



Inventering och riskklassning av förorenade områden i Öna och Östnor

Surveying and risk classification of contaminated sites in Öna and Östnor

Erika Brömses

Handledare: Dan Berggren Kleja
Karin Kuttainen (Länsstyrelsen i Dalarnas län)
Examinator: Mats Olsson (Inst f skoglig marklära)

EXAMENSARBETE, 20 p, D-nivå

Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för markkemi och jordmånslära
Examens- och seminariearbeten Nr 68

Uppsala 2005
ISSN 1102-1381
ISRN SLU-MLE-EXS--68--SE

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete består av en inventering och riskklassning av två industriområden i Mora. Arbetet har utförts vid Länsstyrelsen i Dalarnas län och är inriktat mot verksamheter inom metallindustrin som gjuterier, ytbehandlare och verkstadsindustrier. Inom arbetet har 11 objekt inventerats och ytterligare ett antal objekt har identifierats. Inventeringen har följt Naturvårdsverkets metod MIFO (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) och är till största del en MIFO fas 1 inventering. Inom MIFO studeras vilka kemikalier som använts vid en industri (objekt) och vilken farlighet de har. Dessutom beskrivs föroreningsnivån, spridningsförutsättningarna samt områdets skyddsvärde och känslighet. Det hela mynnar ut i att objekten delas in i riskklasserna 1 till 4, där 1 betyder mycket stor risk, 2 stor risk, 3 måttlig risk och 4 liten risk.

Öna och Östnor är områden där det funnits metallindustrier under mycket lång tid vilket innebär att dagens industrier i många fall är ”inbäddade” bland övrig bostadsbebyggelse. Eftersom det därigenom finns risk att människor exponeras för eventuella föroreningar har området mycket stor känslighet. De eventuella föroreningarna utgörs troligen främst av metaller, cyanider, trikloretylen, olja och lösningsmedel. I de flesta fall har industrierna tidigare släppt ut orenat avloppsvatten till närliggande vattendrag vilket medför att sedimenten har påverkats av punktkällor. Flera sedimentprovtagningar har gjorts i området och de visar på höga halter av främst koppar, zink, krom och nickel.

Vid riskklassningen hamnade nio av företagen i riskklass 2, det vill säga bedömdes vara av stor risk, medan två objekt hamnade i riskklass 3, måttlig risk. Eftersom det är en MIFO fas 1 inventering bygger dock riskklassningen till stor del på antaganden och är gjord utifrån ett ”värsta fallet scenario”. Om det visar sig bli aktuellt att göra en MIFO fas 2 inventering för något av objekten kommer markprovtagningar, som mer exakt kan redogöra för föroreningssituationen, att göras.

Om en MIFO fas 2 inventering visar att det finns förorenade områden i Öna och Östnor kan det eventuellt bli aktuellt med sanering. Möjliga saneringsmetoder för marken kan då vara jordtvättning, fytosanering samt inneslutning om föroreningarna exempelvis finns under ett hus. Möjlig saneringsmetod för sedimenten är muddring med efterföljande förbränning av muddermassorna.

ABSTRACT

This work consists of a survey and risk classification of eleven metal industries including foundries, finishers and engineering industries in two industrial areas in Mora. The study follows a method called MIFO (Method of Surveying Contaminated Sites) composed by the Swedish Environmental Protection Agency. In the method assessments of the degree of hazard posed by the pollutants, the level of pollution, the conditions of dispersal, sensitivity and the degree to which the area is worthy to protect are made for each contaminated site (object). The assessment classifies the objects into four risk classes in which risk class 1 denotes a very large risk, 2 large risk, 3 moderate risk and risk class 4 little risk. The work of surveying using MIFO is divided into two phases. In the first phase, an over-view of the situation is achieved by studying maps, archives and making visits and interviews. In the second phase, an in-depth study is being done involving sampling of soil water and ground water. The surveying made in this work is mainly a phase 1 study and the investigations were made with help from the County Administrative Board of Dalarna.

The two industrial areas that have been studied are named Öna and Östnor and have been industrialised for a very long time. The consequence of the long-term industrial history is that the industrial places are closely embedded in an urban area. Due to the fact that people are living nearby the industries the areas were classified as sensitive to contaminants. No soil sampling was done in the area but as a consequence of the high density and long duration of industrial activities metals, cyanide, trichloroethene, oil and solvents are likely pollutants. Most of the industries have earlier used the nearby streams as recipients without any treatment of the polluted waste water. A couple of samples have previously been taken in the stream sediments, which showed a high content of for example copper, zinc, chromium and nickel.

Nine of the eleven objects in this study were assigned to be in the risk class 2 (large risk) and two in risk class 3 (moderate risk). Because of the fact that possible surveys will be made in phase two of MIFO, the risk assessments are based mostly on a "worst case scenario". Within a phase-two study a better picture of the 'actual scenario' would be given.

If remediation of some of these areas are needed in the future, different remediation methods would be possible, for example soil washing, phytoremediation or inclosing (if the pollutants are present below buildings). For remediation of sediments dredging followed by burning of the dredge masses can be of interest.

| | |
|---|-----------|
| 1. INLEDNING | 1 |
| 2. MÅLSÄTTNING | 1 |
| 3. BAKGRUND | 1 |
| 3.1 NATIONELLA MILJÖMÅL..... | 1 |
| 3.2 METODIK FÖR INVENTERING AV FÖRORENADE OMRÅDEN (MIFO)..... | 2 |
| 3.3 ANSVARSFRÅGAN..... | 4 |
| 4. PROCESSER SOM REGLERAR METALLERS LÖSLIGHET I MARKEN | 5 |
| 4.1 BINDNING TILL MINERALPARTIKLAR..... | 5 |
| 4.2 BINDNING TILL ORGANISKT MATERIAL..... | 6 |
| 4.3 UTFÄLLNING | 7 |
| 5. MARKSANERING | 7 |
| 5.1 SANERINGSMETODER FÖR JORDMASSOR | 8 |
| 5.1.1 Koncentrationsmetoder..... | 8 |
| 5.1.2 Destruktionsmetoder | 9 |
| 5.1.3 Immobiliseringsmetoder..... | 10 |
| 5.2 SANERINGSMETODER FÖR SEDIMENT | 10 |
| 6. METODIK | 12 |
| 7. RESULTAT OCH DISKUSSION | 14 |
| 7.1 OMRÅDESBESKRIVNING | 14 |
| 7.2 OMRÅDETS FÖRETAGSUTVECKLING..... | 15 |
| 7.3 INDUSTRIPROCESSER OCH DERAS MILJÖPÅVERKAN | 20 |
| 7.3.1 Gjutning | 20 |
| 7.3.2 Bearbetning av ytan | 20 |
| 7.3.3 Ytbehandling | 22 |
| 7.4 AKTUELLA FÖRORENINGAR | 24 |
| 7.5 TIDIGARE PROVTAGNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR | 26 |
| 7.5.1 Besök av Länsstyrelsen och Statens Naturvårdsverk, 1968..... | 26 |
| 7.5.2 Sedimentprovtagningar | 28 |
| 7.5.2.1 KM gruppen Dalarna, 1987 | 29 |
| 7.5.2.2 SWECO VIAK AB, Falukontoret, 2003 | 29 |
| 7.5.2.3 Allumite Konsult AB, 2004 | 30 |
| 7.5.2.4 Beräkning av avvikelser från jämförvärde..... | 31 |
| 7.6 RISKBEDÖMNING | 32 |
| 7.6.1 Föroreningarnas farlighet och föroreningsnivå | 32 |
| 7.6.1.1 Föroreningarnas farlighet och föroreningsnivå i marken..... | 32 |
| 7.6.1.2 Föroreningsnivå i ytvatten och sediment..... | 36 |
| 7.6.2 Spridningsförutsättningar | 37 |
| 7.6.2.1 Spridningsförutsättningar i mark | 37 |
| 7.6.2.2 Spridningsförutsättningar i ytvatten och sediment | 37 |
| 7.6.3 Känslighet och skyddsvärde..... | 38 |
| 7.6.4 Riskklassning..... | 39 |
| 7.7 SANERINGSFÖRSLAG | 40 |
| 7.7.1 Områdesspecifika egenskaper..... | 40 |
| 7.7.2 Förslag på saneringsmetod..... | 40 |
| 7.7.2.1 Sanering av förorenad jord | 41 |
| 7.7.2.2 Sanering av sediment | 41 |
| 7.8 VAD HÄNDER EFTER DENNA RISKKLASSNING? | 41 |
| 8. SLUTSATSER | 42 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 9. TILLKÄNNAGIVANDEN | 42 |
|-----------------------------------|-----------|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 10. REFERENSER | 42 |
|-----------------------------|-----------|

BILAGOR

BILAGA I: RISKKLASSNINGSDIAGRAM

BILAGA II: MOTIVERING TILL RISKKLASSNING

BILAGA III: KARTA ÖVER PROVTAGNINGSPUNKTER

1. INLEDNING

I Sverige har industrier och andra miljöpåverkande verksamheter funnits under lång tid. Många äldre industrier är idag nedlagda och gamla ödelagda industritomter är en vanlig syn runt om i Sverige. När industrierna grundades placerades de ofta i utkanten av samhället men genom städernas tillväxt och utbyggnad har de fått en mer central lokalisering. Detta medför att gamla industrifastigheter idag kan vara attraktiva tomter för bland annat bostadshus, affärer, dagis eller rekreation och i Stockholm håller exempelvis en gammal gasverkstomt vid Husarviken/Hjorthagen på och byter skepnad genom att bli ett bostadsområde. Innan markanvändningen kan förändras genom exempelvis bostadsbebyggelse krävs att föroreningsnivån i marken sänks till en acceptabel nivå genom olika saneringsåtgärder. Vid val av saneringsmetod är det viktigt att områdets markegenskaper och föroreningarnas rörlighet och beteende i marken noggrant kartläggs.

År 2003 var antalet förorenade områden i Sverige uppskattade till 40 000 och av dessa var 35 000 identifierade (Naturvårdsverket, 2004). Sedan början av 1990-talet har Naturvårdsverket haft till uppgift att planera åtgärder för efterbehandling och sanering av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2002). Arbetet utförs i samarbete med landets länsstyrelser och kommuner och består bland annat av en riksomfattande inventering av pågående och nedlagda industrier. De inventerade objekten indelas i riskklasser beroende på bland annat vilken verksamhet som bedrivits, använda kemikalier samt i vilken utsträckning människor vistas på området. Inventeringen leder till att gamla nedlagda industrier, som annars kanske riskerar att falla i glömska, upptäcks. Detta kan minska risken för obehagliga framtida överraskningar i form av exempelvis läckande kemikalietunnor eller allergier hos människor boende på ”okända” industritomter.

Detta examensarbete är en inventering av två äldre industriområden vid namn Öna och Östnor i Mora och arbetet har utförts vid Länsstyrelsen i Dalarnas län.

2. MÅLSÄTTNING

Syftet med detta examensarbete är att:

- Inventera industriområdena Öna och Östnor i Mora
- Utföra riskklassning enligt MIFO-modellen
- Ge saneringsförslag för antagen föroreningssituation

3. BAKGRUND

3.1 NATIONELLA MILJÖMÅL

1999 antog regeringen 15 nationella miljö kvalitetsmål med syfte att till nästa generation lämna över ett samhälle där Sveriges stora miljöproblem är lösta. Miljö kvalitetsmålen är allmänt formulerade (se nedan) och därför fastslogs delmål samt åtgärdsstrategier för hur man ska nå målen under 2001 och 2002. (Miljömålsportalen, 2003a)

De femton miljö kvalitetsmålen är;

-
- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Begränsad klimatpåverkan | 9. Grundvatten av god kvalitet |
| 2. Frisk luft | 10. Hav i balans samt levande kust och skärgård |
| 3. Bara naturlig försurning | 11. Myllrande våtmarker |

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 4. Giftfri miljö | 12. Levande skogar |
| 5. Skyddande ozonskikt | 13. Ett rikt odlingslandskap |
| 6. Säker strålmiljö | 14. Storslagen fjällmiljö |
| 7. Ingen övergödning | 15. God bebyggd miljö |
| 8. Levande sjöar och vattendrag | |
-

Miljömålet "Giftfri miljö" är uppdelat i sex delmål där det sjätte delmålet går under namnet "Förorenade områden (2005)" och innebär att år 2005 ska förorenade områden vara identifierade. Förutom det ska dessutom arbetet med sanering och efterbehandling ha påbörjats inom minst 100 av de mest prioriterade områden och minst 50 av de områden där arbetet påbörjats ska vara åtgärdade. (Miljömålsportalen, 2003b)

Miljömålen är anpassade till både regional och lokal nivå, och kommunerna har varit ansvariga för de lokala anpassningarna. De regionala anpassningarna av målen har arbetats fram av landets länsstyrelser, med undantag för målet "Levande skogar" där Skogsvårdsstyrelsen är ansvarig. Dalarnas miljömål antogs i november 2003 av Länsstyrelsen Dalarna och den regionala anpassningen av delmålet "Förorenade områden" lyder enligt följande; "Förorenade områden i Dalarna ska vara identifierade och för minst sex av de områden som är mest prioriterade med avseende på riskerna för människors hälsa och miljön ska arbetet med efterbehandling och sanering ha påbörjats senast år 2005. Minst tre av de områden där arbete påbörjats ska dessutom vara åtgärdade. Vid sanering och efterbehandling av förorenade områden ska kulturmiljövärden särskilt beaktas." (Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2003)

3.2 METODIK FÖR INVENTERING AV FÖRORENADE OMRÅDEN (MIFO)

Med förorenat område menas ett område, deponi, mark, grundvatten, ytvatten eller sediment som har betydligt högre föroreningsnivåer än dess omgivning, det vill säga dess bakgrundshalt. Naturvårdsverket har utarbetat en metod för inventering av förorenade områden kallad MIFO. Inom metoden delas inventeringsarbetet upp i två faser. Fas 1 utgörs av orienterande studier vilket innebär att tillgänglig information om ett objekt samlas genom bland annat arkivstudier, platsbesök och intervjuer med tidigare anställda eller boende i närområdet. Fas 2 innebär att översiktliga undersökningar genom bland annat markprover samt upprättande av geokarta görs. MIFO-bedömningen för både fas 1 och 2 utförs med hänsyn till föroreningarnas farlighet, föroreningsnivå, spridningsförutsättningar samt området känslighet och skyddsvärde. Informationen samlas i blankettform och vägs därefter ihop till en samlad riskbedömning. (Naturvårdsverket, 2002)

Föroreningarnas farlighet

Med farlighet menas i detta sammanhang föroreningarnas hälso- och miljöfarlighet det vill säga toxicitet. Naturvårdsverket har delat in farligheten för vanligt förekommande föroreningar i fyra klasser nämligen som *låg*, *måttlig*, *hög* och *mycket hög* (se tabell 1). I fas 1 används information om specifik bransch, använda kemikalier, iakttagelser vid platsbesök m.m. för att lista ut vilka föroreningar som kan tänkas finnas på objektet. Genom översiktliga undersökningar i fas 2 kan man utifrån analysresultat från markprovtagning konstatera vilka föroreningar som finns på objektet. (Naturvårdsverket, 2002)

Tabell 1. Indelning av föroreningarnas farlighet enligt Naturvårdsverket (2002). Ämnen som har generella riktvärden för förorenad mark är markerade med *. ** betyder gammal kreosot med stort innehåll av PAH.

| Låg | Måttlig | Hög | Mycket hög |
|---|--|--|--|
| järn, kalcium, magnesium, mangan, papper, trä | aluminium, metallskrot, aceton, alifatiska kolväten, träfiber, bark, zink* | kobolt*, koppar*, krom* (om ej VI), nickel*, vanadin*, ammoniak, fenol*, aromatiska kolväten*, formaldehyd, glykol, konc. syror, konc. baser, lösningsmedel, styren, oljeaska, flygbränsle, petroleumprodukter, eldningsolja, spilloljor, smörjoljor, väteperoxid, färger, skärvätskor, bensin, diesel, trätjära | arsenik*, bly*, kadmium*, kvicksilver*, krom(VI)*, natrium (metall), bensen*, cyanid*, kreosot*,**, stenkolstjära, PAH*, dioxiner*, klorbensener*, klorfenoler*, klorerade lösningsmedel, organiska klorföreningar, PCB*, tetrakloretylen*, trikloretan*, trikloretylen*, bekämpningsmedel |

Föreningsnivå

I MIFO-modellen delas föreningsnivån upp som *bedömning av tillstånd* och *avvikelse från jämförvärde*. Vid bedömning av tillstånd jämförs ett områdes uppmätta halter med effektbaserade värden. Som effektbaserade värden används ofta uppskattade riktvärden för föroreningar i olika medier. Riktvärdet representerar den maximala föroreningshalt som kan finnas i mediet utan att det är någon risk för negativa effekter på människa eller miljö på lång eller kort sikt. För sediment saknas svenska riktvärden på grund av för lite information om effektbaserade värden. (Naturvårdsverket, 2002)

Avvikelse från jämförvärde visar om, och i vilken grad, ett objekt är påverkat av punktkällor och beräknas genom att uppmätta halter divideras med ett jämförvärde. Jämförvärdet ska symbolisera den naturliga förekomsten av ett ämne samt eventuellt diffust antropogent tillskott. Det finns framtagna jämförvärden för olika medier i Sverige men i den mån det är möjligt ska dock lokala jämförvärden användas eftersom de ger en bättre bild över det enskilda objektet. (Naturvårdsverket, 2002) Avvikelsen från jämförvärde delas in enligt tabellen nedan;

Tabell 2. Grunder för indelning av avvikelse från jämförvärde. (Naturvårdsverket, 2002)

| Ingen eller liten påverkan av punktkälla | Trolig påverkan av punktkälla | Stor påverkan av punktkälla | Mycket stor påverkan av punktkälla |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| < jämförvärdet | jämförvärdet - 5 ggr jämförvärdet | 5 ggr jämförvärdet - 25 ggr jämförvärdet | > 25 ggr jämförvärdet |

I fas 2 bestäms föroreningsnivån för ett område genom provtagning. Föroreningsnivån i fas 1 uppskattas utifrån syn- och luktintryck vid platsbesök, arkivmaterial angående tidigare kemikaliebehandling och eventuella tidigare utförda provtagningar. (Naturvårdsverket, 2002)

Spridningsförutsättningar

Det är viktigt att kartlägga om, och i så fall med vilken hastighet föroreningarna, sprids mellan olika medier. För att kunna bestämma detta krävs god kunskap om områdets hydrologi, geologi, markkemi samt de aktuella föroreningarnas beteende i miljön. I fas 1 uppskattas spridningsförutsättningarna genom den information ett platsbesök på området kan ge medan det vid fas 2 är möjligt att få fram bättre hydrologeologisk data genom analyser och borrhningar av markprover. (Naturvårdsverket, 2002)

Känslighet/Skyddsvärde

En viktig del i MIFO-modellen är huruvida det finns en risk för att människor och miljön på kort eller lång sikt, det vill säga idag eller i framtiden, kan exponeras för föroreningar. Bedömningen av ett områdes känslighet är beroende på om, och i vilken grad, människor vistas där. Ett område där människor bor permanent bedöms till exempel ha mycket stor känslighet medan inhägnade områden där människor inte vistas har liten känslighet. Ett områdes skyddsvärde ser istället till de arter och ekosystem som finns i den exponerade miljön och hur skyddsvärda de är. Ett område som är starkt påverkat av föroreningar bedöms ha litet skyddsvärde medan ett naturreservat har mycket stort skyddsvärde. (Naturvårdsverket, 2002)

Samlad riskbedömning/riskklassning

För varje objekt vägs föroreningarnas farlighet, föroreningsnivån, spridningsförutsättningarna, känsligheten och skyddsvärdet samman till en samlad bedömning av de risker objektet orsakar för människa och miljö. Sammanvägningen tydliggörs i diagramform (se stycke 6. Metodik och bilaga I) och resulterar i att det inventerade objektet hamnar i en av fyra riskklasser (Naturvårdsverket, 2002);

- Riskklass 1: Mycket stor risk
- Riskklass 2: Stor risk
- Riskklass 3: Måttlig risk
- Riskklass 4: Liten risk

3.3 ANSVARSFRÅGAN

Kapitel 10 i Miljöbalken (MB) handlar om förorenade områden samt ansvaret för utredning och efterbehandling. Kapitlet är tillämpligt på ”mark- och vattenområden samt byggnader och anläggningar som är så förorenade att det kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön” (MB 10:1). Grundprincipen när det gäller vem som är ansvarig för efterbehandling bygger på MB 2:8, det vill säga att det som är ansvarig för föroreningarna också ska betala. Internationellt brukar denna princip benämnas ”Polluter Pays Principle” (PPP) (Naturvårdsverket, 2003a).

Jan Darpö delar i Naturvårdsverket (2003a) in de ansvariga för utredning och efterbehandling i två grupper - första respektive andra ansvarskretsen där första ansvarskretsen utgörs av verksamhetsutövare och andra ansvarskretsen av markägare. Ansvaret för efterbehandling ligger i första hand på den som genom nuvarande, alternativt tidigare, verksamhet eller åtgärd bidragit till en förorening (MB10:2). Om flera är ansvariga ska ansvaret solidariskt delas mellan dem (MB 10:6). Den eller de som bär ansvaret ska i skälig omfattning bekosta eller utföra de efterbehandlingsåtgärder som krävs (MB 10:4). Preskriptionslagen är inte tillämplig när det gäller efterbehandlingsansvar (MB 10:4) men andra tidsbestämmelser finns. För att verksamhetsutövaren ska vara ansvarig ska verksamheten ska ha varit i drift efter den 30 juni 1969 det vill säga när miljöskyddslagen trädde i kraft och ”verkningarna av verksamheten” ska ha pågått efter miljöbalkens införande 1 januari 1999 (Ebbesson, 2003).

