län.
- Mathre, D., Johnston, R., & Grey, W. 2. (2001). Small Grain Cereal Seed Treatment. Montana.
- Mueller, J. C. (1989). Creosote contaminated sites-their potential for remediation. Environmental Science and Technology 23, 1197-1201.
- Nationalenklopedin. (2013),(1996). Nationalenklopedin. Sverige.
- Naturhistoriska Riksmuseet. (den 18 10 2012). Malmer och malmbildning. Hämtat från Naturhistoriska Riksmuseet: <http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/geologi/bergarterochmalmer/malmerochmalmbildning.349.html>
- Naturvårdsverket. (1991). Kvicksilver i Sverige Problem och åtgärder. Solna: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (1995). Branschkartläggningen - En översiktlig kartläggning av efterbehandlingsbehovet i Sverige. Rapport 4393. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (1997). Oorganisk ytbehandling - Allmänna råd 97:5. Stockholm: Naturvårdsverket.

- Naturvårdsverket. (1998). Branschfakta, Träimpregnering, Tryck- och vakuumimpregnering.
- Naturvårdsverket. (1999). Vägledning för efterbehandling vid träskyddsanläggningar, Rapport 4963.
- Naturvårdsverket. (2005). Grafisk industri - Utgåva 2. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2006). Fördjupade riskbedömningar, Erfarenheter av riktvärdesberäkningar och användning av ny kunskap. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2006). Metallerens mobilitet i mark. Naturvårdsverket .
- Naturvårdsverket. (2007). Hälsorelaterad miljöövervakning - mätningar av miljöns effekter på människors hälsa. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2007). Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljörisker- en kunskapsöversikt, Rapport 5736.
- Naturvårdsverket. (2008). Effekter av miljögifter hos däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer, Rapport 5908, reviderad utgåva 2. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2008). Hälsoriskbedömning vid utredning av förorenade områden, Rapport 5859. Liljelind, I., & Barregård, L. Stockholm: Kunskapsprogrammet Hållbar Sanering.
- Naturvårdsverket. (2008). Spara för framtiden, Resultat från studier av material från Miljöprovbanken, rapport 5812. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2009). Betydelse av pentaklorfenolbehandlat trä för spridning av dioxiner i miljön, Rapport 5911.
- Naturvårdsverket. (den 16 10 2009). Tennorganiska föreningar. Hämtat från Utsläpp i siffror: <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Tennorganiska-foreningar/> den 19 06 2013
- Naturvårdsverket. (den 12 01 2010). Sägverk, Fakta om branschen och dess miljöpåverkan. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 05 04 2013). Utsläpp i siffror - Ämnen. Hämtat från Utsläpp i siffror: <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/>
- Naturvårdsverket. Öberg, Mattias; Håkansson, Helen. (2000). Hälsorisker med långlivade organiska miljögifter, Rapport 5121. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Nordisk familjebok. (1922). Band 33. Stockholm: Nordisk familjebok förlags AB.
- Persson, Y. (2007). Chlorinated Organic Pollutants in Soil and groundwater at chlorophenol- contaminated sawmill sites. Umeå: Umeå Universitet.
- Schubert, H. (1926). Metallerens dekorering. Stockholm: Albert Bonniers Förlag.
- SGI. (2011). Förstudie 5 impregneringsanläggningar, Delrapport 5- Vansjö snickeri, Hedåker. SGI.
- SLU. Skyllberg, Ulf. (2003). Kvicksilver och metylkvicksilver i mark och vatten - bindning till humus avgörande för miljörisk. Umeå, Sverige. Hämtat från <http://www.slu.se/PageFiles/33707/2003/FS03-11.pdf>
- SRC PhysProp Database. (den 30 05 2013). SRC PhysProp Database. Hämtat från Syracuse Research Cooperation, SRC: <http://www.srcinc.com/what-we-do/databaseforms.aspx?id=386> den 30 05 2013
- Statens växtskyddsanstalt. (1940). Växtskydd i kristider, nr 1 1940. Statens växtskyddsanstalt.
- Statens växtskyddsanstalt. (1954). Växtskyddsnotiser, N:r 5-6, dec 1954.
- Statens växtskyddsanstalt. (1964). Växtskyddsnotiser, Årgång 28, nr 2, 1964.
- Swed Handling. (den 20 12 2005). Natriumbikromat Varuinformationsblad. Hämtat från Swed Handling hemsida: <http://www.swedhandling.com/pdf/Natriumdikromat.pdf> den 02 07 2013
- Svenska Geotekniska Föreningen. (2010). Förorenade byggnader, Provtagning och riskbedömning. Linköping: Svenska Geotekniska Föreningen.
- SYF. (den 03 05 2013). Sök på Ytbehandlingsmetod. Hämtat från SYF - Den kemiska och elektrolytiska ytbehandlingsindustrins branschorganisation: www.syf.se
- Sällsten, G. (2011). Miljömedicinsk bedömning av blykontaminerad mark i Skårdal skans, Bohus, Ale kommun. Göteborg:

Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Yrkes- och miljömedicin.

Torjusén, G. (2012). Uppgifter framkomna i samband med inventering.

Torjusén, G. (2013). Inventering Betning av säd, 2013.

Toxnet. (den 30 05 2013). Toxnet. Hämtat från Hazardous Substances Data Bank: <http://toxnet.nlm.nih.gov/> den 30 05 2013

Uppsala Universitet. Akademiska sjukhuset Uppsala. (2012). Metaller. Hämtat från Arbets- och miljömedicin Uppsala: <http://www.amm uppsala.se/metaller> den 01 07 2013

Västerbro, M. (2010). Ångmaskinen. Allt om Historia. Nr 6/2010.

Warfvinge, P. (1997). Miljökemi, Miljövetenskap i ett biogeokemiskt perspektiv.

WHO. (2011). Molybdenum in Drinking Water - background document for development of WHO-Guidelines for Drinking-water Quality. Hämtat från: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/molybdenum.pdf.