Om ingen verksamhetsutövare kan bekosta eller utföra efterbehandling kan istället den som äger fastigheten, det vill säga den andra ansvarsgruppen, bli ansvarig. Detta bygger dock på att personen vid förvärvet känt till, eller i alla fall borde ha upptäckt föroreningar samt att förvärvandet skedde efter 1 januari 1999 (Ebbesson, 2003). För privatfastigheter är endast förvärvare som känt till föroreningen ansvariga (MB 10:3). Även om fastighetsägaren

frånsägs ansvar för efterbehandling kan han/hon i skäligen omfattning få lov att betala för eventuell värdeökning på fastigheten (MB 10:5).

Anledningen till att ansvaret för efterbehandling överförs till fastighetsägare vid köp är att kontroll och kvalitetsbedömning av marken ska göras vid varje fastighetsköp (Ebbesson, 2003).

4. PROCESSER SOM REGLERAR METALLERS LÖSLIGHET I MARKEN

Flera av metallerna som används inom metallindustrin hör till kategorin ”tungmetaller”. Ordet tungmetall används ofta i negativ bemärkelse om en metall som är giftig och farlig för människa och miljö men egentligen bygger definitionen på densitet. I nationalencyklopedin (1996) definieras ordet tungmetall som metall med densitet högre än 4500-5000 kg/m³. Denna densitet varierar, till exempel använder Alloway (1995) densiteten 6000 kg/m³. Denna grupp av metaller kallas även ”toxiska metaller” men detta är felaktigt med tanke på att alla metaller, även de essentiella, är toxiska vid för hög koncentration. Ett uttryck som istället är på frammarsch är ”potentiellt toxiska ämnen”, PTE (Potentially Toxic Element) (Alloway, 1995).

Marken består av fast material, vätska och gas. Det fasta materialet utgörs av mineralkorn i olika storlekar t.ex grus, sand, ler och silt, samt av organiskt material. Mellan mineralkornen bildas porer och där konkurrerar vätskan och gasen om utrymme. Vätskefasen består av vatten och innehåller lösta ämnen medan gasen i marken är luft vanligtvis med annan sammansättningen än den i atmosfären. Beroende på markens textur, det vill säga mineralkornens storlek, och mängden organiskt material varierar markens vatteninnehåll eftersom både organiskt material och fina partiklar binder vatten bättre. Om alla porer är vattenfyllda är marken mättad och vattnet definieras som grundvatten. (Grip och Rodhe, 1994)

I marken kan metaller bindas till partikelytor genom olika mekanismer. Man brukar särskilja på ytkomplexbildning, elektrostatisk bindning samt utfällning och samfällning i mineral. En mekanism som däremot kan öka ett ämnes mobilitet är kelatbildning med löst organiskt material. Föroreningar i marken uppträder olika beroende på vilka de är och markens egenskaper. Vissa ämnen binds mycket hårt medan andra har hög mobilitet och kan transporteras genom markprofilen och nå grundvattnet. Generellt kan sägas att metallers rörlighet minskar med ökat pH. (McBride, 1994)

4.1 BINDNING TILL MINERALPARTIKLAR

Ämnen kan binda till mineralpartiklar genom bildning av ytkomplex och genom elektrostatiska bindningar. Båda reaktionerna kan ske parallellt som till exempel för icke kristallina aluminosilikater, oxider och hydroxider med Fe, Al och Mn samt till viss nivå för kisellerors kanter. Elektrostatisk bindning är en snabbare reaktion jämfört med ytkomplexbildning. Reaktionerna har olika betydelse för olika joner. Elektrostatisk bindning är viktig för bland annat jonerna Na⁺ och K⁺ medan ytkomplexbildning är viktig för bland annat Cu²⁺ och Pb²⁺. (McBride, 1994)

Elektrostatiska bindningar

På lermineralers ytor finns permanenta och pH-beroende laddningar och dessa laddningar kan adsorbera katjoner och anjoner genom elektrostatiska bindningar. Joner med högre laddning binds starkare vilket innebär att trivalenta joner går före di- och monovalenta joner. När det gäller joner som har samma laddning binds joner med störst jonradie starkast vilket beror på att de är mindre hydratiserade, det vill säga har en mindre hydratiserad radie. (McBride, 1994)

Oxider och hydroxider med Fe, Al och Si har ingen eller liten permanent laddning men kan ändå genom att ta upp eller avge protoner få en laddning. Denna typ av laddningar som är beroende av markens pH kallas "pH-beroende laddningar" och kan adsorbera katjoner eller anjoner beroende på marklösningen. Eftersom laddningen antingen är positiv eller negativ kan den inverka både på markens katjonbyteskapacitet (CEC) och anjonbyteskapacitet (AEC). Exemplet nedan visar hur järnoxidens laddning förändras beroende på tillgång av vätejoner, det vill säga beroende på pH;



De två laddningarna samexisterar på mineralytorna och fördelningen dem emellan varierar med marklösningens pH (McBride, 1994). Vid högt pH är den negativt laddade ytan i övervikt och vid lägre pH är den positivt laddade ytan vanligast. När det finns lika mycket av de båda grupperna är ytans nettoladdning noll och pH-värdet när detta inträffar kallas PZC, "Point of Zero Charge". PZC inträffar vid olika pH för olika mineraler, Fe-(hydr)oxider mellan 7-10, Al-(hydr)oxider mellan 8-9,4 och Mn-oxider mellan 1,5-4,6 (Alloway, 1995).

Ytkomplex

Anjoner och katjoner kan binda till olika ytor i marken genom ytkomplex. Gemensamt för dessa ytor är att de har en enkelbunden OH-grupp där syret kan binda metalljoner. Reaktionen är pH-beroende och kan generellt skrivas som;



I reaktionen ovan symboliseras katjonen av K^{n+} . Eftersom katjonen binds direkt till syret blir katjonen och dess positiva laddning en del av mineralens yta. Detta innebär att PZC förskjuts till ett högre pH. Exempel på metaller som bildar starka ytkomplex är Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} och Cd^{2+} . (McBride, 1994)

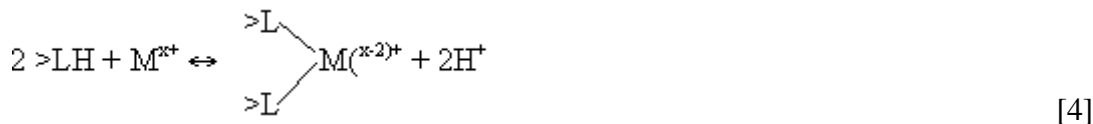
4.2 BINDNING TILL ORGANISKT MATERIAL

Organiskt material har pH-beroende laddningar och kan genom dessa binda metaller både elektrostatiskt och genom komplexbildning, beroende på metall. Eftersom organiskt material kan finnas i marken både som fast material och löst (DOM) i marklösningen kan bindningen till organiskt material både öka och minska mobiliteten. Den ökade rörligheten beror på att det lösta organiska materialet är rörligt och genom att vara bundet till det får även metallen ökad rörlighet. Metaller binds till det organiska materialets reaktiva grupper, vilka vanligtvis består av O-innehållande grupper till exempel karboxyl- och fenolgrupper. För vissa metaller kan dock andra grupper vara av större betydelse. Exempelvis är det allmänt känt att Hg binds till sulfhydrylgrupper, -SH-grupper. (McBride, 1994)

I reaktion 3 visas hur den kovalenta bindningen kan beskrivas som en utbytesprocess mellan en metall (M) och vätejoner (H) som dissocierar från det organiska materialets reaktiva grupp (L);



Metallen kan även bindas till flera reaktiva grupper och detta brukar kallas kelat;



Organiskt materialet visar en selektivitet för vissa metaller. Vid pH 5 är förhållandet mellan divalenta metallers bindningsstyrka till organiskt material enligt följande; Cu > Ni > Pb > Co > Ca > Zn > Mn > Mg. Metallerna till vänster i skalan, det vill säga de som binds starkast, binder genom ytkomplex medan de till höger binder genom elektrostatiske bindningar och är mer utbytbara. De trivalenta metalljonerna Fe³⁺ och Al³⁺ binder starkare än samtliga divalenta joner. (McBride, 1994)

4.3 UTFÄLLNING

För att utfällning ska ske måste lösningen vara övermättad, det vill säga att löslighetsprodukten av ett mineral överskrider. Resultatet blir då att det bildas kristaller som fälls ut. Så höga halter är inte vanliga i normal jord, men i starkt förorenad jord skulle koncentrationen kunna vara så hög att utfällning sker. Exempel på svårslösliga mineralfaser är sulfiderna HgS, PbS och CuS. (McBride, 1994)

5. MARKSANERING

Beroende på vad marken används till delas markanvändningen in i tre olika klasser; ”Känslig markanvändning” (KM), ”Mindre känslig markanvändning med grundvattenskydd” (MKM GV) och ”Mindre känslig markanvändning” (MKM). Till KM räknas mark där människor i stor utsträckning vistas permanent och grundvattenuttag sker. Exempel på KM är mark för bostadsändamål, dagis, odling, djurhållning, skogsmark, parkområden och grönområden. MKM är mark som exempelvis används till kontor, industrier och vägar det vill säga mark där vuxna människor vistas under arbetstid och barn endast tillfälligt. ”Mindre känslig markanvändning” uppdelas i två grupper beroende om ett grundvattenuttag sker inom ett visst avstånd från föroreningen. (Naturvårdsverket, 1997)

Naturvårdsverket (1997) har tagit fram generella riktvärden för hur förorenad marken får vara beroende på markanvändning. Ju högre känslighet markanvändningen har desto lägre föroreningsnivåer är tillåtna. Den pågående eller den genom detaljplan framtida bestämda markanvändningen påverkar till vilken nivå ett saneringsarbete ska göras, det vill säga vilka föroreningsnivåer som får finnas i marken efter avslutat saneringsarbete. Målet med ett saneringsarbete är att uppnå riktvärdet för den aktuella markanvändningen och alltså inte att göra en total rening av marken. Många föroreningar är dessutom naturligt förekommande i marken i varierande mängder genom exempelvis vittring och diffus antropogen påverkan. (Naturvårdsverket, 1997)

Saneringsmetoder indelas som *in-situ*, *on-site* och *ex-situ* beroende på hur och var saneringen utförs. *In-situ* innebär att saneringsarbetet genomförs direkt på platsen utan att jorden schaktas upp. Även *on-site* metoder utförs på plats men dessa metoder kräver att jorden schaktas upp och behandlas i någon form av mobil reningsanläggning. *Ex-situ*, även kallade *off-site*

metoder innebär att jorden schaktas upp och transporteras i väg till fasta reningsanläggningar för behandling. (Naturvårdsverket, 1996)

5.1 SANERINGSMETODER FÖR JORDMASSOR

5.1.1 Koncentrationsmetoder

Koncentrationsmetoder innebär inte att föroreningarna förstörs utan att de extraheras ur marken och omhändertas sedan på bästa möjliga sätt. Extraktionen kan göras genom flera metoder och målet med samtliga metoder är att återställa den förorenade marken i sitt ursprungliga skick. Metoderna kan göras *ex-situ*, *on-site* och *in-situ*. (Naturvårdsverket, 1996)

Vakuumextraktion/markventilation

Metoden utförs vanligen *in-situ* och är tillämpbar på flyktiga och till viss del på halvflyktiga organiska ämnen. Genom en vakuumpump skapas undertryck i jorden som medför att jämvikten i marken rubbas vilket leder till att ämnen, både i markens gasfas och bundna till partiklar, kan fångas upp genom ett rör. För att förhindra att flyktiga ämnen sprids till atmosfären fångas de upp av adsorptionsfilter. Metoden fungerar bäst i sandiga jordar. (Naturvårdsverket, 1996)

Jordtvättning

Jordtvättning tillämpas på uppgrävda jordmassor *on-site* i mobila anläggningar eller *ex-situ* i fasta behandlingsanläggningar dit jorden transporteras. Jordtvättning består av flera behandlingssteg. Först siktas jorden från stenar, skrot med mera innan den förorenade jorden under skakning spolats med en tvättvätska för att frigöra ämnen bundna till jordpartiklarna. Tvättvätskan kan bestå av vatten med eller utan tillsats av syra, beroende på vilka föroreningar som är aktuella i jorden. Sand och grus räknas som rena efter dessa ”tvättsteg” medan mindre fraktioner som ler och silt måste genomgå vidare rening genom flotation. Föroreningarna som extraheras ur tvättvätskan betraktas som farligt avfall. Lösningsextraktion liknar till största del jordtvättning men istället för vatten används inom denna metod lösningsmedel för att extrahera ut föroreningarna. (Naturvårdsverket, 1996)

Jordtvättningen fungerar bäst på jordar som till största del består av sand och silt. Om jorden har ett högt lerinnehåll är risken stor att föroreningarna är så hårt adsorberade till lerpartiklarna att metoden ej är tillräckligt effektiv. Jordtvättning är möjlig vid sanering av metaller samt både halogenerade och icke-halogenerade flyktiga organiska ämnen. Även för andra ämnen som till exempel cyanider och olja har metoden visat sig fungera. Jordtvättning är dock inte en lämplig metod vid föroreningssituationer bestående av en blandning av tungmetaller och olika organiska ämnen. (Naturvårdsverket, 1996)

In situ soil flushing (Jordspolning)

För denna metod liksom för jordtvättning används en vätska med förmåga att laka ur föroreningar. Skillnaden är dock att jordspolning görs *in-situ*, det vill säga utan att jorden schaktas upp. Beroende på föroreningssituation används olika vätskor, exempelvis används syra för att genom pH-sänkning öka tungmetallers mobilitet. Jordspolning är en användbar metod för både organiska och oorganiska föroreningar, men dock inte samtidigt eftersom de behöver olika sorters tvättvätskor. För att metoden ska fungera krävs relativt homogena markförhållanden och ett litet inslag av mindre partiklar såsom ler och silt. (Naturvårdsverket, 1996)

Termisk avdrivning

Metoden är användbar på föroreningar som förångas vid uppvärmning och på så sätt kan drivas ur jorden och uppsamlas. Termisk avdrivning sker i syrefri miljö och vid lägre temperatur än förbränning vilket medför att föroreningarna varken förstörs eller oxideras. Det är därför viktigt att jorden inte innehåller för mycket kolväte eftersom det kan leda till att förbränningen blir för våldsamt. Metoden kan användas på uppschaktad jord både *on-site* i mobila reningsanläggningar och *ex-situ* i fasta reningsanläggningar. (Naturvårdsverket, 1996)

Elektrokinetik

Elektrokinetik innebär att ett elektroniskt spänningsfält skapas i jorden och gör det möjligt för olika joner att röra sig. Spänningsfältet skapas genom att katoder och anoder monteras i marken. Mot katoden vandrar då positivt laddade joner i marken, som exempelvis metalljoner, medan negativt laddade joner i form av kloridjoner m.m. rör sig mot anoden. Elektrokinetik är främst anpassad för att användas *in-situ* men kan även utföras på uppgrävda jordmassor. Metoden är mest lämplig för måttligt permeabla jordar i form av till exempel silt, torv och lerhaltiga jordar. (Naturvårdsverket, 1996)

Filtertechnik

Genom filter kan vattenburna föroreningar uppsamlas och koncentreras och därmed förhindras nå grund- eller ytvatten. Det är viktigt att omgivande jordar inte är för permeabla eftersom det då finns en risk att föroreningarna tar en annan väg förbi filtret. Filtren kan bestå av syntetiska, naturliga eller en blandning av både syntetiska och naturliga material. Som naturliga filter används till exempel jord eller aktiverat kol medan syntetiska filter vanligtvis är membran bestående av tunna plastfibrer. (Naturvårdsverket, 1996)

Fytosanering

För att marksanering med hjälp av växter ska vara möjlig krävs att den använda växten har ett högt metallupptag. Metallerna ska dessutom förflyttas inom växten från rot till skott och ackumuleras i skotten för att det ska vara möjligt att ”skörda föroreningarna”. Fytosanering har gjorts i försök med *Salix* och jord förorenad med kadmium, koppar och zink. (Greger et. al, 2001)

5.1.2 Destruktionsmetoder

Denna typ av metoder är tillämpbara på organiska föroreningar och innebär att föroreningarna genom fysisk, biologisk eller kemisk väg förstörs eller omvandlas. (Naturvårdsverket, 1996)

Förbränning

Vid upphettning av förorenad jord vid tillgång av syre sker förgasning, förbränning eller destruktion och de organiska föroreningarna omvandlas till slagg och aska, det vill säga oorganiska restprodukter. Förbränning är möjlig på alla typer av jordarter. En nackdel med metoden är att jorden efter förbränning blir steril och därmed inte kan användas för odling. En annan nackdel är att om förbränningen sker vid för låg temperatur på jord innehållande klorerade kolväten kan dioxiner bildas. (Naturvårdsverket, 1996)

Biologisk nedbrytning

Detta samlingsnamn innefattar flera olika metoder där organiska föroreningar genom mikrobiologisk väg omvandlas till mindre toxiska organiska föroreningar eller slutprodukterna koldioxid och vatten. Biologiska nedbrytningsmetoder brukar uppdelas som *in-situ* behandling och kompostering. *In-situ* behandlingen går ut på att man, genom tillsats av syre och näringsämnen, sätter fart på markens naturliga bakterieinnehåll utan uppgrävning.

Kompostering görs på uppgrävda jordmassor och den förorenade jorden blandas då med näringsämnen och eventuellt utfyllnadsmaterial i form av halm, bark eller träflis. (Naturvårdsverket, 1996)

Dehalogenering

Dehalogenering är användbar på uppgrävda jordmassor innehållande halogenerade organiska ämnen såsom PCB och dioxiner. Metoden går ut på att en kemisk reagent tillsätts jorden och genom reaktion ändrar den kemiska sammansättningen hos de halogenerade föroreningarna. För att metoden ska fungera får inte jorden innehålla för mycket vatten. (Naturvårdsverket, 1996)

Kemisk oxidation

Vid användandet av denna metod tillsätts ett oxidationsmedel i form av exempelvis ozon, luft eller väteperoxid till marken vilket medför att föroreningarna oxideras. Metoden kan användas vid sanering av organiska föroreningar samt cyanider och sulfider. (Naturvårdsverket, 1996)

5.1.3 Immobiliseringsmetoder

Denna typ av metoder förhindrar spridning av föroreningar (Naturvårdsverket, 1996).

In situ virtifiering (förglasning)

Vid användandet av denna metod värms och smälts jorden med hjälp av elektrisk energi med resultatet att en glas- eller kristallliknande massa bildas. Denna massa har mycket låg alternativt ingen lakningsbenägenhet. En nackdel med metoden är att den kräver mycket energi i och med att jorden måste uppvärmas till 1600-2000°C. Efter uppvärmning tar det dessutom ett år innan jorden svalnat till en temperatur mindre än 100°C. (Naturvårdsverket, 1996)

Stabilisering/Solidifiering

Stabilisering innebär att föroreningarna på fysisk och/eller kemisk väg binds och därmed får minskad mobilitet. Vid solidifiering får istället jorden minskad genomsläpplighet genom att omvandlas till en hård kropp. Både stabilisering och solidifiering uppnås genom att ett organiskt eller oorganiskt bindemedel blandas till jorden. Exempel på oorganiska bindemedel är cement, kalk och bentonit medan asfalt, aktivt kol och urea används som organiska. Metoderna fungerar bäst på sandiga jordar eftersom ett stort inslag av mindre partiklar och organiskt material kan innebära problem vid inblandning av bindemedlet. (Naturvårdsverket, 1996)

Inneslutning

Inneslutning är en metod där barriärer används som skydd mot syre och vatten. På så sätt förhindras föroreningar spridas genom vattentransport, utlakning och oxidation. Barriärerna kan vara både naturliga och syntetiska. Exempel på naturliga är lera, bentonit och bentonitblandad jord. Syntetiska barriärer går under namnet geomembran och är vanligen i plast eller gummi. (Naturvårdsverket, 1996)

5.2 SANERINGSMETODER FÖR SEDIMENT

Sediment består av olika beståndsdelar och har olika egenskaper beroende på vattenmiljön det bildas i. Som exempel tillförs sediment i rinnande vatten mer syre än sediment i en sjö och detta syre används bland annat av mikroorganismer. Tillgång av syre medför högre redoxpotential vilket är en viktig parameter i sediment eftersom den beskriver den aeroba

nedbrytningen. Mikroorganismer kan i sin tur bryta ned organiskt material och organiska föroreningar vilket medför att föroreningarna ej blir lika långvariga i denna typ av sediment jämfört med sjösediment. Bottnar i sjöar och vattendrag brukar delas in i tre olika typer; erosionsbottnar (E-bottnar) består till största del av grovt material som sten, grus, sand, ler eller silt medan transportbottnar (T-bottnar) består av varierande material. I ackumulationsbottnar (A-bottnar) uppsamlas fint material och dessa bottnar består främst av lera och lergyttja och halten organiskt material är hög. (Naturvårdsverket, 2003b)

Sanering av sediment kan göras både *in-situ* och *ex-situ*. *In-situ* metoder är ofta billigare eftersom de varken kräver upptag av sedimentet, transporter eller förbehandling men har dock andra begränsningar. Föroreningar är nämligen ofta ojämnt fördelade i sedimentet och sedimentet kan ha varierande fysikaliska egenskaper vilket kan medföra att det vara svårt att i förhand resultatet av en *in-situ* behandling. *In-situ* metoder kan dessutom påverka det omgivande vattnet genom spridning av föroreningar och värme och detta är ett problem eftersom syftet med saneringar är att förbättra miljön. Det är därför viktigt att ha god kunskap om sedimentets fysikaliska och kemiska egenskaper samt områdets hydrologi och geologi innan valet av saneringsmetod genomförs. (Naturvårdsverket, 2003b)

Sanering av sediment går ut på att ta bort, förstöra, reducera eller immobilisera föroreningarna. Vid val av metod bör långsiktiga och permanenta lösningar komma i första hand men när de förorenade massorna är så stora att detta skulle bli orimligt dyrt kan dock mer kortsiktiga lösningar bli aktuella. De *ex-situ* metoder som används för uppgrävda sedimentmassor är i stora drag samma som används för uppgrävda jordmassor. (Naturvårdsverket, 2003b)

Täckning

Metoden går ut på att det förorenade sedimentet täcks av rent material. Täckningen minskar föroreningsdiffusionen till vattnet samt hindrar bottenlevande djur att röra runt i sedimentet och på så sätt medföra spridning. Metoden är inte långsiktig eftersom det inte går att garantera ett fullständigt skydd i all evighet. Täckning kan utföras på ackumulationsbottnar och som täckningsmaterial används ofta muddermassor innehållande silt, siltig lera, siltig sand eller sand. Även betong och bentonit samt flygaska från kolkraftverk har använts som täckmaterial. Ibland läggs geotextiler eller täta membran ut på sedimentet innan täckning sker. (Naturvårdsverket, 2003b)

Det är viktigt att ha god kunskap både om sedimentets och täckningsmaterialets fysikaliska och kemiska egenskaper. Vid valet av täckmaterial är dessutom erosionens omfattning en viktig parameter eftersom det kan innebära stora transporter av material på botten. I områden med mycket fartygstrafik eller tidvattenströmmar är därför inte täckning en lämplig saneringsmetod. Täckning går dock att göra på annan plats om den ursprungliga platsen är olämplig genom att sedimentet muddras och därefter transporteras till en bättre plats för täckning. (Naturvårdsverket, 2003b)

Förbildning

Förbildning hindrar fortsatt spridning av föroreningar genom kringledning eller kulvertering av vattendraget men innebär dock att de förorenade sedimentet finns kvar. Vid kringledning leds vattnet via en kanal förbi det förorenade området. Vid kringledning i vattendrag med hög vattenhastighet finns risk för erosion men det kan åtgärdas med exempelvis makadam eller geotextilmattor på botten. Kulvertering innebär att ett förorenat område spärras av genom att dammar anläggs både uppströms och nedströms området och mellan dammarna byggs

kulvertar där vattnet får strömma. Metoden begränsas av att den inte kan göras i alltför strömmande vatten utan endast i bäckar och åar. (Naturvårdsverket, 2003b)

Invallning

Invallning begränsar transporten av föroreningar från ett förorenat område genom att hindra förflyttning av suspenderat material samt minska vattenutbytet mellan det invallade området och omgivande vatten. Invallning kan användas för sedimentmassor som redan avgränsas, genom exempelvis en strandlinje, eftersom det då redan finns en naturlig avgränsning mot vattnet. Olämpliga platser för invallning är utströmningsområden för grundvatten eller där ytvattendrag mynnar samt platser som utsätts för höga tryck från vågor och is. Innan invallning väljs som metod är det därför viktigt att kartlägga områdets hydrogeologiska förhållanden, det vill säga hur yt- och grundvatten rör sig. Eftersom ett invallat område räknas som en deponi är det dessutom viktigt att undersöka vilka krav på miljöskyddsåtgärder som finns för en deponi. (Naturvårdsverket, 2003b)

En vall ska vara dimensionerad och byggd för att kunna stå emot yttre påfrestningar såsom vågor, is och översvämning under en lång tidsperiod. Som byggnadsmaterial för permanenta invallningar används betong eller fyllningsinvallningar med packad jord- eller stenfyllning. Ibland förses vallen med en tätkärna för att öka hållbarheten eller tätskärm för att hindra erosion. I de flesta fall klarar dock en jordvall bestående av silt- eller sandmorän försedd med erosionsskydd och filter att uppfylla kravet på begränsat vattenutbyte och erosionsskydd. (Naturvårdsverket, 2003b)

Muddring

Muddring innebär att förorenade sedimentet förflyttas för att därefter genomgå vidare behandling. Sedimentet kan transporteras iväg för behandling med även läggas på annan lämpligare plats för täckning eller invallning i samma vattendrag. Muddring kan vara hydraulisk eller mekanisk. Mekanisk muddring innebär att sedimentet grävs upp, skärs eller skrapas ur medan sedimentet vid hydraulisk muddring suggs upp med eller utan att grävning eller skärning sker. Sedimentet som tas upp genom hydraulisk muddring är uppblandat med vatten och måste på något sätt avvattnas innan vidare behandling är möjlig. Partikelspridningen vid hydraulisk muddring är betydligt mindre jämfört med vid mekanisk muddring. Partiklarna kan dock vid den senare typen av muddring fångas in genom att barriärer sätts upp runt muddringsområdet. (Naturvårdsverket, 2003b)

Frysmuddring innebär att det förorenade sedimentet stabiliseras genom frysning *in-situ*. Frysningen sker genom att frysceller, exempelvis rör eller plattor, innehållande köldbärarvätska placeras i sedimentet. När sedimentet har frusit går det att lyfta utan att någon större partikelspridning sker och utan extra inblandning av vatten. (Rostmark, 2004)

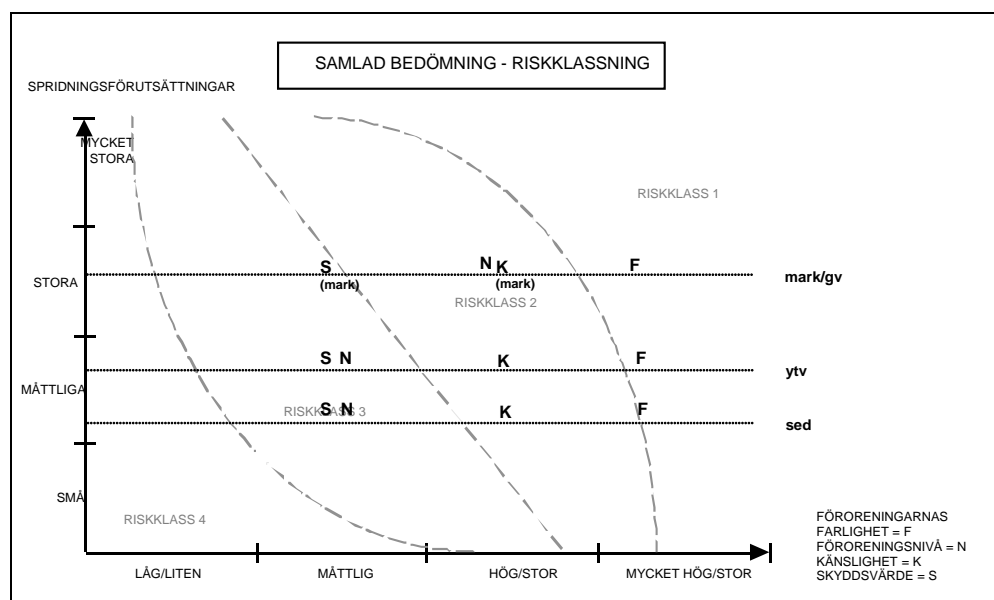
6. METODIK

Inventeringen är utförd enligt Naturvårdsverkets modell MIFO (Metodik för Inventering av Förorenade Områden). Arbetssättet har i stort sett varit en MIFO fas 1 inventering och bestått av;

- genomgång av Länsstyrelsen Dalarnas arkiv efter äldre handlingar såsom besöksrapporter, tillsyns- och tillståndsärenden för de i denna rapport aktuella företagen. Även allmänt material angående Mora kommun har studerats.

- genomgång av arkivet vid miljökontoret Mora-Orsa efter handlingar om industrier i Öna och Östnor.
- intervjuer med personer insatta i områdenas industrihistoria.
- genomgång av telefonkataloger från början av 1900-talet och framåt efter företag som varit verksamma i Öna och Östnor.
- sökning efter litteratur angående områdeshistorik, företagshistoria, industriprocesser, egenskaper hos eventuella föroreningar m.m.
- platsbesök på inventerade objekt. Vid de verksamma företagen gjordes besöken tillsammans med Annelie Corell, miljöinspektör vid Mora-Orsa miljökontor, medan de nedlagda objekten besöktes av författaren ensam.
- sedimentprovtagning i Norbäcken som utfördes tillsammans med Allumite Konsult AB.

Riskklassningarna av objekten är gjord enligt MIFO-modellen och finns samlade i MIFO-databasen hos Länsstyrelsen i Dalarnas län. Inom riskklassningen har riskbedömningar gjorts för mark, ytvatten och sediment och exempel på ett ifyllt riskklassningsdiagram visas i figuren nedan:



Figur 1. Riskklassningsdiagram för Bröderna Erikssons metallfabrik.

Riskklassningsdiagrammet är uppdelat i fyra fält som symboliserar riskklasserna 1, 2, 3 och 4, där riskklass 1 innebär mycket stor risk, riskklass 2 stor risk, riskklass 3 måttlig risk och riskklass 4 liten risk. Olika nivåer av spridningsförutsättningar utgör y-axelns skala medan föroreningarnas farlighet, föroreningsnivå, känslighet och skyddsvärde utgör x-axeln.

Vid ifyllande av diagram ritas först spridningsförutsättningarna ut som horisontella linjer för respektive medium. Skyddsvärdet (S), Känsligheten (K), Föroreningarnas farlighet (F) och Föroreningsnivå (N) skrivs ut på respektive mediums linje enligt x-axelns gradering. När diagrammet är ifyllt görs en sammanvägning av samtliga punkter för att ge objektet en riskklass. Om alla punkter återfinns inom samma riskklass är detta enkelt, men vanligtvis är punkterna utspridda över flera riskklasser. I diagrammet ovan för Bröderna Erikssons metallfabrik och hamnade punkterna i riskklasserna 1-3. Objektet bedömdes tillhöra riskklass 2, trots att flest punkter finns i riskklass 3, och anledningen till detta var föroreningarnas

mycket höga farlighet samt områdets höga känslighet. Det är viktigt att en sammanvägning av riskerna görs och motiveras för varje objekt.

Begränsningar

Denna inventering är inriktad mot företag inom metallindustribranschen och berörda branscher är ytbehandlingsindustri, gjuteri och verkstadsindustri.

Urval

Urvalet av objekt har gjorts baserat på tillgång av information, typ av verksamhet, verksamhetstid m.m. Objekten som i denna rapport endast är identifierade kommer eventuellt att undersökas vidare av anställda inventerare vid Länsstyrelsen i Dalarnas län.

7. RESULTAT OCH DISKUSSION

7.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Öna och Östnor är belägna cirka 1-3 km nordväst om Mora centrum.



Figur 2. Översiktsskarta över Mora med byarna Östnor och Öna.

Berggrunden består inom området av silurisk sandsten (Orsa sandsten) (Sveriges Geologiska Undersökning, 1990) och jordarten är grovmo, sand och grus (Sveriges Geologiska Undersökning, 2003).

Marken på bägge sidor av Österdalälven utgörs av sand och är ett av Sveriges största flygsandsfält. Idag är sanden bunden av vegetation men tidigare var delar av fältet genom brand öppet vilket medförde att sanden vid blåst hotade bebyggelse och odlingsområden (Lannerbro, 1953).

I området ligger Morafältet, ett sandområde som utbreder sig väster om Orsasjön och omkring Österdalälvens utlopp i Siljan. Morafältet är klassat som riksintresse för naturvården eftersom att det är ett av Sveriges största randsdeltan och omfattar Nordens största fossila dynfält. Inom sandområdet finns dessutom en unik flora och fauna av stor betydelse. (Länsstyrelsen, 2004a)

Texturen i markprofilen är likartad för hela Öna och Östnor. Översta marklagret består av sand och sträcker sig ned till ungefär 12 meters djup. Därunder följer ett några meter tjockt lerlager med ett visst innehåll av organiskt material. Det följande skiktet består av lerblandad pinnmo ned till cirka 20-30 meters djup och därunder följer en liten grusås innan berggrunden i form av sandsten tar vid. Vatten finns i marken på tre olika djup. Ovanpå lerlagret finns det "ytligt grundvatten" vilket är nederbördsvatten som infiltrerats och ansamlats på lerlagret. Detta vatten är på grund av höga halter järn och mangan inte tjänligt som dricksvatten men används av flera företag som kylvatten. De två övriga vattenansamlingar finns i grusåsen och i sandstenen. (Boström, pers. medd., 2003)

Vattnet i sandstenen är av mycket god kvalitet och vid Riset vattentäkt, på fastighet Östnor 347:1, beläget väster om Östnor görs ett vattenuttag på 1 500 000 m³ per år (Länsstyrelsen, 2001). Detta vatten försörjer Mora kommun med vatten. Vattentäkten har varit i bruk sedan 1949 och uttagen har flera gånger utökats (VBB, 1975 och Länsstyrelsen, 1977). Täckens skyddsområde sträcker sig inte till Östnor by (Länsstyrelsen, 1977).

Det finns flera tydliga meanderbågar, i form av ringformade bäckar, i Öna och Östnor (se figur 2 och 4). Meanderbågen väster om Östnor, det vill säga bäcken som idag heter Norbäcken, utgjordes tidigare av en sjö i form av en halvmåne. Olika delar av sjön bar namnen Fännsjön, Nördersjön och Västersjön. Det som tidigare var bröderna Ströms metallfabrik låg vid sjökanten och på mitten av 1800-talet låg där en båtbygga som kallades Fännstad. Jordbruksmarken norr om "Fännstad" var tidigare en myr med namn Grönloksmyren men den har dikats ur. Eftersom meandersjöarna (korvsjöarna) var "avsnörpta" bestod de av stillastående, orent vatten. Barnförlamning var förr vanligt förekommande i byar utmed sjöarna och Lannerbro (1953) drog därför slutsatsen att "dessa förorenade vattenansamlingar varit rika på barnförlamningsvirus". Vid storskiftetiden på mitten av 1800-talet ökade folkmängden i byarna och många myr- och sumpområden dikades därför ur. (Lannerbro, 1953)

7.2 OMRÅDETS FÖRETAGSUTVECKLING

Med anledning av den magra jorden i Östnor och Öna var det förr tvunget att kombinera jordbruk och boskapsskötsel med en binäring för att klara sig. Binäringen utgjordes ofta av någon typ av hantverk i trä eller metall exempelvis väggur, skåp, kistor mm (Romson, 1955). Det breda hantverksutövandet har varit kännetecknade för dessa byar under lång tid och flera stora uppfinningar har skapats här. Det finns dessutom spår på än tidigare metallbearbetning genom de stora mängder slagg som finns i området vilket tyder på tidig järnframställning (Romson, pers. medd., 2003).

Urmakeriet i Östnor hade sin storhetstid under 1840-1850 och 1856 fanns det 29 klockleverantörer i Östnor (Romson, 1955). Uren såldes inte enbart inom Sverige utan exporterades även till Norge och Finland. På grund av konkurrens från billiga ur från Amerika slutade storproduktionen av Mora ur omkring 1860-1865 även om vissa urmakare fortsatte med hantverket. Många av de arbetslösa urmakarna började arbeta vid Mora Mekaniska Fabriks AB som grundades 1865 av Anders Mattson (d.y) från Östnor (Langwe och Romson,

2001). Fabriken tillverkade Sveriges första symaskiner och totalt gjordes cirka 5500 symaskiner fram till 1877 då det gick i konkurs. Orsaken till konkursen var konkurrens av billiga symaskiner från Amerika samt stora transportproblem i och med att det vid denna tidpunkt inte fanns någon järnväg till Mora.

Symaskinsfabriken var den första industrin i Östnor men har under årens lopp följts av många fler. 1955 fanns 14 industriella företag i Östnor som tillsammans sysselsatte 431 personer. Sex av företagen var armatur- och metallfabriker varav två även hade tillverkning av knivar. Det fanns dessutom två företag som enbart var inriktade på knivar. De övriga fyra bestod av en mekanisk verkstad, ett väveri, en murbruksfabrik samt en lådfabrik. Vid denna tidpunkt bodde 600 personer i Östnor och av dessa arbetade 168 personer inom industri och hantverk. (Romson, 1955)

FM Mattsson och Mora Armatur

Samma år som Mora Mekaniska Fabriks AB grundades, det vill säga 1865, startade Frost Matts Mattson en verkstad i Östnor. Från början bestod tillverkningen främst av selkrokar, selbeslag, söljor och klockspel i mässing (Romson, 1955). 1876 göt Frost Matts sin första kran och detta var starten för armaturtillverkningen som än idag är företagets produktionsinriktning (Langwe och Romson, 2001). Snart blev det lilla gårdsgjuteriet för litet och 1879 uppfördes därför en ny tvåvånings timmerbyggnad och 1893 köptes en förnicklingsanordning som placerades på den övre våningen i verkstadshuset (Romson, 1955). 1896 flyttade verksamheten över vägen till Hästhagen där ett nytt gjuteri uppfördes och inom detta område är företaget beläget än dag. 1945-46 byggdes en ny fabrik i Hästhagen och delar av denna fabrik finns kvar än idag om än utbyggd. FM Mattson blev aktiebolag 1947 och 1950 hade företaget 138 anställda.

Frost Matts Mattsson dog 1914 och företaget övertogs då av sönerna Anders och Karl (Romson, 1955). 1926 utbröt en årslång strejk gällande kollektivavtal för arbetarna som ledde till att brodern Karl startade en egen fabrik på andra sidan vägen med namnet Mora Armaturfabrik AB (Karlsson, 1998). Mora Armaturfabrik hyrde de första åren in sig i Kånåssmedjan, det vill säga hos bröderna Jönssons knivfabrik, men 1930 uppfördes ett eget gjuteri på andra sidan vägen FM Mattsson. Mora Armaturfabrik moderniserades 1949 genom ett nytt gjuteri med oljeeldade ugnar, elugnar och råsandsformar vilket på den tiden var mycket modernt.

År 2003 gick FM Mattsson och Mora Armatur åter samman och bildade koncernen Ostnor AB (Mora kommun, 2003).

Frosts knivfabrik

Företaget grundades 1891 av Erik Frost och var från början en åkdonsfabrik men har sedan mitten av 1890-talet varit inriktat mot knivtillverkning (Brask, pers. medd., 2003). Från början omfattades knivsortimentet av knivar till snickare och hovslagare men i samband med andra världskriget fick exporten ett uppsving och produktionen kom då även att innefatta knivar för slaktare och fiskare (Langwe och Romson, 2001). I dag har Frosts knivfabrik ett sortiment på cirka 250 sorters knivar och företaget leds av ättlingar i fjärde led.

KJ Eriksson och AB Moraindustri

Vid Frosts knivfabrik jobbade under en period Krång Johan Eriksson (KJ Eriksson). 1912 startade han tillsammans med Frost Anders Mattsson (Lok-Anders) en knivfabrik med namnet "Eriksson & Mattsson". Verksamheten var belägen på fastigheten Östnor 125. 1918 sålde

Lok-Anders sin andel (grundade sedan det som idag heter Finnveden) och KJ Eriksson blev ensam ägare av företaget. Genom ett kontrakt som upprättades 1927 med Anders Ström, uppfinnare av skidbindning, kunde KJ söka patent på bindningen och tillverka den. Försäljningen av skidbindningen blev stor under vintrarna på 1930-talet men efter ungefär 10 år lades dock tillverkningen ned på grund av hård konkurrens från bland annat råttfella-bindningen. I mitten av 1930-talet utökades produktion till att även innefatta saxar och saxtillverkningen pågick fram till 1968 och under denna tid hette företaget ”K.J. Erikssons Sax- och knivfabrik”. (KJ Eriksson 1912-1992, 1991)

1935 bildade KJ Eriksson tillsammans med bröderna Ström AB Moraindustri för tillverkning av sanitetsarmatur. 1939 avyttrade bröderna Ström sin del av företaget och startade en egen metallfabrik i Tåmåsbyn (se nedan). AB Moraindustri verksamhet var belägen i nybyggda lokaler i Bjäkenbacken och 1948 flyttade även knivfabriken dit. 1961 köpte KJ Eriksson AB Carl Anderssons Åkdonsfabrik, ett företag tillverkande knivar och isborrar, och på så sätt fick KJ även isborrar som produkt. 1967 byggdes helt nya lokaler på Bjäkenbacken för KJ Eriksson och Moraindustri och något år senare flyttade även AB Carl Anderssons personal och maskiner dit. 1980 slogs KJ Eriksson och AB Moraindustri samman till ett företag med namnet KJ Eriksson AB. (KJ Eriksson 1912-1992, 1991)

Finnveden

1921 registrerade Lok Anders Matson (som tidigare tillsammans med KJ Eriksson tillverkat knivar) ett eget företag. 1930 byggdes en fabrik på området där företaget än idag är verksamt och 1950 bestod tillverkningen av bland annat änglaspel, adventsljusstakar i mässing och skobeslag för armén. Lok-Anders mest kända konstruktioner var dock maskiner för kapning och klyvning av ved. 1956 övertogs företaget av sonen Gunnar Matsson-Frost och namnet blev då G. Matsson Frost, förkortat GM:son Frost eller GMF, och företaget inriktades mot legoarbete till fordonsindustrin. (Langwe och Romson, 2001) År 1999 såldes GMF till Finnvedenkoncernen.