WHO. (2012). Uranium in Drinking Water - background document for development of WHO-Guidelines for Drinking-water Quality. Hämtat från: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/background_uranium.pdf.

Winge, M. (2009). Inventering av förorenade områden i Dalarnas län - Grafiska industrier i Falun och Borlänge, Rapport 2009:12. Miljöenheten, Länsstyrelsen Dalarna.

Winning, J. (1940). Svenska kvarnar.

WSP. (2011). Delrapport huvudstudie, Föroreningssituationen, riskbedömning och behov av riskreduktion, Televerket, Björkhult, Kinda kommun.

Zachrisson, B. M. (1956). Grafiska Yrken. Stockholm: Bokförlaget Natur och kultur.

BILAGA 1 - ÄMNESBESKRIVNING

Ämnesbilagan är tänkt som ett komplement och stöd vid läsning av handboken. I princip innehåller bilagan översiktlig information om ett urval av ämnen och ämnesgrupper som är utmärkande för respektive bransch. Innehållet är tänkt som en beskrivning av ämnenas karaktär, förekomst och påverkan på hälsa och miljö.

Aromatiska kolväten (lacknafta, bensen m.fl.)

Aromatiska kolväten har bland annat använts som lösningsmedel och kan ge retningar på slemhinnor och luftrör och exponerade personer kan ibland utveckla astmaliknande symtom. Bensen byttes på grund av den höga giftigheten ut mot toluen som inte är lika giftigt. Bensen har orsakat anemi (blodbrist) och leukemi (cancer i benmärgen) hos exponerade personer. Toluen och xylen kan användas som lösningsmedel för lim och lacker och färger. De ger inte lika svåra skador som bensen men xylen kan påverka metabolismen av andra kemikalier.¹⁴³

Arsenik (As)

Arsenik är en halvmetall som förekommer naturligt i jordskorpan och under naturliga förhållanden bildar oorganiska föreningar tillsammans med syre, klor och svavel. I djur och växter bildar arsenik tillsammans med kol och väte organiska föreningar.

I Sverige finns arsenikkis (FeAsS) i vissa malmer. Vid brytning av dessa malmer kan en lokal spridning av arsenik ske. Spridning via luften förekommer också runt vissa metallindustrier och smältverk. Även vid förbränning av kol kan arsenik spridas. Oorganiska arsenikföreningar används i medel för tryckimpregnering av trä. I Sverige finns ett par hundra träimpregneringsverk, och det finns också rester efter åtskilliga nedlagda anläggningar, varför det finns risk för lokal kontamination av miljön med arsenikföreningar på många orter. Arsenik har också använts i bekämpningsmedel, exempelvis i vinodlingar. En viktig arsenikkälla är metylerade arsenikföreningar i havsfisk och skaldjur, s.k. fiskarsenik.¹⁴⁴ Arseniks löslighet i vatten ökar generellt med ökande pH.¹⁴⁵

För människor är risken att utsättas för exponering av elementet i fråga störst vid intag av föda och dryck eller genom andning. Exponering sker även vid boende i områden med naturligt höga halter av arsenik i berggrunden.¹⁴⁵ Många arsenikinnehållande föreningar är vattenlösliga och tas snabbt upp av kroppen.¹⁴⁶

Absorptionen av arsenik genom huden är liten; den största hälsorisken, förknippat med arsenik, är generellt genom intag av dricksvatten. Arsenik är ett välkänt gift som kan ge allvarliga effekter vid både akut och kronisk exponering. Arsenik är även cancerframkallande och kan efter många års exponering

¹⁴³ (Birgerson, Sterner, & Zimerson, 1995)

¹⁴⁴ (Uppsala Universitet; Akademiska sjukhuset Uppsala, 2012)

¹⁴⁵ (Naturvårdsverket, 2006)

¹⁴⁶ (Envipro Miljöteknik AB, 2005)

ge tumörer i hud, lunga, urinblåsa och njure - möjligen även andra organ. Kronisk exponering för oorganisk arsenik kan även ge upphov till andra hälsoeffekter som perifera kärlskador (framför allt i fötter och ben), leverskador och diabetes. De tidigaste symptomen på kronisk arsenikförgiftning är pigmenteringsförändringar i huden och hyperkeratos, d.v.s. förtjockning av hudens hornlager framför allt på handflator och fotsulor. Experimentella studier tyder på att barn kan vara känsligare än vuxna. Arsenik passerar moderkakan och de begränsade studier som hittills utförts tyder på påverkan på foster och små barn. Arsenik utsöndras i liten utsträckning i bröstmjölk, varför amning skyddar det unga barnet mot arsenikexponering i områden med förhöjda halter i dricksvattnet.¹⁴⁷

Organisk arsenik är mindre toxiskt än oorganisk, men vissa organiska arsenikföreningar kan vid långtidsexponering ge liknande symptom som de oorganiska. Trevärd arsenik (As(III)) anses vara mer toxiskt än femvärd arsenik (As(V)). Arsenik kan bindas starkt till jorden särskilt om pH är under 8 och det råder syrerika förhållanden med förekomst av Fe- och Al-oxider.¹⁴⁸

Barium (Ba)

Barium är ett element som finns naturligt i jordskorpan, både i magmatiska och sedimentära bergarter. Barium har samma laddning och i stort sett samma storlek som elementen kalcium och strontium och kan lätt substitueras. Bariums löslighet ökar med sjunkande pH.