Bröderna Erikssons metallfabrik

Detta företag grundades 1946 av sex bröder och tillverkningen bestod av sanitetsarmatur för badrum, blandare för diskho, tvättställ, badkar och toalettstolar (Langwe och Romson, 2001). Denna verksamhet är idag nedlagd och en person arbetar inom fastigheten med att utföra slipningsarbeten åt FM Mattsson (Eriksson, pers. medd., 2003).

Bröderna Ströms metallfabrik

Efter att bröderna Ström avyttrat sin del i AB Moraindustri startade de 1940 ett eget företag med tillverkning av sanitetsarmatur inkluderande ytbehandlingsprocesser (Bröderna Ströms metallfabrik, I). I slutet av 1970-talet lades verksamheten ned och verksamheten på fastigheten består idag av en redovisningsbyrå samt ett företag som arbetar med automationslösningar och robotteknik.

Morells metallgjuteri

Erik Morell grundade företaget 1921 och produktionen bestod då främst av hästklockor. 1932 tog sonen Erik Morell över företaget och tillverkningen utvidgades till att förutom hästklockor även innefatta beslag till fartygsinredningar. 1945 utvidgades produktionen ytterligare med tillverkning av ljusstakar, prydnadsaker, skepps- och vällingklockor och än i dag består produktionen av dessa varor. Klockorna gjuts i en legering bestående av 85 % koppar och 15 % tenn, även kallat klockbrons. Till övriga produkter används den billigare ”rödmetallen”, en

blandning av zink, bly, koppar och tenn. Förutom denna tillverkning har företaget även legotillverkning i brons, mässing och aluminium. (Langwe och Romson, 2001)

Jönssons knivfabrik

Företag grundades av Katrin Jöns Persson (Minnen från by, fäbod och skola, 1989) omkring 1870 (Jönsson, pers. medd., 2003). Från början bestod verksamheten av gjutning av klockor och seldon men omkring 1930-talet påbörjades även tillverkning av knivar (Jönsson, pers. medd., 2003). Idag är produktionen inriktad mot knivar och antalet anställda är två personer. Som mest har det dock arbetat 10-12 personer inom företaget.

Mattsons Metall

Företaget grundades 1945 under namnet Aktiebolaget Mora Kranar Armaturfabrik och tillverkningen var inriktad mot sanitetsarmatur. 1954 började företaget tillverka varmpressade detaljer både till den egna produktionen och till andra industrier. På slutet av 1960-talet arbetade 20-25 personer inom företaget. (Mora Kranar II) 1960-65 slutade företaget med gjutning och 1984 med förkromning och förnickling medan betning av koppar och mässing samt avfettning fortsatte till 2000 (Olsson, pers. medd., 2003).

Mora Metall

Ivar Lindgren grundade detta företag omkring 1941 (Lindgren, pers. medd., 2004) och tillverkningen var inriktad mot sanitetsarmatur inkluderande ytbehandling (förkromning och förnickling), gjuteri, svarvning och torrblästring (Mora Metall III). Företaget var verksamt till omkring 1990 (Lindgren, pers. medd., 2004) och idag finns bland annat ett snickeri, cykelhandlare och glasmästeri på fastigheten (Svensson, pers. medd., 2003).

Identifierade företag

Förutom de ovan beskrivna företagen har ytterligare tio identifierats och dessa är Lefab metallgjuteri, Mora Hårdkrom, Bofors Hårdverkstad, Ellco, Gunnar Eriksson, Malte Matson, Mora gjuteri, MCM, Mora mekanik och Mora Form- och Pressverktyg. Företagen har endast identifierats beroende på att för lite befintlig information har funnits om dem, de varit verksamma under en kort tid eller att branscherna inte prioriterats inom detta inventeringsarbete.



Figur 3. Karta över Öna med riskklassade industrier.



Figur 4. Karta över Östnor med riskklassade industrier.

7.3 INDUSTRIPROCESSER OCH DERAS MILJÖPÅVERKAN

7.3.1 Gjutning

Gjuteriprocessen innebär att metall smälts, hålls i gjutformar och får stelna. Önskade gjutrester avlägsnas därefter genom olika metoder och den färdiga produkten är sedan färdig för att exempelvis genomgå någon form av ytbehandling. Beroende på gjutgodsets användningsområde används olika metaller och legeringar. För armaturmässing användes enligt Bergman (1943) en legering bestående av 58-60 % koppar, 37-40 % zink och 2-3 % bly.

Gjutformarna består ofta av två halvor och framställs genom att sand eller metall pressas kring en modell av önskad form. Formarna kan vara av engångs- eller flergångstyp. Flergångsformarna är i stål och engångsformarna är gjorda i sand blandad med lera och sot (Bergman, 1943 och Naturvårdsverket, 1991). Om gjutgodset ska vara ihåligt förses formen med en kärna. Även kärnan består av sand men eftersom den omges av smält metall och därmed kräver högre hållfasthet tillsätts bindemedel till kärnan. Som bindemedel användes förr bland annat mjöl, harts, dextrin, linolja eller melass (Bergman, 1943). Idag används istället vattenglas och koldioxid eller resol och metylformiat m.m. (Nayström, pers. medd., 2004).

För att förbättra sandens ytstruktur och få gjutgodset att lättare släppa ytbehandlas sandkärnorna och insidan av sandformarna. Tidigare användes ofta, enligt Bergman (1943), grafit, träkolssot, mjöl, talk eller nikt. Nikt är sporpulver från lummerarterna (Naturhistoriska riskmuseet, 2000). Inom dagens gjuteriteknik används vatten- och spritbaserade blacker (Naturvårdsverket, 1991).

Den smälta metallen hålls i gjutformarna genom öppningar som kallas ingöt (Bergman, 1943) eller ingjutsystem (Naturvårdsverket, 1991). När metallen har stelnat tas godset ur formen och vid sandgjutning sker detta genom att sandformen slås sönder på skakbord (Naturvårdsverket, 1991). Därefter krossas, kyls och siktas sanden för att återanvändas till nya formar. Det gjutna godset rensas från oönskade gjutrester ("skägg") genom bland annat kapning, blästring, slipning, trumling, mejsling och gradpressning (Naturvårdsverket, 1991).

Gjuteriers miljöpåverkan

Gjuterier åstadkommer relativt små utsläpp av processvatten och det är istället luftutsläppen som är de allvarligaste miljöproblemen. Röken från gjuterier innehåller höga halter stoft, kolmonoxid och luktande ämnen. Om metallen som används är förorenad med PVC, klorhaltig färg eller klorhaltig skärolja kan ämnen som dioxiner och andra persistenta klorerade ämnen bildas och avges i samband med smältning. Nu för tiden åtgärdas luftutsläppen med olika sorters luftfilter men förr var stoftnedfall ett stort problem runt många gjuterier. (Naturvårdsverket, 1991)

I den mån processvatten förekommer består det av kylvatten eller oljeförorenat vatten. Avfall från gjuterier utgörs främst av avfallsand. Denna sand kan innehålla fenol vilket innebär att sanden måste deponeras rätt för att undvika utlakning. Lakvatten från deponier kan innehålla metaller, olja och fenoler. (Naturvårdsverket, 1991)

7.3.2 Bearbetning av ytan

I Sverige har olika processer inom ytbehandling utförts sedan mitten av 1800-talet men ytbehandlingen har en betydligt längre historik och föremål som tyder på att ytbehandling

utfördes före vår tideräkning har hittats i närheten av Bagdad (Persson och Sandberg, 1994). Ytbehandling av metaller utförs i syfte att få en yta som skyddar mot, eller i alla fall fördröjer korrosionsprocessen (Persson och Sandberg, 1994) eller är dekorativ (Naturvårdsverket, 1995). Ytbehandling inkluderar flera delmoment som brukar indelas som elektrolytiska, kemiska, termiska, mekaniska och fysikaliska. Innan godset beläggs med önskad metallbeläggning sker förbehandling av godset för att ytan ska bli ren från oxid och oönskade gjutrester. Avslutningsvis torkas godset. Nedan följer en kort beskrivning av ett antal delmoment.

Slipning och polering

Syftet med slipning och polering är att få en fin och homogen yta och nu för tiden utförs detta främst genom maskinell bearbetning (Mehlqvist, 1994). Förr utfördes slipning för hand med hjälp av olika redskap som skurstenar, sandpapper och smärgelduk (Bergman, 1939). Enligt Larsson (1950) var smärgel filt- eller träskivor med en blandning av talg, paraffin eller bivax och trippel som roterades. För polering användes, enligt samma författare, skivor av linne tillsammans med ett glansmedel bestående av talg, bivax och osläckt kalk (wienerkalk). Vid Frost knivfabrik användes förr slipskivor i bomull med så kallat pärllim, gjort på animaliskt fett (Brask, pers. medd., 2003).

Kratsning och blästring

Vid kratsning används roterande borstar eller skivor med utstående stål- eller mässingstrådar (Mehlqvist, 1994). Beroende på vilket resultat som önskas används trådar med olika diameter och hårdhet. Blästring innebär att sand eller småpartiklar sprutas mot godsytan och medför ett slitage eller en ”hamringseffekt” och därmed avlägsnar oönskat ”skägg” från gjutningen (Sandberg, 1994a och Bergman, 1939).

Trumling

Förr utfördes trumling inom gjuteribranschen genom att gjutprodukter lades i ”roterande skurtunnor” tillsammans med putsmedel bestående av bland annat småsten (Bergman, 1939), grov sand, pimpsten eller smärgel (Larsson, 1950). Tunnorna var i vitbok, järnplåt eller gjutjärn, men trätunnor föredrogs vanligtvis av den enkla orsaken att de orsakade mindre buller (Larsson, 1950). Vid tiden för andra världskriget började förbättrat putsmedel och kemiska tillsatser som gav ett bättre skydd mot korrosion användas, och trumlingstekniken blev därmed mer effektiv (Sandberg, 1994b). Idag har trumling i stort sätt ersatt övriga mekaniska bearbetningsmetoder i och med att trumlingsprocessen ensam ger lika bra resultat som övriga tillsammans.

Avfettning och rengöring

Avfettning kan antingen vara vatten- eller lösningsmedelsbaserad. Tidigare var det vanligt med halogenerade lösningsmedel såsom trikloretylen, 1,1,1-trikloretan, perkloretylen och metylenklorid (Hansson, 1994). Sedan 1995 har dock användningen och överlåtelsen av trikloretylen reglerats på grund av dess miljöfarlighet (Kemikalieinspektionen, 2000 och Moritz, 1994) och detta har medfört att den vattenbaserade avfettningen ökat i omfattning (Moritz, 1994). Vid slutet av 1800-talet användes bensin som avfettningsmedel (Persson och Sandberg, 1994) och enligt Bergman (1939) användes bensin, men även bensol och eter, fortfarande vid 1930/1940-talet som reningsmedel när godset skulle renas från mindre fettmängder. Även enligt Larsson (1950) användes bensin för att få bort fett från godset och godset lades därefter i bad med kokande lut.

Avfettning kan även utföras elektrolytiskt och förr var det vanligt att denna typ av avfettning utfördes med cyanidbaserade bad. Dessa bad brukade då bestå av en blandning med kaliumcyanid och pottaska (Bergman, 1939). Vid FM Mattsson användes lutavfettningbad innehållande natriumcyanid (FM Mattsson I). För att ”avgifta” cyaniden användes natriumhypoklorit (Bröderna Erikssons metallfabrik I och Bröderna Ströms metallfabrik II) vilket medför att cyaniden oxiderar (Clarín, 1988).

Betning och dekapering

Vid betning och dekapering avlägsnas oxidtytor genom att godset sänks ned i syra och skillnaden mellan metoderna är att dekapering sker i svagare syror än betning (Sandberg och Wallin, 1994). Eftersom betning inte fungerar på kraftigt oxiderade ytor är det viktigt att godset har genomgått förbehandling såsom avfettning, trumling eller blästring innan betning.

I Sverige användes förr både svavelsyra och salpetersyra vid betning (Bergman, 1939). I dag är svavelsyra det vanligaste inom betning i Europa medan svavelsyra är vanlig i USA (Sandberg och Wallin, 1994). En äldre benämning av betning är betsning (Sandberg och Wallin, 1994) och vid betning av koppar och kopparlegeringar användes så kallade ”brännor”. Brännor bestod av olika blandningar innehållande svavelsyra, salpetersyra och saltsyra (Larsson, 1950). Arbete med syror är hälsovådligt eftersom kraftig utveckling av giftiga och andra vådliga gaser bildas (Sandberg och Wallin, 1994).

7.3.3 Ytbehandling

Flera av företagen i denna rapport har utfört ytbehandling i form av förkoppling, förnickling och förkromning. Dessa ytbehandlingsmetoder är samtliga galvaniska vilket innebär att de utförs på elektrolytisk väg. Vid elektrolytisk ytbehandling fungerar föremålet som ska ytbehandlas som katod medan anoden är i samma metall som ytbehandlingsbadet. När föremålet (katoden) sänks ned i badet (anoden) uppstår elektrisk ström vilket medför att metallen i ytbehandlingsbadet fälls ut på föremålets yta. Även om beläggningen innebär en metallförlust från badet hålls metallhalten i badet konstant genom att samma mängd metall som fastläggs på föremålet samtidigt avges från anoden. (Bergman, 1939)

Förkoppling

Vissa metaller är svåra att ytbehandla, det vill säga belägga med en annan metall (Larsson, 1950). Genom att i kopparbad först täcka dessa metaller med ett lager av koppar kan dock ytbehandlingen underlättas. Kopparbad var på 1950-talet antingen cyankaliska, det vill säga innehöll kaliumcyanid (cyankalium) och soda (alkaliskt), eller var så kallade koppargalvanoplastikbad innehållande svavelsyra. Av dessa två var dock de cyankaliska baden vanligast. Detta var också den typ av kopparbad som användes vid Bröderna Erikssons metallfabrik (Bröderna Erikssons metallfabrik I).

Förnickling

Förnickling innebär ett skydd mot korrosion samtidigt som det ger en dekorativ yta och det är vanligt att det åtföljs av beläggning av krom, silver eller guld (Naturvårdsverket, 1985). Enligt Larsson (1950) användes både valsade och gjutna anoder av nickel i nickelbadet och förutom nickelsalt innehöll baden även ledningssalter såsom borsyra, salmiak, natriumsulfat och ammoniumsulfat. Nickelkoncentrationen i baden brukar vara omkring 75 g/l och en klassisk sammansättning av nickelbad består av sulfat, klorid och borsyra och brukar kallas ”Watts lösning” (Naturvårdsverket, 1985).

Förkromning

Krombad består av en blandning av kromsyra och svavelsyra med en koncentration av 150-400 g kromsyra/l och förkromning utförs för att uppnå två olika resultat (Naturvårdsverket, 1985). För dekorationsändamål beläggs ytor som redan ytbehandlats med en annan metall (ofta nickel) med ett tunt kromlager. Förkromning kan även ske för att ge föremål en hård och slitstark yta och i dessa fall läggs ett tjockt kromlager på en yta som tidigare inte är ytbehandlad. I krombaden användes förr sexvärt krom och för att reducera det sexvärda kromet till trevärt användes natriumbisulfid (Mora Metall VI och Bröderna Ströms metallfabrik II).

Ytbehandlingsindustrins miljöpåverkan

Avloppsvattnet från en ytbehandlingsanläggning består av sura och alkaliska bad samt sköljvatten innehållande olika ämnen såsom exempelvis klorid. Andra avfall som uppkommer är slam från slipning och metallhydroxidslam från ytbehandlingsbaden. (Naturvårdsverket, 1985) Om dessa avfall släpps ut i miljön utan att genomgå någon form av rening kan detta innebära förändring av naturens pH. Vid utsläpp av orenade ytbehandlingsbad kommer metaller ut i miljön och även om utsläppen skedde för många år sedan finns dessa metaller i många fall kvar.

Vid tömning av alkaliska ytbehandlingsbad innehållande KCN eller NaCN på marken kommer cyanid i kontakt med lägre pH. Sänkt pH-värde kan eventuellt medföra att cyanid protoneras och avges i gasform som HCN vilket medför stor risk för inandning av cyanid på platser där cyanid nyligen tillförts marken. I takt med att tiden går sedan cyaniden infiltrerats minskar risken för inandning eftersom den fria cyaniden då antagligen genom läckage, nedbrytning och gasavgivelse har lämnat det översta marklagret. I grundvattnet finns många olika mikroorganismer med förmåga att bryta ned cyanid och den fria cyaniden som ej avgått i gasform och istället läckt ned till grundvattnet har därmed antagligen försvunnit. (Kjeldsen, 1999)

Idag sker omfattande rening av processavloppsvattnet från ytbehandlingsindustrierna. Så var dock inte fallet förr i tiden även om det redan under första delen av 1900-talet fanns kännedom om olika reningstekniker för avloppsvattnet från ytbehandlingsindustrier (Persson och Sandberg, 1994). Reningsteknikerna kostade dock pengar och eftersom det inte var förbjudet att släppa ut orenat avloppsvatten var det troligen många företag som inte hade någon rening alls. 1956 i samband med ändringar av den då gällande vattenlagen utpekades ytbehandlingsbad och koncentrerat sköljvatten från dessa bad på grund av deras miljöfarlighet (Naturvårdsverket, 1985). I miljöskyddslagen (1969) behandlar 7 § ytbehandling och det stod där att "...ytbehandlingsbad i metallindustri eller koncentrerat sköljvatten från sådant bad..." inte får "...utsläppas i vattendrag, sjö eller annat vattenområde om det ej är uppenbart att det kan ske utan olägenhet...".

En tidig form av reningsteknik var sparsköljning efter processbaden. En anledning till att detta gjordes var att spara metall eftersom ungefär 80 % av det överflödiga processvattnet, innehållande metall, samlas upp i det första sparsköljbadet. De metallinnehållande sparsköljbaden återfördes sedan till ytbehandlingsbadet. (Naturvårdsverket, 1985)

Organisationen PARCOM (Pariskommisionen) består av flera europeiska länder, inklusive Sverige, och har som mål att förhindra nedsmutsning av Nordatlanten. 1992 införde organisationen en gemensam rekommendation för att minska utsläppen från ytbehandlingsindustrin. Rekommendationen innebar vattenbesparing, minimering av metall-

och kemikaliehalter i avloppsvattnet samt återvinning och avfallsminimering. För Sverige innebar denna rekommendation att vissa av de redan befintliga villkoren inom industrin skärptes. (Statens Naturvårdsverk, 1993)

7.4 AKTUELLA FÖRORENINGAR

Koppar

Koppar finns främst i marken som jonen Cu^{2+} . Koppar binds starkt till mineraloxider och humus och har därför mycket låg rörlighet i marken vilket medför att större delen av markens koppar är koncentrerad till markytan. Bindningsstyrkan ökar med ökat pH men i basiska jordar kan kopparkomplex med hydroxid och karbonater bildas vilket kan öka koppars mobilitet något. Koppar kan även bilda olösliga utfällningar med svavel som CuS . Vid mycket höga koncentrationer i marken kan koppar vid pH över 6 fällas ut som exempelvis CuCO_3 . Brist av koppar kan uppstå i jordar med hög andel organiskt material, kalkrika jordar eller vid grov textur. (McBride, 1994) Koppar transporteras i marken i huvudsak som löst organiska komplex.

Förekomsten av koppar i Öna och Östnor kan tänkas vara ansluten till de olika vattendragen där det tidigare har släppts ut orenat avloppsvatten men även koncentrerad kring själva industrifastigheterna. Marken i Öna och Östnor består främst av sand och i flesta fall ett humuslager överst. Eftersom humus binder koppar mycket starkt finns troligen den största delen av koppar bundet till översta marklagret.

Krom

Krom återfinns i jorden som Cr^{3+} samt som sexvärd, kromat CrO_4^{2-} . Formen Cr^{3+} är oftast vanligast och har låg rörlighet genom att även vid lågt pH bilda starka komplex med organiskt material och ytkomplex till mineraler. Cr^{3+} har även förmåga att byta plats med Fe^{3+} i mineraler vilket ytterligare sänker dess rörlighet. Vid högt pH kan den även fällas ut som $\text{Cr}(\text{OH})_3$ vilket är mycket olösligt. På grund av Cr^{3+} låga rörlighet i jordar är den relativt oåtkomlig för växtupptag. CrO_4^{2-} är en mycket giftig form av krom och Cr^{3+} kan vid högre pH oxideras till denna form. CrO_4^{2-} adsorberas inte lika starkt som Cr^{3+} vilket medför att dess mobilitet och biotillgänglighet är högre. Marken har dock en förmåga att vid lågt pH och tillgång av organiskt material spontant reducera CrO_4^{2-} till Cr^{3+} och på så sätt "avgifta" krom. (McBride, 1994) Även Cr transporteras i marken i huvudsak som lösta organiska komplex.

Förekomsten av krom i Öna och Östnor följer troligtvis samma mönster som koppar. Inom ytbehandlingsindustrin användes sexvärt krom men det avgiftades med hjälp av natriumbisulfid till trevärt. Det är dock möjligt att även sexvärt krom har släppts ut i naturen och detta kan eventuellt ha omvandlats till trevärt på naturlig väg.

Nickel

Nickel finns endast som Ni^{2+} i markmiljöer. Nickel binds både genom elektrostatiske bindningar och ytkomplex i marken. Vid pH över 6 sker bindningen genom ytkomplex i marken främst till organiskt material medan den vid lägre pH är mer utbytbar genom elektrostatiske bindningar. Bindningen ökar med ökat pH vilket innebär att nickels mobilitet minskar med ökat pH. Lösligheten av nickel rankas som medium i sura jordar och låg i neutrala till basiska jordar. I reducerad miljö inkorporeras nickel med sulfider vilket medför mycket låg löslighet. Nickel har hög växtgiftighet, många gånger giftigare än koppar. (McBride, 1994)

Genom dess höga mobilitet kan den nickel som släppts ut i Öna och Östnor ha rört sig och återfinnas på andra platser än där det släpptes ut. I syrefri miljö kan dock utfällningar med svavel ha bildats som på grund av mycket låg mobilitet kan finnas kvar.