Barium anses inte vara ett essentiellt näringsämne och anses inte heller orsaka cancer. Höga koncentrationer kan dock ge konvulsioner och spasmer och även orsaka död.¹⁴⁸

Bly (Pb)

Bly förekommer ganska allmänt i jordskorpan och metallen har använts mycket länge. Bly ger allvarliga toxiska effekter på människor och djur och skadorna orsakas av bindningar till funktionella grupper på proteiner. Upptag via lungorna innebär stora risker. Ämnet tar sig in i blodbanorna och blod-hjärnbarriären och innebär risker för utvecklingsstörningar hos barn, vilka lättare får nervskador av bly än vuxna.^{149 150} För icke yrkesverksamma sker exponering huvudsakligen via födan¹⁵¹. Det finns dock risk att få i sig skadliga nivåer av bly hos barn med benägenhet att stoppa jord i munnen.¹⁵² Vid upptag av bly via lungorna sprids det via blodet och ansamlas först i lever, njurar och mjälte och därefter sker en upplagring i skelettet. Organiska blyföreningar är utpräglat fettlösliga och passerar lättare blod-hjärnbarriären och skadar centrala nervsystemet i lägre doser än de oorganiska föreningarna. Barn är dock känsliga även för oorganiskt bly.¹⁵³ Utsöndring av bly går långsamt och påverkan kan ske på blod (anemi), nervsystem, mag-tarmkanal, hjärt-kärlsystem, njurar, sköldkörtel och foster. Om större mängder vattenlösliga blysalter sväljs kan akut förgiftning ske då mag-tarmkanalen påverkas med flera symptom som kräkning, kolik och blodbrist som följd. Blysalter har också visat sig i försök kunna ge cancer. Vid längre tids exponering för låga halter uppkommer en förgiftning med större

¹⁴⁷ (Karolinska institutet, 2011)

¹⁴⁸ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2009)

¹⁴⁹ (Warfvinge, 1997)

¹⁵⁰ (Birgerson, Sterner, & Zimerson, 1995)

¹⁵¹ (Naturvårdsverket, 2008) "Hälsorisker..."

¹⁵² (Sällsten, 2011)

¹⁵³ (Uppsala Universitet; Akademiska sjukhuset Uppsala, 2012)

påverkan på centrala nervsystemet och även njurskador kan uppträda. Skador kan också uppträda på spermier som leder till fosterskador, minskad fruktsamhet och sterilitet. Moderkakan hos gravida kan skadas och bly kan också passera över till fostrets blod¹⁵⁰.

Symptomen vid akut blyförgiftning är huvudvärk, irritabilitet, magsmärtor (blykolik) och symptom från nervsystemet. Symptomen vid blyencephalopati är i lindriga fall sömnlöshet, rastlöshet och koordinationssvårigheter. Barn kan drabbas av beteendestörningar och inlärnings- och koncentrations-svårigheter. I allvarliga fall av blyencephalopati uppstår akut psykos, konfusion, medvetlöshet och eventuellt epileptiska krampanfall. Symptomdebuten kan vara dramatisk.¹⁵³

Studier tyder på att det är den vattenlösliga fraktionen av bly i markmiljön som ger mest skada¹⁴⁹. Hos fiskar som längre tid exponerats för bly har i laboratoriestudier observerats kraftigt hämning av enzym, störd metabolism, jonbalansrubbnings- och ryggradsdeformationer. Även fåglar påverkas negativt och dör av blyförgiftning vid exponering av höga halter.¹⁵⁴

Cyanid (CN)

CN har mycket hög giftighet för vattenlevande organismer, mycket hög akut giftighet samt hög giftighet för nervsystemet. Alkalicyanider är mycket giftiga vid förtäring, hudkontakt och inandning. Cyanid är mycket toxiskt i vatten och kan ge upphov till dödliga gaser vid felaktig hantering.¹⁵⁵

Utsläpp av cyanider har allvarliga effekter på växt- och djurliv på grund av den höga toxiciteten, speciellt för vattenorganismer. Kemiskt sett uppför sig cyanid ofta som en halogen; den bildar lätt envärda joner med ungefär samma löslighetsförhållanden för enkla salter, till exempel liknande för natriumcyanid och natriumklorid.

Dioxin

Dioxin är ett samlingsnamn för dioxinlika ämnen som har liknande kemiska och toxikologiska egenskaper. Dioxin bildas oavsiktligt vid olika processer som t.ex. vid tillverkning av klororganiska föreningar såsom klorfenoler, fenoxysyror och PCB. Dioxiner kan även bildas vid förbränning av ämnen som innehåller klor, t.ex. vid sopförbränning och vid produktion av järn och stål. Gruppen inkluderar polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibensofuraner (PCDF) och vissa polyklorerade bifenyler (PCB), även benämnda dioxinlika PCB. Det mest studerade dioxinet liksom det mest toxiska är TCDD (2,3,7,8- tetraklordibenso-p-dioxin). För att kunna beskriva och beräkna den sammanlagda effekten av dioxinlika ämnen används ett beräknings sätt där de dioxinlika föreningarna har tilldelats en potensfaktor i förhållande till TCDD. Faktorerna kan tillsammans med vetenskap om ämneskoncentrationen användas för att beräkna den totala toxiska ekvivalensen (TEQ), som motsvarar den koncentration av TCDD som skulle ge upphov till samma effektnivå. De hälsoeffekter

¹⁵⁴ (Naturvårdsverket, 2008) ”Effekter...”

¹⁵⁵ (Naturvårdsverket, 1997)

som uppträtt hos flera djurarter vid lång tids exponering av låga doser av TCDD är cancer, försämrat immunförsvar samt reproduktions och utvecklingsstörningar. Särskilt foster har visat sig vara särskilt känsliga och att påverkan under fostertiden kan ge utslag även i vuxen ålder.¹⁵⁶

Fenol

Fenol framställdes tidigare från stenkoltjära och är en av de äldsta industriellt använda organiska kemikalierna. Fenol består både en bensenring och en hydroxylgrupp. Fenol är färglösa eller vita kristaller som blir rödbruna vid kontakt med ljus och luft. Fenol har en sötaktig lukt som man kan känna vid halter större än 0,3 ppm¹⁶².

Fenol är giftigt för människa och kan bland annat skada centrala nervsystemet, blodkärl, hjärta, lungor och lever. Fenol är även mycket giftigt för vattenlevande organismer och grodor.¹⁵⁷

Furidazol

Furidazol är aktiv beståndsdel i betmedlet Voronit¹⁵⁸. Furidazol har varit föremål för ingående kemiska och toxikologiska studier vid Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Vid tillförsel till olika djurslag har ämnet visat sig snabbt nedbrytas och utsöndras. Misstanken om att Neo-Voronitbetat utsäde skulle kunna vara ett dödligt hot mot fågelfaunan har inte kunna styrkas genom dessa försök.¹⁵⁹

Guazatinacetater

Guazatinacetater har använts mot svampangrepp och i ett flertal betmedelspreparat (exempelvis Panoctine Plus, Panoctine 35 och Panoctine 400).

Kunskapen om guazatinacetaters uppträdande i miljön är ofullständig, bl.a. beroende på de många komponenterna i blandningen. De binds kraftigt till humus och är mycket stabila mot kemisk/fotokemisk omvandling. I mark sker en långsam, ofullständig nedbrytning med hjälp av mikroorganismer. Effekter på hälsan har studerats i förhållandevis stor omfattning och guazatinacetater anses ha relativt låg giftighet och långsiktiga effekter har inte påvisats. Giftighet vid akut exponering är dock hög - särskilt vid inandning. Guazatinacetatpreparat är mycket giftigt för vattenlevande organismer. Giftigheten verkar vara lägre för landlevande djur, men fåglar är känsliga.¹⁶⁰

Hexaklorbensen (HCB)

Hexaklorbensen är ett svampbekämpningsmedel som användes fram till 1980 för att skydda utsäde mot angrepp. Vid nedbrytning av HCB bildas andra toxiska ämnen, till exempel pentaklorfenol.¹⁶¹

¹⁵⁶ (Karolinska institutet, 2011)

¹⁵⁷ (Toxnet, 2013)

¹⁵⁸ (Johansson, 1976)

¹⁵⁹ (Lantbruksstyrelsen: Erne, Kurt, 1984)

¹⁶⁰ (Kemikalieinspektionen, 1998)

¹⁶¹ (Naturvårdsverket: Öberg, Mattias; Håkansson, Helen, 2000)

¹⁶² (Kemikalieinspektionen, 2010)

Isopropanol

Isopropanol var den första kemikalien som framställdes kommersiellt på petrokemisk väg. Eftersom ämnet saknar metanolens giftighet och inte omgärdas av restriktioner som etanolen är den vanlig som lösningsmedel i många typer av produkter.¹⁶²

Kadmium (Cd)

Kadmium är ett naturligt element i jordskorpan och återfinns ofta i olika mineral tillsammans med andra element som syre (kadmiumoxid) eller svavel (kadmiumsulfid, kadmiumsulfat). Levande organismer har en förmåga att ta upp och binda kadmium i sig, bland annat p.g.a. liknande storlek och laddning som kalcium. Kadmium stannar kvar i kroppen under lång tid och kan påverka skelettet och njurarna. Inandning av kadmium kan allvarligt skada lungorna och orsaka dödsfall. Intag av höga halter kadmium kan irritera magen och leda till kräkningar och diarréer. Kadmium och kadmiumföreningar är cancerframkallande.¹⁶³

Klorfenoler

Klorfenoler har producerats för användning som bekämpningsmedel och impregneringsmedel men även som mellanprodukt för att framställa andra bekämpningsmedel¹⁶⁴. Klorfenol är en grupp ämnen varav pentaklorfenol är den klorfenol med högst antal kloratomer (fem).

Pentaklorfenol är klassificerad som möjligt cancerogen för människa och har dokumenterat human-toxiska egenskaper. Hög exponering av pentaklorfenol kan bland annat leda till störningar i respiration, blodtryck, hjärtfunktion och nedsatt lever och njurfunktion.¹⁶⁵

Koppar (Cu)

Koppar är ett livsnödvändigt näringsämne för människor och djur eftersom det deltar som syrebärande i många enzym. Det är också nödvändigt för växternas fotosyntes och kopparföreningar tillsätts därför i både gödningsmedel och foder. Samtidigt kan kopparhalter som bara marginellt överstiger de naturliga ge upphov till skadliga effekter på mark- och vattenorganismer.¹⁶⁶

Koppar kan ha negativ inverkan på mark, sjöar och vattendrag samt rötslam från avloppsreningsverk. För människan kan överdriven exponering av koppar innebära negativa effekter på ögon, näsa, lungor, njurar, lever och matsmältningssystemet.¹⁶⁷

Koppar är mycket giftigt för mikroorganismer och flera kopparföreningar används som bekämpningsmedel mot svamp på grödor. Ett gammalt sådant är Bordeaux-vätska (koppar-sulfat och kalk) som använts i över 100 år i fruktodlingar. Kopparsalter utgör också verksamma ämnen i algbekämpningsmedel, båtbottnfärger och träskyddsmedel.¹⁶⁸

¹⁶² (Kemikalieinspektionen, 2010)

¹⁶³ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2009) Public Health Statement 2012

¹⁶⁴ (Naturvårdsverket, 2007)

¹⁶⁵ (Toxnet, 2013)

¹⁶⁶ (Kemikalieinspektionen)

¹⁶⁷ (Naturvårdsverket, 2010)

¹⁶⁸ (Naturvårdsverket, 2010)

¹⁶⁹ (Naturvårdsverket, 2006)

Koppar binder starkt till markens humusämnen vilket innebär att markens organiska halt oftast är avgörande för hur mycket koppar som marken kan binda. Transporten av koppar i mark och vatten sker ofta som lösta humuskomplex.¹⁶⁹

Lösningar av kopparföreningar används för metallytbehandling, ofta vid elektrolytisk metallytbeläggning och inom elektronikframställning. Kopparföreningar används som flotationshjälpmedel vid malmanrikning för att aktivera malmkornens yta.¹⁷⁰

Krom (Cr)

Krom förekommer i naturen antingen som krom (trevärt krom, krom (III), Cr^{3+}) eller som kromat (sexvärt krom, krom (VI), Cr^{6+}). Generellt binds krom starkt i marken när det förekommer som krom (III) och då pH är lågt samt under anaeroba förhållanden. Kromat däremot är mer lösligt vid högt pH och i torra jordar.¹⁶⁹