Zink

Zn^{2+} är den enda möjligt förekommande formen av zink i marken. I sur, aerob miljö räknas Zn^{2+} som en av de mest lösliga och mobila metallkationerna eftersom den inte bildar starka komplex med organiskt material vid lågt pH utan endast är utbytbar bundet till mineraler och organiskt material. Vid högre pH minskar lösligheten genom att ytcomplexbildning till mineraler och organiskt material ökar. I neutrala jordar är lösligheten av Zn låg. I basiska jordar kan zink vara ett bristämne vilket beror på den låga rörligheten och därmed den låga biotillgängligheten. I anaerob miljö kan olösliga komplex med svavel bildas som ZnS vilket har mycket låg rörlighet. (McBride, 1994)

Utbredningen av zink i området följer troligtvis samma mönster som övriga metaller. Zink kan finnas bundet i humuslagret och har antagligen genom sin höga mobilitet förflyttats till andra platser än där det släpptes ut. Såsom för nickel kan olösliga komplex med svavel ha bildats i syrefri miljö.

Cyanid

I mark och grundvatten finns cyanid främst som HCN (cyanväte), enkla cyanider t.ex. KCN eller NaCN samt i järnkomplexen ferrocyanide $Fe(II)(CN)_6^{3-}$ och ferricyanide $Fe(III)(CN)_6^{4-}$ (Alesii och Fuller, 1976 citerad i Kjeldsen, 1999). Cyanid finns även bundet till organiskt material i form av R-CN och thiocyanater innehåller cyanid i form av (-SCN) grupp (Kjeldsen, 1999). I mark och grundvatten kan cyanid genomgå flera olika processer som utfällning, fastläggning i komplex eller nedbrytning och detta medför att dess beteende och rörlighet i marken inte enkelt kan förklaras (Kjeldsen, 1999). Eftersom cyanid antingen finns som oladdade eller negativt laddade föreningar är bindningen till markpartiklar begränsad genom att även de flesta markpartiklar har en negativ laddning. Viss bindning kan dock ske vid lågt pH när oxider i marken är positivt laddade. Vid fullständig aerob nedbrytning av fri cyanid bildas CO_2 och NH_4^+ och vid nedbrytning av thiocyanater (-SCN) bildas dessutom SO_3^{2-} (Kjeldsen, 1999).

Med anledning av att cyanid kan bete sig på olika sätt i marken är det svårt att förutspå var den cyanid som släppts ut i området har tagit vägen. Eventuellt kan det genom olika processer ha brutits ned och på så sätt försvunnit från marken men det kan lika gärna finnas kvar, exempelvis fastlagt i komplex.

Triklöretylen

Triklöretylen har flera namn såsom TRI, triklöreten, etylenklorid och vinyltriklorid och är en färglös, klar vätska med söt doft (Kemikalieinspektionen, 2000). Vid utsläpp av triklöretylen avgår den största delen (80-95%) av ämnet till atmosfären men kan även återfinnas i yt- och grundvatten (Rosqvist, 2003). I luft oxiderar triklöretylen till dikloracetylklorid som i sin tur omvandlas till saltsyra, fosgen ($COCl_2$) och kolmonoxid i närvaro av vatten (Kemikalieinspektionen, 2000).

Triklöretylen kan brytas ned både i aerob och anaerob miljö och som produkt efter nedbrytningen bildas bland annat vinylklorid och dikloreten (Burman och Carlsson, 2000). Eftersom klorerade lösningsmedel har högre densitet än vatten sjunker det som fri fas genom grundvattenzonen och samlas upp av ogenomträngbara ytor såsom berggrund eller lerlager.

Om detta lager lutar kan det innebära att trikloretylen och andra klorerade lösningsmedel kan transporteras lång väg och därmed spridas till ett större område än själva utsläppsplatsen.

Även om det är troligt att den största delen av trikloretylen som använts i Öna och Östnor har evaporerats till atmosfären finns det risk för att det kan ha spridits till ytvatten och grundvattnet. Trikloretylens nedbrytbarhet varierar med olika faktorer i miljön och är därför svår att förutspå. Ämnets eventuella utbredning i marken genom exempelvis lutning av ogenomträngbara ytor skapar likaså frågetecken.

7.5 TIDIGARE PROVTAGNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR

7.5.1 Besök av Länsstyrelsen och Statens Naturvårdsverk, 1968

Den 29 maj 1968 besökte byrådirektör Tore Jansson från Länsstyrelsen och byråingenjör Anders Halldin från Statens Naturvårdsverk sju företag som utövade ytbehandling i Öna och Östnor. De berörda företagen var Bröderna Erikssons metallfabrik, Bröderna Ströms metallfabrik, FM Mattsson, Mora Armaturfabrik, Mora Industri AB (del av KJ Eriksson), Mora Kranar (nuvarande Mattsson Metal AB) och Mora Metall.

Bakgrund till besöken var Länsstyrelsens inventering av ur ”vattenföroreningssynpunkt betydelsefulla industrier” (Länsstyrelsen, 1968). Genom inventeringen begärde Länsstyrelsen in författningens anmälan från länets ytbehandlingsindustrier samt information om badtyper, kemikalieförbrukning och reningsåtgärder för avloppsvattnet. Varje platsbesök resulterade i en besöksrapport i vilken Tore Jansson beskrev verksamhetens omfattning, kemikalieförbrukning samt hantering av avloppsvatten. Vid platsbesöken togs dessutom vattenprover i anslutning till företagens avloppsvatten och provresultaten visas i tabell 3.

Bröderna Erikssons metallfabrik

Ytbehandlingsanläggningen beskrevs vara av liten omfattning och bestod av förkromningsbad, förnicklingsbad samt förkoppringsbad. I förkoppringsbadet användes cyanid, vilket avgiftades genom doppning i hypokloritlösning. Avloppsvattnet gick via ett dike ned till en bäck. I avloppsdiket fanns avlagringar av krom- och nickelsalter. (Bröderna Erikssons metallfabrik I) Vattenprov togs i diket och analysresultatet (Bröderna Erikssons metallfabrik II) visas i tabell 3. Vid besöket var anläggningen ur drift men trots det var det enligt Tore Jansson ”höga halter av cyanid och metaller” (Bröderna Erikssons metallfabrik II). Tore Janssons slutsats var att vattenföroreningen härstammade från lagrat metallslam och att diket måste rensas enligt hälsovårdsnämndens bestämmelser.

Bröderna Ströms metallfabrik

Verksamheten bestod vid tiden för besöket av förkromning och förnickling av armaturer och kranar samt mekanisk verkstad (Bröderna Ströms metallfabrik I). Enligt en skrivelse från företaget tidigare samma år (Bröderna Ströms metallfabrik II) bestod förnicklingsprocessen av fem olika bad; varmlut, cyanid (avfettning), natriumhypoklorid, dekapering och nickelbad. Efter cyanidbadet var det ett återvinningskar med sköljvatten som godset doppades i. Efter övriga baden sköljdes godset i rinnande vatten. I förkromningsprocessen var det två bad, ett med krom och ett med natriumbisulfit. Efter krombadet var det sparsköljning och efter natriumbisulfiten sköljdes godset i rinnande sköljvatten.

Förbrukade avfettningsbad avgiftades med natriumhypoklorid innan de tömdes i sankmarken på andra sidan vägen (Bröderna Ströms metallfabrik I). I sankmarken hälldes även sköljvattnet och där fanns dessutom en soptipp där karbidslam tippades. Vattenprover togs där

avloppsvattnet infiltrerades i sankmarken och resultaten (Bröderna Ströms metallfabrik III) finns i tabell 3. Tore Jansson beskrev avloppsvattnet vid provtagningen vara av ”godtagbar beskaffenhet” (Bröderna Ströms metallfabrik III).

FM Mattsson

Företaget var enligt Tore Jansson en armaturfabrik med gjuteri, mekanisk verkstad, betning samt ytbehandlingsanläggning med förnickling och förkromning (FM Mattsson I). Antalet anställda var 250 personer och den dagliga vattenförbrukningen var 200m³. Det industriella avloppsvattnet leddes via ett dike till Norbäcken. Bäckens hade en tydlig påverkan av slam, olja och alger och var igenväxt. 200 meter nedströms detta företag avleddes även liknande avloppsvatten från Mora Armaturfabrik. Vattenprover togs på två platser dels vid en avloppsbrunn (nedstigningsbrunn utanför fabriken) samt i avloppsdiket (Norbäcken vid utloppsledningens mynning). Provresultaten i tabell 3 visade enligt Tore Jansson på höga metallhalter men ”tämmligen låg” cyanidhalt (FM Mattsson II).

Mora Armaturfabrik

Ytbehandlingsanläggningen bestod vid besöket av cyanidavfettning, förkromning och förnickling (Mora Armatur I). Som reningsåtgärd utfördes reduktion av kromsyran men ingen metallutfällning eller cyanidavgiftning. Det industriella avloppsvattnet leddes till Norbäcken och vid utsläppspunkten noterades slambankar samt oljefilm på vattenytan. Vattenprov togs från det samlade avloppsvattnet från ytbehandlingsavdelningen (Mora Armatur I) och provresultatet (Mora Armatur II) visas i tabell 3. Tore Jansson beskrev cyanid- och metallhalterna vid provtagningstillfället som höga (Mora Armatur II).

Mora Industri AB (nuvarande KJ Eriksson)

Ytbehandlingsavdelningen bestod av förkromning, förnickling, cyanidavfettning, dekapering samt betning med salpetersyra (Mora Industri I). Avloppsvattnet leddes till en gammal älvfåra (Önanoret). Vid besöket var vattnet i fåran stillastående och starkt grönfärgad av nickel på en sträcka över 150 meter. Företaget uppgav att förbrukade cyanidbad grävdes ned intill fabriken. Vattenprov togs i fåran (Mora Industri I) och provresultaten (Mora Industri II) visas i tabell 3. Tore Jansson ansåg att cyanid- och metallhalterna var höga vid provtagningstillfället (Mora Industri II).

Mora Kranar (nuvarande Mattsson Metal)

Verksamheten bestod av mekanisk verkstad samt förnickling och förkromning av framför allt armaturer och kranar (Mora Kranar I). De olika baden inom ytbehandlingsanläggningen var lutbad (5000 liter), krombad (1000 liter) och nickelbad (4500 liter). Året innan besöket, 1967, hade företaget slutat använda cyanidavfettning och kromsyran reducerades i ett bad med natriumbisulfid (Mora Kranar II). Ingen avslamning av metallsalter gjordes. Avloppsvattnet avleddes till Önanoret via ett dike som vid besöket hade tydliga avlagringar med metallsalter (Mora Kranar I). Sköljvattnets pH-värde justerades till 7,0 med hjälp av natriumhydroxid innan det varje kväll släpptes ut till diket (Mora Kranar II). Vattenprov togs i diket (Mora Kranar I) och resultaten (Mora Kranar II) visas i tabell 3. Tore Jansson beskrev metallhalterna vid provtagningstillfället som ”tämmligen höga” (Mora Kranar III).

Mora Metall

Ytbehandlingsanläggningen beskrevs vara av mindre omfattning och bestå av cyanidavfettning, förnicklingsbad, förkromningsbad och betbad (Mora Metall I). Efter både nickelbadet och krombadet var det sparsköljning. Avloppsvattnet gick till en nedgrävd infiltrationsbrunn cirka 20 meter från förnicklingslokalen. Kring brunnen var det grus och före

besöket hade vatten bräddat över brunnen och en av de anställda bekräftade att brunnen var ganska tät. Vattenprov togs i infiltrationsbrunnen (Mora Metall I) och provresultaten (Mora Metall II) visas i tabell 3. Tore Jansson beskrev metallhalterna som mycket höga och att anledningen till att brunnen svämmade över var att den var igensatt av metallslam (Mora Metall II).

Tabell 3. Resultat från vattenprovtagningen som gjordes i samband med platsbesöken 29/5-1968. Observera att proven är tagna från olika typer av avloppsvattenrecipienter. För källhänvisning se avsnitten om respektive företag.

| | Provtagnings-plats | Cyanid (µg/l) | Järn (µg/l) | Nickel (µg/l) | Koppar (µg/l) | Krom (µg/l) |
|---------------------------|--------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Bröderna Eriksson | avloppsdike | 3200 | 410 | 27500 | 17800 | 6000 |
| Bröderna Ström | sankmarken | 0 | 4220 | 220 | 220 | 750 |
| FM Mattsson 1 | avloppsbrunn | 400 | 130 | 10000 | 2500 | 17500 |
| FM Mattsson 2 | avloppsdike | 440 | 310 | 4500 | 1200 | 9500 |
| Mora Armaturfabrik | avloppsledning | 5600 | 130 | 410 | 1250 | 2250 |
| Mora Industri AB | Önanoret | 4800 | 1280 | 210 | 14300 | 3750 |
| Mora Kranar | avloppsdike | - | 1280 | 9500 | 170 | 1000 |
| Mora Metall | infiltrationsbrunn | - | 3030 | 49000 | - | 50000 |

7.5.1.1 Indelning av tillstånd

På grund av bristfällig information angående provtagningsplats, provtagningsutrustning samt metodik är det osäkert att dra några slutsatser utifrån mätresultaten i tabell 3. Genom att jämföra resultaten med Naturvårdsverkets indelning av tillstånd för förorenat ytvatten (tabell 4) kan man dock få en fingervisning om hur föroreningsituationen var vid provtagningstillfället.

Tabell 4. Indelning av tillstånd för förorenat ytvatten (Naturvårdsverket, 2002).

| | Mindre allvarligt (µg/l) | Måttligt allvarligt (µg/l) | Allvarligt (µg/l) | Mycket allvarligt (µg/l) |
|----------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|
| Koppar | <9 | 9 - 30 | 30 - 90 | >90 |
| Zink | <60 | 60 - 180 | 180 - 600 | >600 |
| Kadmium | <0,3 | 0,3 - 1 | 1 - 3 | >3 |
| Bly | <3 | 3 - 10 | 10 - 30 | >30 |
| Krom | <15 | 15 - 45 | 45 - 150 | >150 |
| Nickel | <45 | 45 - 140 | 140 - 450 | >450 |
| Arsenik | <15 | 15 - 45 | 45 - 150 | >150 |

Enligt Naturvårdsverkets indelning var tillståndet för koppar och krom mycket allvarligt för samtliga provtagningspunkter. Tillståndet för nickel var mycket allvarligt för Bröderna Erikssons metallfabrik, Mora Kranar, Mora Metall samt båda provpunkterna för FM Mattsson medan allvarligt för övriga. Det är dock viktigt att poängtera att Naturvårdsverkets indelning gäller för *förorenat ytvatten* medan provtagningsplatserna i detta fall var avloppsdiken, sankmark med mera. Detta tillsammans med oklarheter gällande provtagningen innebär stora osäkerheter huruvida en indelning av tillstånd överhuvudtaget kan göras.

7.5.2 Sedimentprovtagningar

Eftersom Öna och Östnors vattendrag under lång tid varit recipienter för områdets industrier är metallhalterna i sedimentet en viktig aspekt vid en riskbedömning. I Önanoret har sedimentprovtagningar genomförts två gånger, dels 1987 av KM gruppen och 2003 av SWECO VIAK. I Norbäcken gjorde Allumite Konsult AB en sedimentprovtagning i februari 2004.

7.5.2.1 KM gruppen Dalarna, 1987

På uppdrag av Mora kommuns byggnadskontor utförde KM gruppen (ingår idag i WSP) en undersökning i meanderslingan Önanoret under december 1986 - januari 1987. Syftet med undersökningen var att utreda förutsättningarna samt omfattningen av att skapa fri vattenyta i det igenväxta Önanoret. Detta gjordes genom en översiktlig kartering av den organiska jordens utbredning och mäktighet samt genom undersökning av tungmetallhalten i meanderslingans bottensediment. Sedimentproverna togs på tre olika punkter i Önanoret (se punkterna 11-13 på kartan i bilaga III). Vid punkterna 11 och 12 togs prover från 0,3 och 0,1 meters djup samt från bottenslammet och vid provpunkt 13 togs ett prov på 0,3 meters djup. Resultat från sedimentprovtagningen visas i tabell 5 nedan. (KM gruppen Dalarna, 1987)

Tabell 5. Resultat från KM gruppen Dalarnas sedimentprovtagning, 1987. För punkterna 11 och 12 togs prover från tre olika djup; 0,3 meter under botten, 0,1 meter under botten samt från bottenslam. Vid punkt 13 togs endast prov från 0,3 meter under botten. För punkternas lokalisering se karta i bilaga III.

| | 11 0,3 m (mg/kg TS) | 11 0,1 m (mg/kg TS) | 11 bottenslam (mg/kg TS) | 12 0,3 m (mg/kg TS) | 12 0,1 m (mg/kg TS) | 12 bottenslam (mg/kg TS) | 13 0,3 m (mg/kg TS) |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| Bly | 32 | 35 | 35 | 25 | 57 | 36 | 17 |
| Kadmium | 1,2 | 1 | 0,82 | 0,87 | 1,1 | <0,5 | <0,5 |
| Kobolt | 6,9 | 2,8 | 5,7 | 5,2 | 7,2 | 4,7 | 3,3 |
| Koppar | 25,6 | 64 | 53 | 29 | 370 | 90 | 36 |
| Krom | 24 | 72 | 61 | 21 | 99 | 32 | 44 |
| Kvicksilver | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,01 |
| Nickel | 6,9 | 41 | 32 | 13 | 220 | 47 | 5,1 |
| Zink | 89 | 130 | 130 | 100 | 860 | 220 | 51 |
| Torrsubstans | 26,8% | 27,2% | 24,2% | 19,4% | 11,7% | 17,2% | 46,1% |

7.5.2.2 SWECO VIAK AB, Falukontoret, 2003

Bakgrund till sedimentprovtagningen var bystugeföreningens planer på att bygga en anläggningsplats med bryggor för båtar i Önanoret intill Öna bystuga. Eftersom muddring planerades och det finns flera metallindustrier i området skulle metallhalten i sedimentet kartläggas. SWECO VIAK AB, Falukontoret fick därför i uppdrag av Öna bystuga att göra en sedimentprovtagning. Provtagningen utfördes i september 2003 och sedimentprover togs på sex olika platser i Önanoret. Provtagningspunkterna är märkta A-F på kartan i bilaga III. Proven togs från båt med stångprovtagare och i stångprovtagaren användes plexirör med invändig diameter 35 mm. Sedimentprovtagaren fördes ned till ca 30 cm djup och prov togs från ca 0-10 cm djup. I tabell 6 nedan visas resultaten från provtagningen. (SWECO VIAK, 2003)

Tabell 6. Resultat från SWECO VIAK AB sedimentprovtagning. Samtliga prov är från 0-10 cm djup. För provpunkternas lokalisering se bilaga III. Observera att punkten A ligger närmast den del av ån som tidigare muddrats.

| | A (mg/kg TS) | B (mg/kg TS) | C (mg/kg TS) | D (mg/kg TS) | E (mg/kg TS) | F (mg/kg TS) |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Aluminium | 3400 | 3000 | 3800 | 6500 | 5200 | 7200 |
| Arsenik | <2 | 2,1 | <2 | 5,1 | 3 | 7,1 |
| Bly | 23 | 22 | 25 | 57 | 66 | 150 |
| Järn | 29000 | 17000 | 21000 | 25000 | 15000 | 48000 |
| Kadmium | 0,43 | 0,32 | 0,5 | 1,7 | 1,1 | 2 |
| Kalcium | 1500 | 1800 | 2000 | 2600 | 1700 | 2900 |
| Kalium | 400 | 530 | 670 | 900 | 690 | 1100 |
| Kobolt | 2,7 | 2,2 | 4,3 | 6,2 | 3,9 | 6,2 |
| Koppar | 160 | 170 | 150 | 390 | 430 | 840 |
| Krom | 130 | 120 | 150 | 420 | 450 | 1500 |
| Magnesium | 830 | 670 | 900 | 1100 | 880 | 1400 |
| Mangan | 110 | 170 | 240 | 170 | 130 | 220 |
| Molybden | <1 | <1 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 2,7 |
| Natrium | 140 | 150 | 170 | 250 | 180 | 360 |
| Nickel | 46 | 39 | 93 | 280 | 190 | 300 |
| Vanadin | 14 | 15 | 20 | 38 | 22 | 42 |
| Zink | 180 | 170 | 270 | 650 | 550 | 840 |
| Torrsubstans | 46,7% | 41,9% | 39% | 26% | 33,6% | 19,2% |

7.5.2.3 Allumite Konsult AB, 2004

På uppdrag av Länsstyrelsen i Dalarna gjordes en sedimentprovtagning i februari 2004 vid tre olika platser i Norbäcken (Se bilaga III för punkternas placering). Provpunkt 1 var belägen ovan samtliga industrier, provpunkt 2 nedströms bröderna Ströms metallfabrik men ovan övriga industrier och provpunkt 3 var nedströms samtliga industrier i området. Vid samtliga provpunkter användes Ekmanshuggare och sedimentprover togs från två djup; 0-2 cm och 3-10 cm. Resultaten från provtagningen visas i tabellen nedan. (Länsstyrelsen, 2004b)

Tabell 7. Resultat från Allumite Konsult AB sedimentprovtagning. Prov togs från tre olika punkter, se bilaga III för deras placering. Samtliga prov togs från två djup; 0-2 cm under botten samt 3-10 cm under botten.

| Ämne | 1 (0-2 cm) (mg/kg TS) | 1 (3-10 cm) (mg/kg TS) | 2 (0-2 cm) (mg/kg TS) | 2 (3-10 cm) (mg/kg TS) | 3 (0-2 cm) (mg/kg TS) | 3 (3-10 cm) (mg/kg TS) |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Aluminium | 3170 | 4160 | 2080 | 2990 | 5580 | 5470 |
| Arsenik | 7,9 | 6,4 | 6 | 4,3 | 25 | 37 |
| Bly | 11,4 | 12,1 | 20,5 | 27,1 | 124 | 189 |
| Järn | 5100 | 5700 | 10000 | 14000 | 275000 | 205000 |
| Kadmium | 0,7 | 1,06 | 0,53 | 0,71 | 1,46 | 2,3 |
| Kobolt | 1,6 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 52 | 46 |
| Koppar | 37,9 | 32,3 | 158 | 219 | 1610 | 2100 |
| Krom | 53,3 | 70,2 | 66 | 81,1 | 22920 | 24170 |
| Kvicksilver | 0,029 | 0,033 | 0,031 | 0,033 | 0,064 | 0,089 |
| Molybden | 7,3 | 4,1 | 4,2 | 3,2 | 342 | 300 |
| Nickel | 16 | 14 | 36 | 50 | 605 | 730 |
| Zink | 31 | 22 | 146 | 220 | 1240 | 1720 |
| Torrsubstans | 7,4% | 7% | 4,6% | 7,9% | 11,9% | 11,4% |

7.5.2.4 Beräkning av avvikelse från jämförvärde

Avvikelsen från jämförvärde har beräknats för ovan beskrivna sedimentprovtagningar. Som jämförvärde har provpunkt 1 i Allumite Konsult AB sedimentprovtagning använts. Denna punkt ligger uppströms Östnors industrier och bostadshus (se bilaga III) och antas därför vara opåverkad av punktkällor. Vid beräkningen har medelvärdet av resultaten från 0-2 cm och 3-10 cm djup använts vilket innebär att jämförvärdet beskriver skiktet 0-10 cm djup. Även för de övriga provpunkterna i Allumite Konsult AB provtagning har medelvärdet för skiktet 0-10 cm beräknats.