Miljöfarligheten hos kromföreningar beror i första hand av den mängd kromjoner som frisätts. De flesta kromföreningar som finns i Kemikalieinspektionens PRIO-register är klassade som CMR (cancerogena, mutagena eller reproduktionsstörande) och är miljöfarliga, uppvisar långtidseffekter och är allergiframkallande.¹⁶⁸

Den farligaste formen av krom för människan är sexvärt krom. I ytbehandlingssammanhang används idag oftast trevärt krom, men sexvärt krom används i vissa processer. Krom VI är toxiskt i vatten och är allergent och cancerogent i luft. Sexvärt krom är mer akuttoxiskt än trevärt i vatten, men det trevärdade kromet har andra obehagliga egenskaper, t.ex. att det koagulerar proteiner (jfr. kromgarvning av läder). Ur yttre miljösynpunkt bör det totala utsläppet av krom minimeras.¹⁷¹

Kvicksilver (Hg)

Kvicksilver förekommer sällsynt i jordskorpan och föreligger normalt i form av kvicksilversulfid (HgS)¹⁷². I atmosfären förekommer kvicksilver främst som kvicksilverånga medan oorganiska salter eller organiska föreningar är de vanligaste formerna i vatten, jord, sediment och biota¹⁷³. En moränmark med tunna jordlager och liten andel våtmark läcker större mängder kvicksilver än områden där markvatten passerar moss- och myrmark. På detta sätt rinner också så småningom kvicksilver, bundet till humus, ut i bäckar och sjöar.¹⁷⁴ Bindningen är annars mycket stark till reducerande svavelgrupper i organiskt material (humus) i mark och vatten. Oladdade små molekyler av kvicksilver tas upp av mikroorganismer och omvandlas (s.k. metylering) till metylkvicksilver, exempelvis i bottenlammet i sjöar. Nära bäckkanter och i myrmark där syrebrist tidvis uppstår, är metyleringshastigheten som högst. Metylkvicksilver tas sedan upp i näringskedjan, både som små molekyler och bundet till humus genom

¹⁷⁰ (Kemikalieinspektionen)

¹⁷¹ (Naturvårdsverket, 1997)

¹⁷² (Warfvinge, 1997)

¹⁷³ (Naturvårdsverket, 2008)

¹⁷⁴ (Naturvårdsverket, 1991)

humusätande djur.¹⁷⁵ Upptaget av kvicksilver i kärlväxter är vanligen litet och lägsta halter påträffas i frukter, frön och blad. Mossor och lavar absorberar och ackumulerar kvicksilver från atmosfären och upptaget kan vara stort i svampar men är olika stort för olika arter.¹⁷¹

Metylkvicksilver (även kallat alkylkvicksilver) är extremt giftiga föreningar som har mycket lång halveringstid och är kemiskt stabila, vilket gör att de lätt bioackumuleras. Kromosomskador och störningar i celldelningen uppträder även vid låga halter. Metylkvicksilverföreningar ger skador på centrala nervsystemet, allergiska kontakteksem och fosterskador.¹⁷⁶ Inandning av kvicksilverångor beskrivs som den farligare formen av exponering. Absorption av metalliskt kvicksilver i lungorna är hög (ca 80 %) och inandning av höga halter kvicksilverånga kan ge svåra lungskador. Huvudkällan till människans exponering för organiskt kvicksilver är födan, främst fisk. Metylkvicksilver tas effektivt upp i tarmen (> 90 %).¹⁷⁷ Risk för fosterskador föreligger, då metylkvicksilver lätt går över från moderkaka till foster.¹⁷⁸ Att kvicksilver och många kvicksilverföreningar är så giftiga beror huvudsakligen på kvicksilverjonens förmåga att bindas starkt till de SH-grupper som finns i vissa proteiner och enzymer, vilket stör deras funktion. Längre tids exponering av lägre halter ger framför allt skador på centrala nervsystemet.¹⁷⁶

I mark fungerar kvicksilver som ett starkt gift framförallt för mikroorganismer och studier har visat att kvicksilver är den utan jämförelse giftigaste metallen för mikroorganismer och kan ha betydande effekt på ämnesomsättningen i mark och organismsamhällets struktur även vid låg påverkansgrad.¹⁷⁸ Undersökningar har också visat på att tillförsel av alkylkvicksilverbetat utsäde markant sänkte kläckbarheten hos fågelägg.¹⁷⁹

En annan kvicksilverförening som har använts vid betning av säd är metoxietylkvicksilveracetat som i huvudsak metaboliseras till kvicksilverjoner som utsöndras lättare och är mindre giftiga än metylkvicksilverjonerna.^{180 176} Alkoxialkylkvicksilverföreningar är mindre stabila och anrikas därför inte lika lätt i biologiska system, men det har visat sig att de kan ge beteenderubbningar och störningar i fortplantningen vid försök på dvärghöns. De har ungefär samma akuta giftighet som alkylkvicksilverföreningarna, men bryts lättare ner. Upptag sker lätt genom lungor och mag-tarmkanalen, men i mindre utsträckning genom huden och ansamling kan ske i lever och njurar men utsöndras förhållandevis snabbt.^{179 181}

Kväve-, svavel- och syre-heterocykliska föreningar

Heterocykliska föreningar återfinns nästan alltid tillsammans med PAH-föreningar då det är samma processer som skapar de båda föreningarna. De heterocykliska föreningarna är liksom PAH-aromatiska föreningar men har kväve, svavel eller syre i ringstrukturen. Generellt har de heterocykliska föreningarna låg flyktighet och vattenlöslighet men p.g.a. att de innehåller kväve, svavel eller syre har de en viss polaritet och därmed en något högre vattenlöslighet än många PAH-föreningar. I miljön

¹⁷⁵ (SLU, Skyllberg, Ulf, 2003)

¹⁷⁶ (Birgerson, Sterner, & Zimerson, 1995)

¹⁷⁷ (Liljelind & Barregård, 2008)

¹⁷⁸ (Naturvårdsverket, 1991)

¹⁷⁹ (Bernéus, 1982)

¹⁸⁰ (Lantbruksstyrelsen: Ahlborg, Ulf, 1984)

¹⁸¹ (Lantbruksstyrelsen: Erne, Kurt, 1984)

¹⁸² (Naturvårdsverket, 2007) "Oavsiktligt..."

fördelar sig på ett likartat sätt som PAH:er men med skillnaden att en större andel kan vara fördelade i vattenfas.¹⁸²

Lindan (gammahexaklorcyklohexan, γ -HCH)

Hexaklorcyklohexan (HCH) finns i olika former (bl.a. α - β - och γ -HCH). Den sistnämnda gruppen (γ -HCH) utgör den kommersiella produkten Lindan¹⁸³, en organisk klorförening som förr användes som insekticid. Lindan användes framför allt vid behandling av jord och fröer inom jordbruket, men även för bekämpning av insekter på virke och mot parasiter på boskap.¹⁸⁴

Lindan och andra produkter med övervägande del av γ -HCH är fettlöslig samt långlivad och ackumuleras i fettvävnad och bioackumuleras i miljön. Exponering kan ske via föda men också via luft, dricksvatten och medicinska produkter. Vid högre doser påverkas centrala nervsystemet, hjärt-kärlsystemet samt muskelfunktioner. Kronisk exponering för låga doser har effekt på levern och ämnet har även bedömts ha en viss cancerpotential.¹⁸⁵

Ämnet har en tämligen hög akut giftighet. Efter förtäring av större mängd betat utsäde har dödlig förgiftning av nöt inträffat. Dock har inga styrkta skadefall på vilt i samband med normal användning av lindan som betningsmedel påvisats.^{186 187} Lindan användes tidigare som ersättning till DDT. Risken för oönskade hälso- och miljöeffekter har bedömts vara betydande då ämnet är stabilt och toxiskt för vattenorganismer och högre djur. Lindan förbjöds i Sverige i slutet av 1980-talet.¹⁸⁸

Molybden (Mb)

Molybden är ett silvervitt grundämne, som i naturen förekommer i mineral som molybdenit (MoS_2). För djur och växter är molybden ett essentiellt näringsämne som behövs för reglering av vissa kemiska reaktioner i cellerna. Vid höga koncentrationer kan molybden vara toxiskt. Få studier har dock gjorts för att utreda toxiciteten för människor, men studier visat att höga intag av molybden resulterade i diarré, koma och dödsfall hos djur på grund av minskad hjärtverksamhet. Kronisk exponering för molybden kan bland annat resultera i hämmad tillväxt, blodbrist, lever- och njurskador och sterilitet.¹⁸⁹

Natriumbikromat

Används som komplexbildare bl.a. i gruvindustrin. Natriumbikromat är mycket giftigt både för vattenorganismer, för människor och för landlevande däggdjur. Kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön. Det är mutagent, cancerframkallande, reproduktionsstörande och allergiframkallande för människa.¹⁹⁰

¹⁸³ (Naturvårdsverket: Öberg, Mattias; Håkansson, Helen, 2000)

¹⁸⁴ (Nationalencyklopedin, 2013)

¹⁸⁵ (Naturvårdsverket, 2007) "Hälsorelaterad..."

¹⁸⁶ (Erne, 1976)

¹⁸⁷ (Lantbruksstyrelsen: Erne, Kurt, 1984)

¹⁸⁸ (Naturvårdsverket, 1998)

¹⁸⁹ (WHO, 2011)

¹⁹⁰ (Swed Handling, 2005)

¹⁹¹ (Uppsala Universitet; Akademiska sjukhuset Uppsala, 2012)

¹⁹² (Naturvårdsverket, 2010)

Nickel (Ni)

Nickel är en silvervit metall som tillhör övergångselementen. Nickel finns naturligt i små mängder i vatten och i födan.¹⁹¹

Ämnet uppvisar långtidseffekter och är miljöfarligt. Vissa föreningar, till exempel nickelmonoxid och nickeldioxid, är cancerframkallande. Nickel är den vanligaste orsaken till kontaktallergi och allergiskt kontakteksem, som orsakas av långvarig hudkontakt med föremål som avger nickel.¹⁹² Hos yrkesmässigt nickelxponerade har man dessutom rapporterat ökad frekvens av cancer i lunga, näsa och bihål-
lor. Särskilt potenta i detta avseende är svårlösliga nickelföreningar, som t.ex. nickelsubsulfid (Ni_3S_2) och nickeloxid.¹⁹¹

Man har inte kunnat visa att nickel är essentiellt för människan. Ca 3 % av det nickel som finns i födan tas upp i magtarmkanalen. Även vid luftexponering har man påvisat upptag. Utsöndringen sker framför allt med urinen.¹⁹¹

Nickel används som legeringsmetall framför allt vid framställning av rostfritt stål. Det används också till förnickling och i ackumulatörer. Nickel används i mynt eftersom det har hög motståndskraft mot korrosion och oxidering. Även mobiltelefoner kan innehålla nickel.

Organiska tennföreningar

Organiska tennföreningar har en låg vattenlöslighet och binder till organiskt material. De är även svårnedbrytbara och ackumuleras i miljön i såväl sediment, jord som levande organismer. För många akvatiska organismer är tennorganiska föreningar mycket giftiga.¹⁹³

Organiska tennföreningar är mycket giftiga. De orsakar centralnervös påverkan med symptom som t.ex. krampanfall och hallucinationer.¹⁹⁴

PAH (Polycykliska aromatiska kolväten)

PAH är organiska föreningar som oftast består av tre eller fler bensenringar endast innehållande kol- och väteatomer. PAH är fasta ämnen med låg flyktighet vid rumstemperatur och är relativt olösliga i vatten. De flesta PAH kan fotooxideras och bryts ned till enklare ämnen. Det finns över 100 olika typer av PAH, vilka kan bildas vid ofullständig förbränning av organiska ämnen som t.ex. kol och olja.¹⁹⁵ På grund av förbränningen av fossila bränslen och organiskt avfall finns PAH närvarande överallt i miljön.