KM Gruppens sedimentprovtagning gjordes på tre olika djup. Eftersom jämförvärdet är för skiktet 0-10 cm har inte resultaten från KM gruppens prover från 0,3 meters djup använts. Istället har medelvärdet av resultaten på 0,1 m och på bottenlammet använts. På grund av att endast prov från 0,3 meters djup togs vid punkt 13 har inte avvikelsen från jämförvärdet kunnat beräknas för denna punkt. Vid SWECO VIAK AB sedimentprovtagning togs prover från 0-10 cm djup och dessa provresultat har kunnat användas utan problem.

Tabell 8. Avvikelse från jämförvärde (uppmätt värde/jämförvärde) för sedimentprovtagningar utförda av Allumite Konsult AB, SWECO VIAK AB och KM Gruppen Dalarna. Som jämförvärde har medelvärdet har provpunkt 1 i Allumite Konsult AB sedimentprovtagning använts. Provpunkternas placering visas i bilaga III.

| | ALLUMITE | | SWECO VIAK AB | | | | | | KM GRUPPEN | |
|-------------|----------|-------|---------------|-----|------|------|------|------|------------|------|
| | 2 | 3 | A | B | C | D | E | F | 11 | 12 |
| Aluminium | 0,7 | 1,5 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | | |
| Arsenik | 0,7 | 4,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 1,0 | | |
| Bly | 2,0 | 13,2 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 4,9 | 5,6 | 12,8 | 3,0 | 4,0 |
| Järn | 2,2 | 44,9 | 5,4 | 3,1 | 3,9 | 4,6 | 2,8 | 8,9 | | |
| Kadmium | 0,7 | 2,1 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 1,9 | 1,3 | 2,3 | 1,0 | 0,9 |
| Kobolt | 1,2 | 31,6 | 1,7 | 1,4 | 2,8 | 4,0 | 2,5 | 4,0 | 2,7 | 3,8 |
| Koppar | 5,5 | 53,7 | 4,6 | 4,8 | 4,3 | 11,1 | 12,3 | 23,9 | 1,7 | 6,6 |
| Krom | 1,2 | 387,2 | 2,1 | 1,9 | 2,4 | 6,8 | 7,3 | 24,3 | 1,1 | 1,1 |
| Kvicksilver | 1,0 | 2,5 | | | | | | | 2,4 | 1,9 |
| Molybden | 0,7 | 60,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | | |
| Nickel | 2,9 | 45,0 | 3,1 | 2,6 | 6,2 | 18,7 | 12,7 | 20,0 | 2,4 | 8,9 |
| Zink | 7,4 | 59,1 | 6,8 | 6,4 | 10,2 | 24,5 | 20,8 | 31,7 | 4,9 | 20,4 |

Tabell 8 ovan visar att provpunkt 3 i Allumite Konsult AB provtagning har den största avvikelsen från jämförvärdet. Detta innebär att denna punkt är mest påverkad av punktkällor. Enligt tabell 2 tyder en avvikelse från jämförvärdet större än 25 på mycket stor påverkan av punktkälla. Halterna av järn, kobolt, koppar, krom, molybden, nickel och zink för provpunkt 3 hamnar inom denna kategori. I samma provpunkt tyder halterna av bly på stor påverkan av punktkälla. Av SWECO VIAKs provpunkter finns den största avvikelsen från jämförvärdet i provpunkt F. Zinkhalten tyder i denna punkt på mycket stor påverkan av punktkälla och halterna av bly, järn, koppar, krom och nickel på stor påverkan av punktkälla. Provpunkterna A-E har stor påverkan av punktkälla vad det gäller zink. Resultaten från KM gruppen Dalarnas sedimentprovtagning tyder på stor påverkan av punktkälla i provpunkt 12 för halterna av koppar, nickel och zink.

7.6 RISKBEDÖMNING

Eftersom flera företag ligger nära varandra har de delar av riskbedömningen gemensam och är därför redovisade tillsammans. Motivering till bedömningen finns även som bilaga II och är ett utdrag av den text som finns i länsstyrelsens databas.

7.6.1 Föroreningarnas farlighet och föroreningsnivå

7.6.1.1 Föroreningarnas farlighet och föroreningsnivå i marken

Bröderna Erikssons metallfabrik

Tillverkade sanitetsarmatur mellan 1947 och 1984/85 och verksamheten bestod av gjuteri och ytbehandling. Första provningen enligt miljöskyddslagen av företaget skedde 1983 i samband med att de tänkte installera en reningsanläggning för avloppsvattnet (Bröderna Erikssons metallfabrik III). Vid tidpunkten för provningen använde företaget fortfarande cyanidhaltiga bad och avloppsvattnet gick orenat via ledningssystem till bäcken nedanför företaget. Det är oklart om den planerade reningsanläggningen installerades eftersom företaget slutade med sin ytbehandlingsverksamhet kort därefter.

Ämnen som använts inom verksamheten är bland annat cyanid, nickelsulfat, nickelklorid, kromsyra, olja, salpetersyra, natriumhydroxid, koppar och zink (Bröderna Erikssons metallfabrik IV). Enligt Naturvårdsverket (2002) har cyanid och krom(VI) *mycket hög* farlighet medan nickel, krom(III), koppar, olja samt koncentrerade syror och baser har *hög* farlighet. Zink klassas som en förorening med *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas till *stor*. Detta grundas på att företaget troligen saknade reningsåtgärder under perioden som verksamheten inkluderade ytbehandling. Eftersom det fanns metallavlagringar i diket för avloppsvattnet 1968 när Tore Jansson besökte företaget är det stor risk för att diket och marken omkring är förorenad. Det är oklart hur hanteringen av metallslam gick till men antagligen följde slammet med avloppsvattnet eller samlades upp och deponerades någonstans.

Bröderna Ströms metallfabrik

Företaget grundades 1940 och var verksamt fram till slutet av 1970-talet. Verksamheten bestod av tillverkning av sanitetsarmatur med tillhörande förkromning och förnickling. 1971 slutade företaget använda cyanid till avfettning och började istället använda ett emulsionsavfettningsmedel vid namn FACIT CE-TE. Avloppsvattnet från verksamheten leddes till sankmarken på andra sidan vägen. Vid sankmarken fanns även en soptipp där karbidslam deponerades. (Bröderna Ströms metallfabrik I)

Sedan 2000 är MARAB (Mora Automation och Robotteknik AB) ägare av fastigheten och verksamheten bedrivs i Ströms ursprungliga byggnader som dock har renoverats och anpassats efter dagens behov. En del av lokalerna hyrs dessutom ut till en redovisningsbyrå. (Bastman, pers. medd., 2003)

Inom den tidigare verksamheten har bland annat cyanid, kromsyra, nickelklorid, nickelsulfat, svavelsyra, etsnatron (natriumhydroxid), borsyra, koppar och zink använts (Bröderna Ströms metallfabrik IV). Beroende på att det är osäkert om FACIT CE-TE kan ha varit klorerat har detta ämne lämnats med ett frågetecken. Enligt Naturvårdsverkets indelning (2002) har cyanid *mycket hög* farlighet, krom, nickel och koncentrerade syror *hög* farlighet medan zink uppskattas ha *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå bedöms vara *måttlig*. Detta beror på att år 2000 gjordes en form av efterbehandling av området i och med att fastigheten städades upp och marken grävdes ned till sand och ett nytt bärlager lades på (Bastman, pers. medd., 2003). Marken på andra sidan vägen kan dock ha stor föroreningsnivå beroende på den före detta soptippen som finns belägen där.

Finnveden (tidigare GM:son Frost)

Företaget har sedan starten 1921 varit verkstadsindustri med processer som bockning, pressning, stansning och avfettning. Omkring 1950-talet utförde företaget dessutom doppmålning i färg av det färdiga materialet. Tidigare förvarades oljeförorenat klippskrot på gjutna platser utomhus men idag är förvaringen placerad under tak (Bergman, pers. medd., 2003). Avloppsvattnet gick förr troligtvis via ett dike som mynnade ihop med Norbäcken ungefär vid Mora Armatur.

Inom verksamheten har olja och färg använts vilka enligt Naturvårdsverket (2002) klassas ha *hög* farlighet. För avfettning har thinner (petroleumbaserat lösningsmedel) använts och det är klassat som ett ämne med *hög* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas vara *måttlig*. Detta grundas på att det inom verksamheten inte i större mängder har uppkommit avloppsvatten innehållande föroreningar.

FM Mattsson

Företaget grundades 1865 och är verksamt än idag. Med start 1876 har tillverkningen varit inriktad mot sanitetsarmatur och sedan 1896 har företaget varit beläget inom dagens fastighet. Förnickling började man med 1893 (Romson, 1955). Användningen av natriumcyanid till avfettning upphörde 1968 (FM Mattsson III). Avloppsvattnet släpptes orenat ut till Norbäcken fram till 1971 då reningsanläggning för avloppsvattnet uppfördes (FM Mattsson IV). Det rena vattnet samt kylvatten släpps fortfarande ut i Norbäcken.

1981 hittades åtta nedgrävda tunnor på fabriksområdet. En tunna innehöll rester, troligtvis av bindemedel, innehållande 5,4 g fenol/kg prov. Prover togs på grundvattnet vid två tillfällen med resultaten 0,005 mg fenol/l vatten (FM Mattsson V) respektive 0,008 mg fenol/l vatten (FM Mattsson VI). Eftersom värdet inte hade förändrats nämnvärt mellan provtagningarna avskrev hälsovårdsnämnden ärendet.

Det har funnits en industritipp inom fabriksområdet och den var eventuellt belägen mellan dagens fabriksbyggnad och fastbränslecentral. Tippen har främst använts för deponering av gjutsand men även "någon bil" har lagts där. Gjutsand har även använts som utfyllnadsmaterial inom fastigheten. (Kånåls, pers. medd., 2004)

Inom verksamheten har kromsyra, nickelsulfat och nickelklorid, natriumcyanid, triklöretylen, olja, natriumhydroxid, salpetersyra, borsyra, svavelsyra och fluorvätesyra med mera använts (FM Mattsson VII). Sanitetsarmaturen är gjord i mässing, dvs. legering av koppar och zink, vilket medför att även dessa ämnen betraktas som kemikalier. Enligt Naturvårdsverkets indelning (2002) klassas cyanid, krom(VI) och triklöretylen som föroreningar med *mycket hög* farlighet. *Hög* farlighet har nickel, krom(III), koppar, olja samt koncentrerade syror och baser medan zink räknas som ett ämne med *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas till *stor*. Detta grundas på att det under mer än 100 år pågått ytbehandling inom fastigheten. Industritippen på området medför även den en risk för stor föroreningsnivå.

Frosts knivfabrik

Knivtillverkning har pågått inom fastigheten sedan mitten av 1890-talet. Fram till 1955-1960 utfördes ytbehandling av mindre omfattning. Ytbehandlingen bestod av förnickling av de mässingsholkar som sitter mellan knivbladet och skaftet. Tidigare släpptes slipvattnet orenat ut i Norbäcken men i början av 1970-talet infördes sedimentering av slipvattnet vilket medförde att mindre slam nådde Norbäcken. Slipslammet har fram till för ungefär 25 år sedan använts som utfyllnadsmaterial inom fastigheten. (Brask, pers. medd., 2003)

Ämnen som använts inom företaget är bland annat triklöretylen, cyanid, nickelsulfat, nickelklorid, olja samt natriumhydroxid (Brask, pers. medd., 2003). Triklöretylen och cyanid har enligt Naturvårdsverket (2002) *mycket hög* farlighet medan nickel och olja *hög* farlighet.

Markens föroreningsnivå bedöms vara *stor*. Detta grundas på att verksamheten har pågått inom fastigheten under lång tid och att den tidigare inkluderade ytbehandling. Slam från slipningen har använts som utfyllnadsmaterial på en stor del av fastigheten och innebär troligtvis förhöjda metallhalter i marken.

Jönssons knivfabrik

Företaget grundades ungefär 1870 och har sedan omkring 1930 varit inriktat mot knivtillverkningen. Avloppsvattnet går till två sjunkbrunnar intill huset. Idag sker sedimentering av avloppsvattnet innan det når sjunkbrunnarna men så var troligtvis inte fallet förr i tiden. (Jönsson, pers. medd., 2003)

Ämnen som använts är bland annat färg, fernissa, avfettningsmedel och kristallolja (Jönsson, pers. medd., 2003). Kristallolja, vilket används som lösningsmedel, och färg är ämnen med *hög* farlighet (Naturvårdsverket, 2002).

Markens föroreningsnivå bedöms vara *måttlig*. Detta beror på att verksamheten är av mindre omfattning och inga stora mängder avfall produceras. Eventuellt kan området kring sjunkbrunnarna vara förorenat.

KJ Eriksson (inklusive AB Mora Industri)

Dagens verksamhet består av tillverkning av knivar och isborrar samt varmsmidada detaljer i mässing, koppar, aluminium och stål. När AB Mora Industri var verksam skedde även ytbehandling inom fastigheten. Avloppsvattnet gick tidigare orenat via ett dike till Önanoret. Förbrukade cyanidbad grävdes ned någonstans inom fastigheten (Mora Industri I).

Inom verksamheterna har bland annat triklöretylen, cyanid, nickelsulfat, nickelklorid, kromsyra, koppar, zink, svavelsyra, salpetersyra, saltsyra, borsyra, natriumhypoklorit och natriumbisulfid använts (Mora Industri III). Naturvårdsverket (2002) indelar cyanid, triklöretylen och krom(VI) som ämnen med *mycket hög* farlighet. Enligt samma indelning har krom(III), koppar, nickel och koncentrerade syror *hög* farlighet medan zink har *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas till *stor*. Detta grundas på att cyanidbad grävts ned någonstans inom fastigheten. Slipvatten innehållande slam har tidigare infiltrerats i en grop (KJ Eriksson I) vilket kan ha medfört föroreningar i marken.

Mattsson Metal (tidigare AB Mora Kranar)

När företaget grundades 1945 var namnet AB Mora Kranar. Tidigare bestod den huvudsakliga produktionen av gjutning och varmpressning av mässingsdetaljer för sanitetsarmatur och andra industriartiklar (Mora Kranar IV och Olsson, pers. medd., 2003) Ytbehandling med förkromning och förnickling utfördes fram till 1984 medan betning och avfettning av koppar och mässing fortsatte fram till år 2000 (Olsson, pers. medd., 2003). Innan reningsanläggning för avloppsvatten anlades 1974/1975 släpptes orenat avloppsvatten via dike till Önanoret (Mora Kranar V).

Inom företaget har bland annat cyanid, trikloretylen, kromsyra, nickelklorid, nickelsulfat, koppar, olja, svavelsyra, borsyra, natriumbisulfid, varmlut (Mora Kranar VI) och klorerade lösningsmedel (Mora Kranar VII) använts. Enligt Naturvårdsverket (2002) är trikloretylen, cyanid, krom(VI) och klorerade lösningsmedel ämnen med *mycket hög* farlighet. Krom(III), nickel, koppar och olja har *hög* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas till *stor*. Detta grundas på att avloppsvattnet tidigare släpptes ut i ett dike och att det i närheten av detta dike finns risk att marken är förorenad.

Mora Armatur

Företaget grundades 1927 och har utfört ytbehandling sedan slutet av 1930-talet. Tillverkningen består av sanitetsarmatur inklusive ytbehandling med förkromning och förnickling. Avloppsvattnet släpptes orenat ut i Norbäcken fram till 1975 då reningsanläggning för avloppsvattnet uppfördes (Mora Armatur III). Gjutsand har tidigare använts som utfyllnadsmaterial inom fastigheten (Kånåls, pers. medd., 2004).

Ämnen som använts inom verksamheten är cyanid, trikloretylen, koppar, kromsyra, nickelklorid, olja, zink, tenn, lut, saltsyra och färg med mera. Enligt Naturvårdsverkets indelning (2002) är cyanid, trikloretylen och krom(VI) ämnen med *mycket hög* farlighet. Koppar, krom(III), nickel, olja, koncentrerade baser och syror samt färg har *hög* farlighet medan zink klassas som ett ämne med *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas vara *stor*. Detta grundas på att företaget varit verksamt under lång tid inom samma område. Gjutsand har använts som utfyllnadsmaterial.

Mora Metall

Företaget grundades omkring 1941 och var verksamt fram till ungefär 1990 (Lindgren, pers. medd., 2004). Verksamheten bestod av tillverkning av sanitetsarmatur med ytbehandling, förkromning och förnickling, gjuteri, svarvning samt torrblästring (Mora Metall III). Avloppsvattnet gick till en sjunkbrunn cirka 20 meter från förnicklingsanläggningen där vattnet infiltrerades (Mora Metall IV). Reningsanläggning uppfördes 1981 och 1982 (Mora Metall V). Fram till 1971 användes cyanid som avfettningsmedel (Mora Metall VI).

Idag är Mora Bygg och Förvaltning AB ägare till fastigheten. Byggnaderna på fastigheten finns kvar men är utbyggda och nya lokaler har tillkommit. Företaget hyr ut lokaler till exempelvis snickeri, cykelhandlare, glasmästeri och svetsfirma. (Svensson, pers. medd., 2003)

Inom Mora Metalls verksamhet har bland annat cyanid, nickelsulfat, nickelklorid, kromsyra, zink, koppar, svavelsyra, natriumhydroxid, natriumbisulfid och fosforsyra använts. Cyanid och krom(VI) är ämnen med *mycket hög* farlighet. Krom(III), nickel, koppar, koncentrerade syror och baser har *hög* farlighet medan zink har *måttlig* farlighet. (Naturvårdsverket, 2002)

Markens föroreningsnivå uppskattas till *stor* med anledning av den sjunkbrunn som funnits inom fastigheten.

Morells metallgjuteri

Företaget grundades 1921 och produktionen består av klockor och ljusstakar samt legojobb åt industrin i mässing, brons och aluminium. Gjutningen i aluminium startade 1993/1994 i och med att de köpte utrustning från Lefab metallgjuteri efter att de lagts ned. (Öhman, pers. medd., 2003)

Inom verksamheten har kristallolja, melass, koppar, zink, tenn och aluminium använts (Öhman, pers. medd., 2003). Enligt Naturvårdsverket (2002) har kristallolja och koppar *hög* farlighet medan zink och aluminium har *måttlig* farlighet.

Markens föroreningsnivå uppskattas till *måttlig* beroende på att inga allvarigare avfallsrester uppkommer inom verksamheten. Det kan dock finnas gjutsand och metallrester från gjutning kan finnas inom fastigheten.

7.6.1.2 Föroreningsnivå i ytvatten och sediment

Föroreningsnivåerna i ytvattnet är uppskattade medan sedimentets föroreningsnivåer för vissa vattendrag är baserade utifrån befintliga sedimentprovtagningar. Sedimentprover tas vanligen från olika sedimentdjup och de övre skikten visar då den aktuella föroreningsnivån medan de djupare skikten kan ge en bild över föroreningshistoriken, det vill säga tidigare föroreningsutsläpp, i ett vattendrag. Eftersom flera av företagen ligger nära varandra har de samma vattendrag som det närmaste ytvattnet. Föroreningsnivån beskrivs för respektive vattendrag och kan därför inkludera flera företag.