Människor kan exponeras för PAH bland annat via lungor eller intag av kontaminerat dricksvatten. Förutom att vissa PAH kan orsaka cancer har studier på möss visat att reproduktionen kan påverkas

¹⁹³ (SGI, 2011)

¹⁹⁴ (Uppsala Universitet; Akademiska sjukhuset Uppsala, 2012)

¹⁹⁵ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2009)

vid intag av PAH-kontaminerad föda under graviditeten (ATSDR, 1996). Andra studier på djur har visat på effekter på bland annat huden. Detta har dock inte påvisats för människor.¹⁹⁵

Studier visar att vissa PAH-metaboliter interagerar med DNA och är genotoxiska, d.v.s. orsakar maligna och ärftliga genetiska skador hos människan. Kraftig yrkesmässig exponering för blandade PAH orsakar betydande risker för lung-, hud-, och/eller blåscancer.¹⁹⁵

Silver (Ag)

Silver kan ha skadliga hälsoeffekter, särskilt om man under längre tid använder produkter som innehåller kolloidalt silver (silverpartiklar i metalliskt form svävande i lösning) eller silverföreningar. Silver i form av joner/salt har antimikrobiell effekt och dödar mikroorganismer. I rent metallisk form har silver däremot inte sådan effekt. Det finns inga belägg för att silver skulle vara ett livsnödvärdigt ämne för människor.¹⁹⁶

Silver i jonform har också miljöfarliga egenskaper och silverjoner är mycket giftiga för vattenlevande organismer. De kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön där fisk och små kräftdjur (till exempel vattenloppor) är särskilt känsliga. Tillväxt och fortplantning försämras även vid låga halter (under 1 µg/l). Silver är ett grundämne, vilket innebär att det silver som en gång släppts ut i miljön kommer att finnas kvar där.¹⁹⁷

TRI (trikloretylen/trikloreten)

TRI är ett organiskt klorerat lösningsmedel vars användning förbjöds i Sverige 1 januari 1996. Ämnet irriterar ögon och hud, är bedövande samt misstänks vara cancerframkallande. För vattenlevande organismer är TRI skadligt och det kan orsaka långtidseffekter i vattenmiljön.¹⁹⁸ TRI är känt för sin förmåga att spridas på oväntade sätt i mark, grundvatten och byggnader. Det kan bilda fri fas i mark och vandra upp genom till synes massiva betonggolv och avges som ångor till luft.

Uran (U)

Uran är ett silvervitt, radioaktivt ämne som är allmänt utbrett i naturen. Ämnet finns i varierande, men små, mängder i berggrund, jord, vatten, luft, växter, djur och människor. Uran har ingen känd metabolisk funktion i djur och betraktas som icke-essentiell.

Risk för exponering föreligger till exempel vid boende på platser med höga uranhalter i berggrunden, i samband med intag av grödor som vuxit i området eller via andning. Uran tas upp av kroppen via huden, lungorna eller tarmarna. Uran som upptagits kan ackumuleras i kroppen, främst i skelettet och njurarna. Uran kan inducera både strålningpåverkan och kemisk toxicitet. Den primära kemiskt inducerade effekten på människor är njurinflammation. För kroniska effekter på människor som följd av uranexponering finns endast lite information. I dagsläget finns inget påvisat samband mellan ex-

¹⁹⁶ (Livsmedelsverket, 2011)

¹⁹⁷ (Kemikalieinspektionen, 2011)

¹⁹⁸ (Naturvårdsverket, 2010)

¹⁹⁹ (WHO, 2012)

²⁰⁰ (Nationalenklopedin, 2013)

²⁰¹ (Uppsala Universitet; Akademiska sjukhuset Uppsala, 2012)

ponering av höga urandoser och cancerfrekvens, däremot kan uran sönderfalla till andra ämnen, till exempel radium (Ra), som kan orsaka cancer vid höga doser och långtidsexponering.¹⁹⁹

Vanadin (V)

Rent vanadin är ett skinande vitt ämne som är mjukt och smidigt. Vanadin har påträffats i mer än 65 olika mineral av vilka vanadinit och patronit är de viktigaste.²⁰⁰ Ämnet hittas i en del järnmalmer och förekommer också i fossila bränslen.²⁰¹

Vanadin har inte kunnat påvisas vara ett essentiellt näringsämne för människor. I undersökningar på försöksdjur har vanadinföreningar visat sig vara skadliga för njurar, mjälte och lungor och blodtryck. Dessutom har det visats i djurförsök att vanadinföreningar kan ge upphov till reproduktionsstörningar och störningar på ungarnas utveckling. I flera in vitro-försök och i vissa djurförsök har vissa vanadinföreningar visats sig ha skadlig inverkan på arvsmassan. Studier på friska frivilliga människor har visat att intag av vanadin kan ge besvär i mage och tarm. Upptaget av flera vanadinföreningar har visat sig vara högre i mag/tarmkanalen än intag av rent vanadin.²⁰² Den kritiska effekten för vanadinoxid är luftvägsirritation.²⁰³

Xantat

Xantater är salt eller estrar av xantinsyra som framställs av alkohol, koldisulfid och någon metall. Natriumxantat och kaliumxantat används bl.a. som flotationsmedel i gruvindustrin.²⁰⁴

Zink (Zn)

Zink förekommer ofta bundet till organiskt material i mark vid pH högre än 6. Vid lägre pH ökar ofta lösligheten.²⁰⁵ Zink är en livsnödvändig metall men en för hög zinkhalt är skadlig för exempelvis vattenlevande organismer. Miljöfarligheten hos zinkföreningar beror i första hand av den mängd zinkjoner som frisätts.²⁰⁶