Norbäcken

Finnveden, FM Mattsson, Frost knivfabrik, Jönssons knivfabrik, KJ Eriksson, Mora Armatur, Morells metallgjuteri

Föroreningsnivån i Norbäckens ytvatten uppskattas till *måttlig* och detta beror på dagens förbättrade reningstekniker av industriellt avloppsvatten. Sedimentprovtagningen utförd av Allumite Konsult AB 2004 (se stycke 7.5.2.3) visade att föroreningsnivån i sedimentet hade *mycket stor* påverkan av punktkälla för zink, krom, nickel, järn, kobolt och molybden vid provpunkt 3. Det var dessutom *stor* påverkan av punktkälla för järn och arsenik medan *måttlig* påverkan av kadmium, kvicksilver och aluminium.

Bröderna Ströms metallfabrik

Detta företag ligger i närheten av Norbäcken men en bit uppströms övriga företag och därför har provpunkt 2 i Allumite Konsult AB:s sedimentprovtagning använts. Provtagningen visade att zink och koppar hade *stor* påverkan av punktkälla. Bly, nickel, krom, järn, kobolt och kvicksilver hade *måttlig* påverkan och kadmium, aluminium, molybden och arsenik hade *ingen eller liten* påverkan av punktkälla. Föroreningsnivån i ytvattnet uppskattas vid denna del av Norbäcken vara *liten*.

”Meanderslingan i Tåmåsbyn”

Bröderna Erikssons metallfabrik

Föroreningsnivåerna i detta vattendrag är uppskattade till *måttliga* både för ytvattnet och för sedimentet. Detta beror på att det var länge sedan avloppsvatten släpptes ut i vattendraget samt att det inte finns flera industrier i detta område.

Österdalälven/Sandängskanalen

Mora Metall

Det är oklart vilket vattendrag som var recipient för Mora Metalls avloppsvatten men Österdalälven eller Sandängskanalen kan tänkas vara möjliga. Föroreningsnivåerna i dessa vattendrag är uppskattade till *måttliga* för både sedimentet och ytvattnet eftersom de båda är relativt stora och därmed har hög utspädningseffekt.

Önanoret

Mattson Metal

Föroreningsnivån i ytvattnet uppskattas vara måttlig. Föroreningsnivån i sedimentet är baserad på resultaten från SWECO VIAK AB sedimentprovtagning 2003 (se stycke 7.5.2.2). Provtagningen visade att det vid denna del av Önanoret var *mycket stor* påverkan av punktkälla för zink och *stor* påverkan av punktkälla för bly, koppar, krom, nickel och järn. *Måttlig* påverkan av punktkälla var det för arsenik, aluminium, kobolt och kadmium medan *ingen eller liten* påverkan av punktkälla för molybden.

7.6.2 Spridningsförutsättningar

Spridningsförutsättningarna i mark, ytvatten och sediment har uppskattats med hjälp av information om området. Exempelvis har den befintliga informationen om marken på objekten använts och för ytvattnet har vattenflödets storlek vägts in. Eftersom markegenskaperna är likartade och flera företag delar samma vattendrag har spridningsförutsättningarna bedömts vara av samma mått för flera företag.

7.6.2.1 Spridningsförutsättningar i mark

Samtliga företag

Eftersom inga markundersökningar har utförts är informationen om områdets markprofil baserad på Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) jordartskarta samt intervju med Rolf Boström vid Brunnsborrning AB i Mora. Enligt SGU:s jordartskarta är jordarten grovmo, sand och grus och detta bekräftas även av Boström. Sand tyder på stora spridningsförutsättningar och därför är spridningsförutsättningarna i marken för samtliga företag i denna rapport uppskattad till *stor*. Marken är dock plan vilket, utan djupare inblick i de specifika förhållandena, kan vara ett tecken på små grundvattenrörelser.

7.6.2.2 Spridningsförutsättningar i ytvatten och sediment

Norbäcken

Finnveden, FM Mattsson, Frost knivfabrik, Jönssons knivfabrik, KJ Eriksson, Mora Armatur, Morells metallgjuteri

Spridningsförutsättningen i Norbäckens ytvatten har uppskattats till *stor*. Detta grundas på att bäcken på vissa ställen är upptill två meter bred och att flera av företagen släpper ut kylvatten vilket leder till ökat vattenflöde. Sedimentet i Norbäcken utgörs i de övre skikten av organiskt material vilket under vissa förhållanden, till exempel högt vattenflöde, kan vara rörligt.

Bäcken är dock för liten för båttrafik eller liknande verksamhet och sedimentets spridningsförutsättningar bedöms därför vara *måttligt*.

Bröderna Ströms metallfabrik

Bröderna Ströms metallfabrik är belägen uppströms övriga företag i Östnor. Här är vattenföringen mindre och spridningsförutsättningen i ytvattnet har därför uppskattats till *måttlig*. Sedimentets spridningsförutsättning har av samma anledning uppskattats till *små*.

”Meanderslingan i Tåmåsbyn”

Bröderna Erikssons metallfabrik

Detta vattendrag omges av myrmark vilket kan innebära minskade spridningsförutsättningar. Av denna anledning har spridningsförutsättningarna i ytvattnet och sedimentet bedömts vara *måttliga*.

Österdalälven/Sandängskanalen

Mora Metall

Det var antingen Österdalälven eller Sandängskanalen som fungerade som recipient för Mora Metalls avloppsvatten. Båda vattendragen är stora vilket medför att de har hög utspädningseffekt. Hög utspädningseffekt innebär inom MIFO *liten* spridningsförutsättning. Spridningen i sedimentet är uppskattad till *måttlig* eftersom det är möjligt att båttrafik eller annan verksamhet i älven kan medföra rörelser i sedimentet.

Önanoret

Mattson Metal

Önanoret är ett relativt stort vattendrag och det tyder på stora spridningsförutsättningar. Önanoret är dock delvis igenväxt vilket minskar spridningsförutsättningarna till att vara *måttliga*. Även sedimentets spridning är uppskattad till *måttlig*, men om planerna om muddring vid bystugan i Önanoret genomförs skulle det kunna leda till ökade spridningsförutsättningarna i sedimentet.

7.6.3 Känslighet och skyddsvärde

Finnveden, FM Mattsson, Frost knivfabrik, Jönssons knivfabrik, KJ Eriksson, Mora Armatur, Morells metallgjuteri

Markens känslighet uppskattas till *mycket stor* i och med att dessa företag ligger i nära anslutning till bostadsbebyggelse med permanent boende. Markens skyddsvärde uppskattas vara *måttligt* eftersom delar av området kan se som ett ”normalt jordbruksområde” vilket är ett av kriterierna för måttligt skyddsvärde. Som ytvatten avses för dessa företag Norbäcken. Bäckens känslighet är *stor* eftersom det inte kan uteslutas att barn leker i och vid bäcken och på så sätt exponeras. Norbäckens skyddsvärde är *lågt* eftersom den under lång tid varit utsatt av utsläpp av industriella föroreningar.

Bröderna Ströms metallfabrik

För detta objekt har markens känslighet satts som *stor* eftersom yrkesverksamma exponeras under arbetstid samt att det finns jordbruksmark i anslutning till fastigheten. Markens skyddsvärde är *måttligt* med tanke på att området kan ses som ett ”normalt jordbruksområde”. Vid denna del av Norbäcken är bäckens känslighet uppskattad som *måttlig*. Detta beror på detta företag låg längre från bostadsbebyggelse än de övriga företag vid Norbäcken. Denna del av bäcken ligger inom ett område som är klassat som riksintresse för naturvården och detta innebär *mycket stort* skyddsvärde.

Bröderna Erikssons metallfabrik

Markens känslighet är *stor* beroende på att personal vistas där under arbetstid och att det inte går att utesluta att barn leker där. Markens skyddsvärde är *måttligt*. Ytvattnet vid detta objekt ("meanderslingan i Tåmåsbyn") har *stor* känslighet eftersom människor kan exponeras genom att bäcken rinner nära bebyggelse och skola. Bäckens skyddsvärde är *måttligt*.

Mora Metall

Människor vistas på området under arbetstid vilket medför att markens känslighet är *stor*. Markens skyddsvärde är uppskattat till *lågt* eftersom objektet ligger i utkanten av ett industriområde och att marken delvis är asfalterad. Ytvattnet för detta objekt är antingen Österdalälven eller Sandängskanalen och de är båda klassade som riksintressen för naturvården och har därför *mycket stora* skyddsvärden. Känsligheten för de två ytvattnen är bedömt att vara *mellan måttligt och stort*.

Mattson Metal

Markens känslighet är *stor* eftersom företaget yrkesverksamma vistas där under arbetstid. Närhet till jordbruksmark medför att skyddsvärdet för marken betraktas som *måttligt*. Närmaste ytvatten är Önanoret som vid denna del är klassad som riksintresse för naturvården har därför ett *mycket stort* skyddsvärde. Känsligheten för ytvattnet är satt som *stort* eftersom Önanoret ligger nära bebyggelse och det därför inte kan uteslutas att barn inte leker i och vid vattnet.

7.6.4 Riskklassning

De olika parametrarna inom riskbedömningen har sammanställts i diagram för respektive objekt (se bilaga I). Varje objekt har tilldelats en riskklass mellan 1 – 4 där riskklass 1 innebär mycket stor risk, 2 stor risk, 3 måttlig risk och 4 liten risk. Företagen i Öna och Östnor fick följande riskklasser;

Tabell 9. Riskklassade företag i Öna och Östnor och deras riskklass. Riskklass 1: mycket stor risk; Riskklass 2: stor risk; Riskklass 3: måttlig risk; Riskklass 4: liten risk

| Företag | Riskklass |
|---------------------------------|-----------|
| Bröderna Erikssons metallfabrik | 2 |
| Bröderna Ströms metallfabrik | 2 |
| Finnveden | 3 |
| FM Mattsson | 2 |
| Frosts knivfabrik | 2 |
| Jönssons knivfabrik | 3 |
| KJ Eriksson | 2 |
| Mattsson Metal | 2 |
| Mora Armatur | 2 |
| Mora Metall | 2 |
| Morells metallgjuteri | 2 |

Nio av de elva företagen fick riskklass 2 och de övriga två tilldelades riskklass 3. Motiveringar till objektens riskklasser finns i bilaga II.

7.7 SANERINGSFÖRSLAG

Öna och Östnor är byar med lång historia vad gäller metallindustrier och flera av familjeföretagen har växt sig stora och konkurrerar inom den globala marknaden. Den långa industrihistoriken har dock medfört att det eventuellt kan finnas föroreningar i området. Eftersom en MIFO fas 1 inventering bygger på ett ”värsta fallet scenario” och inga markprover tas är inte informationen tillräcklig för att med säkerhet kunna säga något om den aktuella föroreningssituationen. Denna typ av inventering ger dock en fingervisning om vidare studier ska göras om ett område eller inte.

I nuläget går det alltså inte att säga om det i framtiden blir aktuellt med sanering i Öna och Östnor. Men om nu sanering blir aktuell görs i denna rapport följande antaganden; eftersom de riskklassade objekten är och har varit verksamma metallindustrier med ytbehandling, gjuteri och verkstadsindustri innebär det att metaller tillsammans med lösningsmedel, trikloretylen, cyanider och olja är de mest troliga föroreningarna som kan komma att behövas saneras. Platser där det är troligt att hitta förhöjda halter av dessa ämnen antas vara deponier för metallslam, gjutsand m.m. samt diken eller andra punkter där orenat avloppsvattnet släppts ut.

7.7.1 Områdesspecifika egenskaper

Marken består av sand ned till ett djup av ungefär 12 meter. Sand innebär stor genomsläpplighet av vatten och har relativt låg förmåga att binda föroreningar jämfört med finare jordartstyper som ler och silt. Den låga bindningskapaciteten kan ha medfört att vissa föroreningar har transporterats med infiltrerande nederbördsvatten genom markprofilen och idag kan återfinnas på ett större djup jämfört med om marken till största del består av lera och organiskt material. Även det ytliga grundvattnet beläget ovanpå lerlagret kan ha en inverkan på föroreningarnas utbredning eftersom föroreningarna eventuellt har transporteras med vattnet till andra områden.

Flera av företagen i Östnor har varit verksamma under lång tid inom samma fastighet och utvecklats från att vara små ”gårdsmedjor” till att bli stora industrier. Detta har medfört att företagen ofta är lokaliserade i direkt anslutning till bostadshus vilket ger byn en mycket speciell karaktär. Genom att människor bor nära industrierna och kan exponeras för eventuella föroreningar är områdets känslighet mycket stor. Detta komplicerar ett eventuellt saneringsarbete eftersom hänsyn vad gäller buller, spridning och damning måste tas. Saneringsmetoder som medför ökad mobilitet hos föroreningarna kan eventuellt vara olämpliga eftersom de ökar risken för exponering. I Öna är industrierna mer samlade till vad som kan kallas ”industriområde” och industrierna gränsar därför främst till andra industritomter. Detta medför att känsligheten i Öna inte betraktas vara lika stor som i Östnor även om avståndet till bostadshus även här är för litet för att sanering helt obehindrat ska kunna göras.

Genom att flertalet av de aktuella industrierna under årens lopp utökats medför det att eventuella föroreningar kan vara ”överbyggda”, det vill säga belägna under dagens industribyggnader. Ett hus fungerar som en slags barriär mot vatten genom att det förhindrar infiltration av nederbördsvatten. Transport och spridning av föroreningar kan dock ändå ske genom exempelvis fluktuerande grundvattenyta.

7.7.2 Förslag på saneringsmetod

Flera av saneringsmetoderna som beskrivits i denna rapport (se stycke 5) är inte aktuella alternativ vid eventuell sanering i Öna och Östnor. Exempelvis är termisk avdrivning och

vakuumextraktion med flera inte tillämpbara för sanering av metallförorenad jord. Även det faktum att jordarten till största del utgörs av sand medför begränsning för flera metoder, till exempel elektrokinetik och filterteknik. Nedan redovisas metoder som vid eventuell sanering skulle kunna bli aktuella.

7.7.2.1 Sanering av förorenad jord

- *Jordtvättning* fungerar bäst på grovkorniga jordar som domineras av sand och grus. Detta medför att den skulle kunna fungera bra på jorden i Öna och Östnor. Metoden är tillämpbar på sanering av metaller, cyanider och olja vilka i denna rapport antas vara aktuella. Begränsning kan dock vara om jordmassorna är förorenade av många olika ämnen.
- *Fytosanering* är möjligt vid sanering av tungmetaller och kräver växter med högt metallupptag samt förmåga att förflytta till och ackumulera metallerna i skotten. Användandet av denna metod begränsas dock av det faktum att de flesta av företagen är i drift vilket begränsar möjligheten att beskoga fastigheten med exempelvis Salix.
- *Inneslutning* kan vara aktuellt om det exempelvis finns föroreningar under ett hus och det finns en risk för spridning.

7.7.2.2 Sanering av sediment

- *Muddring* kan bli aktuellt som metod om en sanering av sedimentet bedöms vara nödvändig. Förbränning kan därefter vara lämplig som *ex situ* behandling av muddermassorna eftersom sedimentet har ett högt innehåll av organiskt material och åtgärden innebär att metallföroreningarna koncentreras.

7.8 VAD HÄNDER EFTER DENNA RISKKLASSNING?

När en bransch, i detta fall metallindustribranschen, är inventerad enligt MIFO fas 1 går länsstyrelsen tillsammans med tillsynsmyndigheterna igenom objekten som hamnat inom riskklasserna 1 och 2. Behovet av vidare undersökning genom en MIFO fas 2 inventering samt ansvarsfrågan diskuteras för de enskilda objekten. I de fall ingen bedöms vara ansvarig men vidare inventering krävs, bekostas inventeringen av statliga medel. I övriga fall bekostas vidare utredning av ansvarig verksamhetsutövare eller fastighetsägare. Tillsynsmyndigheten kan förelägga att ett företag ska göra provtagningar. (Kuttainen, pers. medd., 2004)

Vid MIFO fas 2 genomförs översiktliga undersökningar i form av ett antal markprover och eventuellt sedimentprover om det bedöms vara av intresse. Tillsynsmyndigheten bestämmer om markprov behöver tas och provplatserna väljs antingen baserat på informationen om eventuella "hot spots" från MIFO fas 1 inventeringen eller genom slumpvis framtagen provtagningsskarta. En del företag tar hand om det själva och bestämmer sig för att ta markprover på eget bevåg. Tillsynsmyndigheten eller företagen anlitar konsultföretag för genomförandet av MIFO fas 2. Även om ett objekt inte bedöms vara aktuellt för vidare inventering kan till exempel en senare fastighetsförsäljning medföra att en markprovtagning genomförs. Även ändring i markanvändning som exempelvis bostadshus på en gammal industritomt kan vara en anledning till att gå vidare med ett tidigare lämnat objekt. (Kuttainen, pers. medd., 2004)

8. SLUTSATSER

Eftersom inga markprovtagningar gjorts inom denna rapport baseras objektens riskklassning till största del utifrån antaganden. Detta är också arbetsmetodiken vid en MIFO fas 1 inventering eftersom det skulle bli alltför kostsamt att ta markprover på landets cirka 40 000 förorenade områden. Det är viktigt att inte underskatta riskerna på objekten och därför görs antagandena utifrån ett ”värsta fallet scenario” vilket medför att den antagna föroreningssituationen kan vara värre än den egentligen är. Det omvända förhållandet, det vill säga att ett område är mer förorenat än man tror, är inte heller en omöjlighet.

Metodiken för Inventering av Förorenade Områden (MIFO) används av yrkesverksamma runt om i Sverige och för att jämförelser mellan länen ska vara möjligt är det viktigt att alla använder inventeringsmetodiken på samma sätt och gör lika bedömningar. Detta innebär att MIFO innehåller flera generaliseringar angående bland annat spridningsförutsättningar, känslighet och skyddsvärde vilket innebär att de förenklar det egentliga förhållandet i naturen. Föroreningars beteende och rörelser i marken är ju inte detsamma på alla platser med samma jordart utan även andra faktorer såsom nederbörds mängd, temperatur, redoxförhållande spelar in.

9. TILLKÄNNAGIVANDEN

Först och främst vill jag tacka mina handledare Dan Berggren Kleja vid SLU och Karin Kuttainen vid Länsstyrelsen i Dalarnas län för goda råd och bra handledning under arbetets gång. Även tack till övriga i Länsstyrelsens ebh-grupp för bra diskussioner om förorenad mark och mycket annat. Tack även till Mora-Orsa miljökontor, och då främst Annelie Corell som följt med mig på alla platsbesök och tack till alla företag som var tillmötesgående och gjorde platsbesöken givande. Till sist vill jag även tacka alla andra som varit till hjälp på många olika sätt.

10. REFERENSER

Alesii B.A och Fuller W.H, 1976, *The Mobility of Three Cyanide Forms in Soils, I Residual Management by Land Disposal Proceedings of the Hazardous Waste Research Symposium* (redaktör W.H. Fuller), US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio

Alloway B.J, 1995, *Heavy metals in soils*, andra utgåvan, Chapman & Hall, Storbritannien, 368 sidor

Bergman Oscar, 1939, *Järn- och metallmanufaktur*, Tekniskt Folkbibliotek, Albert Bonniers Förlag, Stockholm, 244 sidor

Bergman Oscar, 1943, *Gjutning*, fjärde upplagan, Wahlström & Widstrand, Stockholm, 493 sidor exklusive bilagor

Burman Karin och Carlsson Bo, 2000, *Utvärdering av pilotdemonstration*, Forsknings- och utvecklingsprojekt om klorerade lösningsmedel på uppdrag av Miljöteknikdelegationen, Envipro Miljöteknik, Linköping

- Clarín Lars, 1988, (artikel utan överskrift), Ytforum 1:33-36
- Ebbesson Jonas, 2003, *Miljörätt*, Iustus förlag, Uppsala, 196 sidor
- Greger Maria, Landgren Tommy och Berg Björn, 2001, *Salix clones with different properties to accumulate heavy metals for production of biomass*, Akademitryck AB, Edsbruk, ISBN 91-631-1493-3
- Grip Harald och Rodhe Allan, 1994, *Vattnets väg från regn till bäck*, Hallgren & Fallgren Studieförlag AB, Uppsala, 155 sidor
- Hansson Torbjörn, *Avfettning och rengöring i lösningsmedel, I: Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994, band I, kapitel 11, s 228-233, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping
- Karlsson Ove, 1998, *Hantverk som blev industri – En liten historik över Mora näringsutveckling*, Mora bygdearkivs skriftserie nr 1, Mora Konstförlag och tryckeri, 30 sidor
- KJ Eriksson 1912-1992*, 1991, ABE-tryck i Malung AB, 47 sidor
- Kjeldsen Peter, 1999, *Behaviour of cyanides in soil and groundwater: A review*, I: Water, Air and Soil Pollution 115:279-307, Kluwer Academic Publishers, Nederländerna
- KM gruppen Dalarna, 1987, *Mora kommun meanderslinga Önanoret*, KM-litt 1680176, Geokonsult uppdrag nr 5011
- Langwe Monica och Romson Anders, 2001, *Östnor Morainindustrins vagga*, Strålns Tryckeri AB, Falun, 60 sidor
- Lannerbro Ragnar, 1953, *Mora del 1, Morabygdens geologi och Ther nu ähr Elf war förra Landh*, AB Wasatryckeriet, Mora, 62 sidor
- Larsson Hugo W., 1950, *Handbok i galvanisering, oxidering och metallfärgning*, sjunde upplagan, Björk & Börjessons bokförlag, Stockholm, 92 sidor
- Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2001, *Vattentäkter i Dalarnas län*, Rapport 2001:8, Miljövårdsenheten, Falun
- Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2003, *Dalarnas miljömål*, Rapport 2003:19, Miljövårdsenheten, 95 sidor
- McBride Murray B, 1994, *Environmental chemistry of soils*, Oxford University Press, New York, 406 sidor
- Mehlqvist Rolf, *Slipning, polering och kratsning*, I: *Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994, band I, kapitel 7, s 155-166, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping
- Miljöbalken, utfärdad 1999-01-01
- Miljöskyddslagen (1969:387), utfärdad 1969-05-29, upphävd 1999-01-01

Minnen från by, fäbod och skola, 1989, ABE-tryck i Malung AB, 176 sidor

Moritz Gunnar, *Vattenbaserad avfettning, I: Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994, band I, kapitel 10, s 205-227, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping

Nationalencyklopedin, 1996, Språkdata, Göteborg och Bokförlaget Bra Böckers AB, Höganäs

Naturvårdsverket, 1985, *Vattenvård inom verkstads- och ytbehandlingsindustri*, Allmänna råd 85:1, Ansvarig utgivare: Ingvar Bingman, Naturvårdsverket, Solna/Stockholm, 71 sidor

Naturvårdsverket, 1991, *Branschfakta- Gjutier*, 16 sidor

Naturvårdsverket, 1995, *Branschkartläggningen – En översiktlig kartläggning av efterbehandlingsbehovet i Sverige*, Rapport 4393, Stockholm, 212 sidor, ISBN 91-620-4393-5

Naturvårdsverket, 1996, *Åtgärdsteknik – Metoder för efterbehandling och sanering av förorenad mark*, Rapport 4232, andra tryckningen, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm, 148 sidor, ISBN 91-620-4232-7

Naturvårdsverket, 1997, *Generella riktvärden för förorenad mark - Beräkningsprinciper och vägledning för tillämpning - Efterbehandling och sanering*, Rapport 4638, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm, 49 sidor exklusive bilagor, ISBN 91-620-4638-1

Naturvårdsverket, 1999, *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Sjöar och vattendrag*, Rapport 4913, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm, 101 sidor, ISBN 91-620-4913-5

Naturvårdsverket, 2002, *Metodik för inventering av förorenade områden*, Rapport 4918, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm, 150 sidor, ISBN 91-620-4918-6

Naturvårdsverket, 2003a, *Om ansvar för miljöskulder i mark och vatten - Miljöbalkens regler om skyldigheter och ansvar för förorenade områden*, Rapport 5242, Naturvårdsverkets förlag, Stockholm, 85 sidor, ISBN 91-620-5242-X

Naturvårdsverket, 2003b, *Efterbehandling av förorenade sediment – en vägledning*, Rapport 5254, elektronisk publikation, Naturvårdsverket, Stockholm, 107 sidor inklusive bilagor, ISBN 91-620-5254-3.pdf

Persson Lars och Sandberg Osvald, *Galvanoteknikens historia, I: Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994, band I, kapitel 1, s 5-31, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping

Romson Janne, 1955, *F.M. Mattsson AB i Östnor 90 år*, AB John Antonsons boktryckeri, Göteborg, 70 sidor

Rostmark Susanne, 2004, *Frysmuddringsteknik för sanering av förorenade sedimentområden*, Institutionen för samhällsbyggnad/geoteknik, Luleå Tekniska Universitet, Licentate thesis 2004:77

Rosqvist Linda, 2003, *Klorerade kolvätens kemiska, toxikologiska och ekotoxikologiska effekter och egenskaper - en studie gjord åt SWECO Viak*, Institutionen för Ekotoxikologi, Lunds universitet, Tillämpad Ekotoxikologi 2, 10 p

Sandberg Osvald, *Blästring*, I: *Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994a, band I, kapitel 8, s 167-181, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping

Sandberg Osvald, *Trumling*, I: *Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994b, band I, kapitel 9, s 182-204, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping

Sandberg Osvald och Wallin Torgny, *Betning och dekapering*, I: *Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling*, 1994, band I, kapitel 12, s 234-262, Ytforum/G Ekströms Förlag AB, Linköping

Sveriges Geologiska Undersökning, 1990, *Berggrundskartan, 14E Mora SO*, SGU Ser Ai nr 51, godkänd 1990-11-12, karteringen är utförd mellan 1985-89

SWECO VIAK, 2003, *Sedimentprovtagning Öna bystuga*, Uppdragsnummer 1516140015

INTERNET

Hagfors kommun, 2003, *Hagfors kommun – Nyheter*,
<http://www.hagfors.se/aktuellt/sanering.asp>, senast uppdaterad 2003-10-23, läst 2004-04-14

Kemikalieinspektionen, 2000, *Trikloretten- Casnr 79-01-6*,
<http://www.kemi.se/kemamne/trikloreten.htm>, kontaktperson: Margareta Östman, senast reviderad 2000, läst 2004-04-13

Mora kommun, *Mora Kommun*,
http://www.mora.se/ArticlePages/200308/21/20030821113631_UK779/20030821113631_UK779.dbp.html, skrivet av: Sven-Erik Nilsson, 2003-08-21, läst: 2003-10-16

Miljömålsportalen, 2003a, *Miljömålsportalen - Utvecklingen av miljömålen, historik*,
http://miljomal.nu/om_miljomalen/historik.php, ansvarig för sidan: info@miljomal.nu, senast uppdaterad 2003-06-05, läst 2004-03-09

Miljömålsportalen, 2003b, *Miljömålsportalen*,
http://miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal4.php, ansvarig för sidan: info@miljomal.nu, senast uppdaterad 2003-06-05, läst 2004-03-09

Naturhistoriska riksmuseet, 2000, *Den virtuella floran: Lycopodiaceae – Lummerväxter*,
<http://linnaeus.nrm.se/flora/orm/lycopodia/welcome.html>, ansvarig för sidan: Arne Anderberg, senast uppdaterad 2000-03-16, läst 2004-05-04

Naturvårdsverket, 2004, *Efterbehandling och sanering av förorenade områden - Naturvårdsverket*, <http://www.naturvardsverket.se/dokument/teknik/sanering/sanering.htm>, kontaktperson: Ingegerd Andersson, senast uppdaterad 2004-02-19, läst 2004-05-24

Sveriges Geologiska Undersökning, 2003, *Karttjänster, Jordartskarta*,
http://www.sgu.se/sgu/sv/service/kart-tjanst_start.htm#jord , Ansvarig för sidans innehåll:
Lars Kristian Stölen, läst 2003-10-10

PERSONLIGA MEDDELANDEN

Bastman Sten, MARAB (Mora Automation & Robotteknik AB), 2003-11-19

Bergman Stefan, Finnveden Metal Structures, 2003-12-17

Boström Rolf, Brunnsborrning AB, 2003-12-22

Brask Anders, Frost Knivfabrik, 2003-12-18

Djos Hans Mattsson, 2003

Eriksson Mats, Bröderna Erikssons Metallfabrik, 2003-12-18

Jönsson Erik, Jönssons knivfabrik, 2003-12-18

Kuttainen Karin, Länsstyrelsen Dalarna, 2003-2004

Lindgren Anders, 2004-02-13

Nayström Peter, Svenska Gjuteriföreningen, 2004-05-05

Olsson Ulfh, Mattsson Metal AB, 2003-12-17

Romson Anders, 2003

Svensson Tord, Mora Bygg och Förvaltning, 2003-11-18

Öhman Lars-Göran, Morells Metallgjuteri, 2003-12-18

LÄNSSTYRELSEN DALARNA

Företagshandlingar

Bröderna Erikssons metallfabrik, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-18 dnr VI B22-16-68; III: *Ansökan om tillstånd enligt miljöskyddslagen till fortsatt drift av ytbehandlingsanläggning, Mora kommun*, Beslut, 1983-11-28 dnr 11.1821-3447-83 2062 aktbilaga 15; IV: *Ansökan om tillstånd enligt miljöskyddskungörelsen 81-07-01*, 1983-05-19 dnr 11.1821-3447-83. Handlingar finns i arkivkartong F 5ACA: 151, slutarkivet

Bröderna Ströms metallfabrik, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Anmälan om utsläpp av industriellt avloppsvatten från ytbehandlingsindustri*, 1968-05-08 dnr VI B22-19-68; III: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09 dnr VI B22-19-68; IV: *Ang. utsläpp av industriellt avloppsvatten, Uppgifter angående*

ytbehandlingsanläggning, 1968-11-28 dnr VI B22-19-68. Handlingarna finns i arkivkartong E6d: 3, slutarkivet

FM Mattsson, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-17 dnr VI B22-15-68; III: *Betr. Utsläpp av industriellt avloppsvatten från ytbehandlingsindustri*, 1968-09-10 dnr VI B22-15-68; IV: *Beslut angående ändring av bolagets anläggning och utsläpp av avloppsvatten*, Statens Naturvårdsverk 1971-05-28 dnr VI D42-99-71; V: *Mora kommun, Hälsovårdsnämnden sammanträdesprotokoll HVN § 336, 1981.94, 1981-09-23* (dnr saknas); VI: *Mora kommun, Hälsovårdsnämnden sammanträdesprotokoll HVN § 244, 1982.49, 1982-08-18* (dnr saknas); VII: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten från ytbehandlingsindustri*, 1968-05-07 dnr VI B22-15-68. Handlingarna finns i miljövårdsenhetens närarkiv, FM Mattsson Pärm 1

KJ Eriksson, I: *Miljökonsekvensbedömning (MKB) utförd av SWECO VBB VIAK*, 1999-01-28 diarienummer 241-12253-98

Mora Armatur, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-17 dnr VI B22-43-68; III: *Ansökan om tillstånd enligt miljöskyddslagen för verksamheten vid Mora Armatur AB*, 1989-06-30 dnr 24102-8181-89. Handlingarna finns i miljövårdsenhetens närarkiv, pärm: Mora Armatur

Mora Industri, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-17 dnr VI B22-44-68; III: *Uppgifter rörande vatten- och luftföroreningsfrågor inom ytbehandlingsindustrin*, 1970-03-23 dnr 11.182-389-72. Handlingarna finns i arkivkartong F 5ACB: 37, slutarkivet

Mora Kranar, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Brev utan överskrift från Mora Kranar till Länsstyrelsen*, 1968-05-13 dnr VI B22-18-68; III: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-18 dnr VI B22-18-68; IV: *Ansökan om undantag från skyldigheten att söka tillstånd hos Koncessionsnämnden för miljöskydd i fråga om utsläpp av avloppsvatten*, 1973-09-06 dnr 11.182-3085-73; V: *Besiktning av den ytbehandlande verksamheten och avloppsvattenbehandlingen avseende yttre miljöförhållanden vid AB Mora Kranar, Mora*, 1986-12-02 dnr saknas; VI: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-11-29 dnr VI B22-18-68; VII: *Anmälan*, 1989-09-26 dnr 24103-10878-89. Handlingarna finns i miljövårdsenhetens närarkiv, pärm: Mora Industrier Pärm 1.

Mora Metall, I: *Besöksrapport 29.5.1968* (diarienummer saknas); II: *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten*, 1968-09-17 dnr VI B22-20-68; III: *Anmälan om produktionsförändringar samt förändrad avloppsvattenhantering vid Mora Metall, Mora*, 1985-01-02 dnr 11.183-3094-85; IV: *Beträffande Edert brev av den 15 mars 1968*, 1968-05-20 dnr VI B22-20-68; V: *Besiktning av ytbehandlande verksamhet och avloppsvattenbehandling avseende yttre miljöförhållanden vid Mora Metall, Mora*, 1982-12-21 besiktningen utförd av IMAB (Industrins Miljöanalys AB) dnr saknas; VI: *Betr. dispensärende dnr 896-83-71-2061, akt. bil. 3, 1971-05-05* dnr VI B42-45-71-2062-3. Handlingarna finns i arkivkartong F 5ACB: 34, slutarkivet

Övriga handlingar

Länsstyrelsen, 1968, *Angående utsläpp av industriellt avloppsvatten från ytbehandlingsindustrier*, skrivelse till samtliga hälsovårdsnämnder inom Kopparbergs län, 1968-03-18, diarienummer: VI B22-24-68, arkivkartong DI: 1, slutarkivet

Länsstyrelsen, 1977, *Skyddsområde för grundvattentäkt i Riset, Mora kommun*, Beslut 1977-10-14, diarienummer 11.184-557-77, Miljövårdsenhetens ”gröna arkiv”

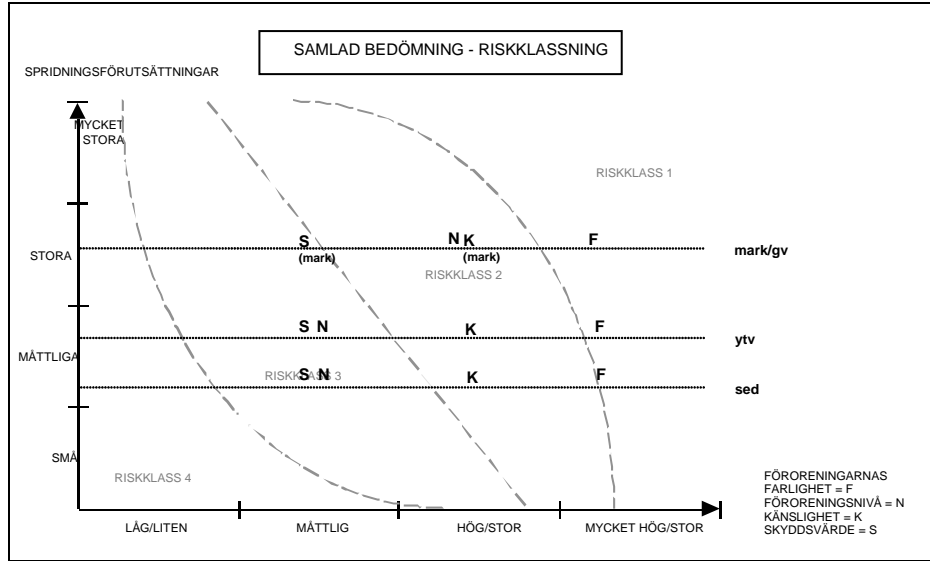
Länsstyrelsen, 2004a, *Område av riksintresse för naturvård i Dalarnas län, Nr 43 Morafältet*, (utdrag ur databas)

Länsstyrelsen, 2004b, *Sedimentprovtagning i Norbäcken*, 2004-05-26 diarienummer 577-951-04, Miljövårdsenhetens närarkiv och EBH-arkivet

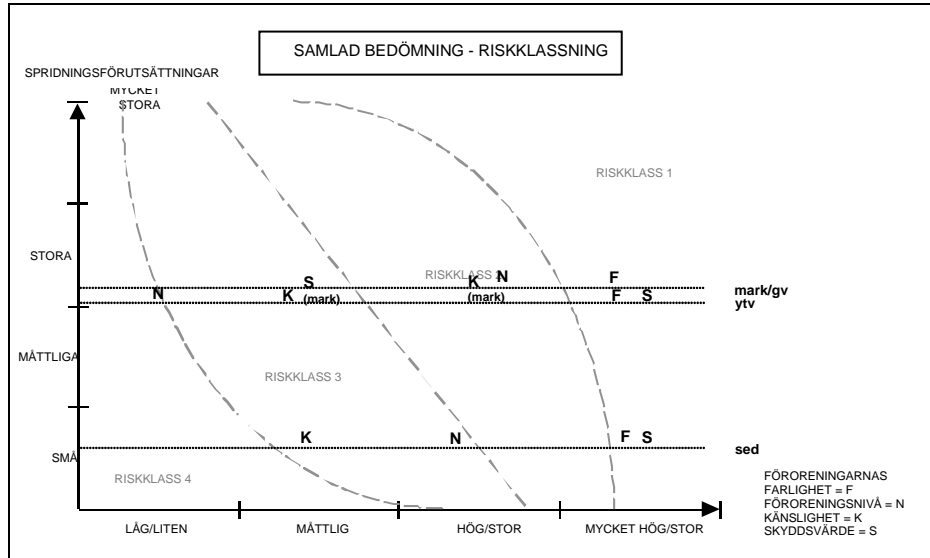
Statens naturvårdsverk, 1993, Industritekniska avdelningen, Enheten för metallindustri, 1993-02-11 Brev till ytbehandlingsansvariga vid länsstyrelser, kommuner och branschorganisationer med titeln *Pariskommissionens rekommendation angående utsläpp från ytbehandlingsindustrier*, diarienummer saknas

VBB (Vattenbyggnadsbyrån), 1975, *Förslag till skyddsbestämmelser för vattentäkt i Riset, Mora kommun*, 1975-01-27, nr: 29850

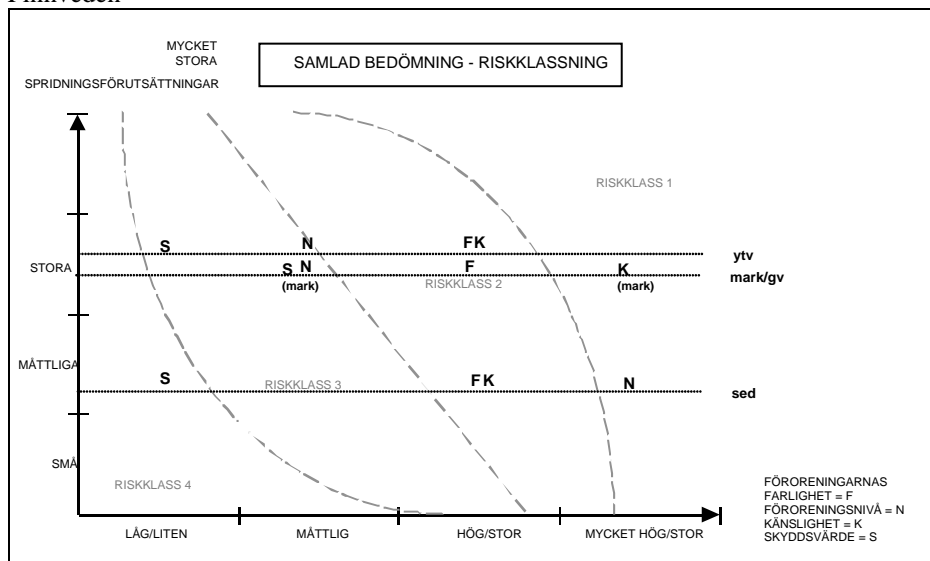
Bröderna Erikssons metallfabrik



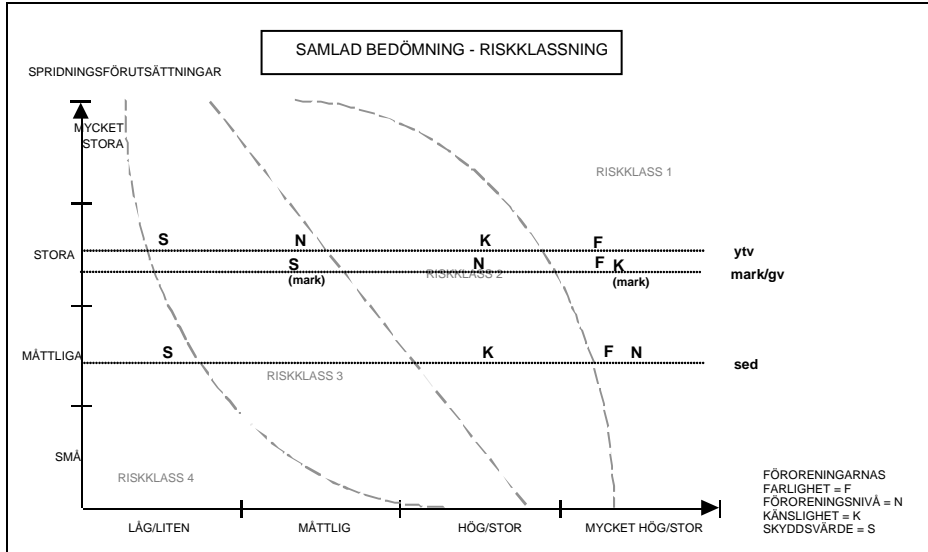
Bröderna Ströms metallfabrik



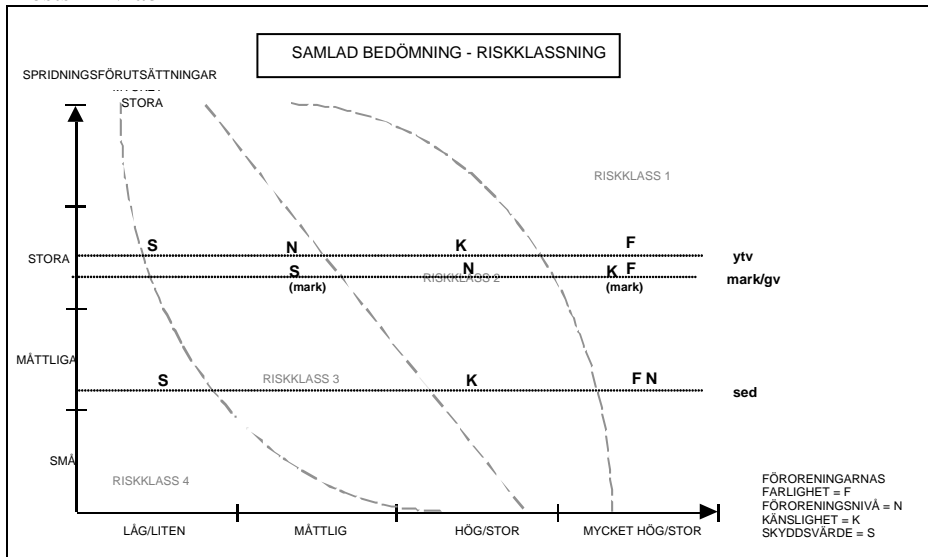
Finnveden