Vid upphettning av zink (t.ex. vid svetsning av galvaniserad plåt) bildas zinkoxid. Inhalation av röken ger metallröksfeber, som också kallas svetsarfrossa eller zinkfrossa. Tillståndet är mycket vanligt och sannolikt har de flesta svetsare drabbats någon gång. Sjukdomen är influensalik, men på mindre än två dygn är besvären över, och något restillstånd kvarstår inte. Tillståndet är obehagligt men ofarligt, och brukar vara väl känt bland svetsare.²⁰¹

²⁰² (Livsmedelsverket, 2011)

²⁰³ (Arbets- och miljömedicin Akademiska sjukhuset Uppsala, 2002)

²⁰⁴ (Nationalenklopedin, 2013)

²⁰⁵ (Naturvårdsverket, 2006)

²⁰⁶ (Naturvårdsverket, 2013)

BILAGA 2- LÄSTIPS FÖR VIDARE STUDIER

Arbetsmiljöverket – Hygieniska gränsvärden:

http://www.av.se/dokument/afs/afs2011_18.pdf

Birgerson, Sterner, Zimerson (1995). *Kemiska hälsorisker. Toxicologi i kemiskt perspektiv.*

Naturvårdsverket, allmänna råd 1997:5: *Oorganisk ytbehandling.*

Naturvårdsverkets rapport 4963, *Vägledning för efterbehandling vid träskyddsanläggningar*

Naturvårdsverkets rapport *Grafisk industri – Branschfakta, utgåva 2* (2005).

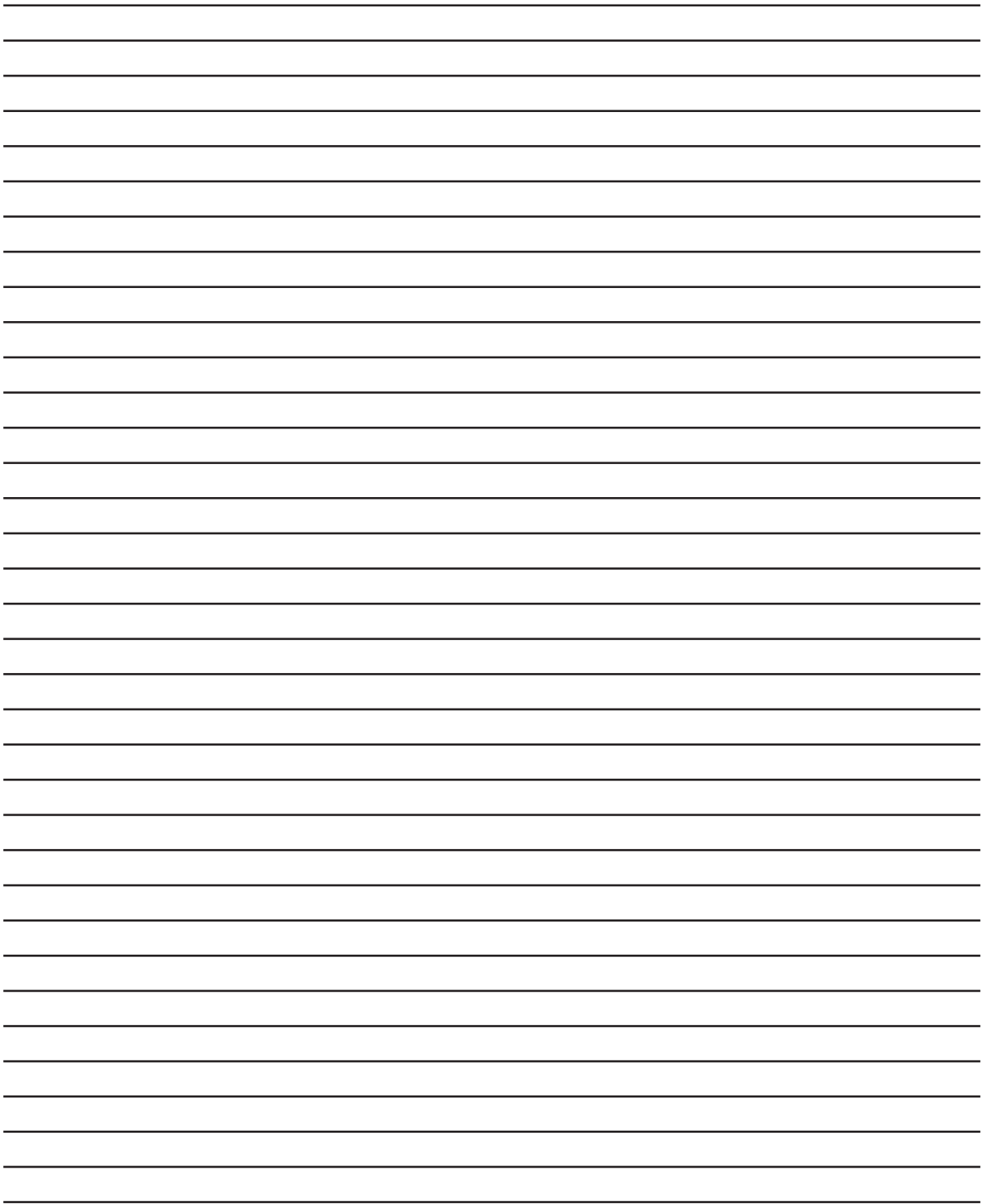
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8206-X.pdf>

SGF-Förorenande byggnader:

<http://www.sgf.net/getfile.ashx?cid=81785&cc=3&refid=15>

SGF-Miljötekniska undersökningar:

<http://www.sgf.net/getfile.ashx?cid=81785&cc=3&refid=13>





Skrädning av malm skedde för hand och var ett av de få kvinnoarbetena vid gruvor i början av 1900-talet.

lansstyrelsen.se/ostergotland

Länsstyrelsen Östergötland

POSTADRESS 581 86 Linköping BESÖKSADRESS Östgötagatan 3

TELEFON 013-19 60 00 TELEFAX 013 - 10 13 81



Benchmarking on
Contaminated Sites



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007-2013



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE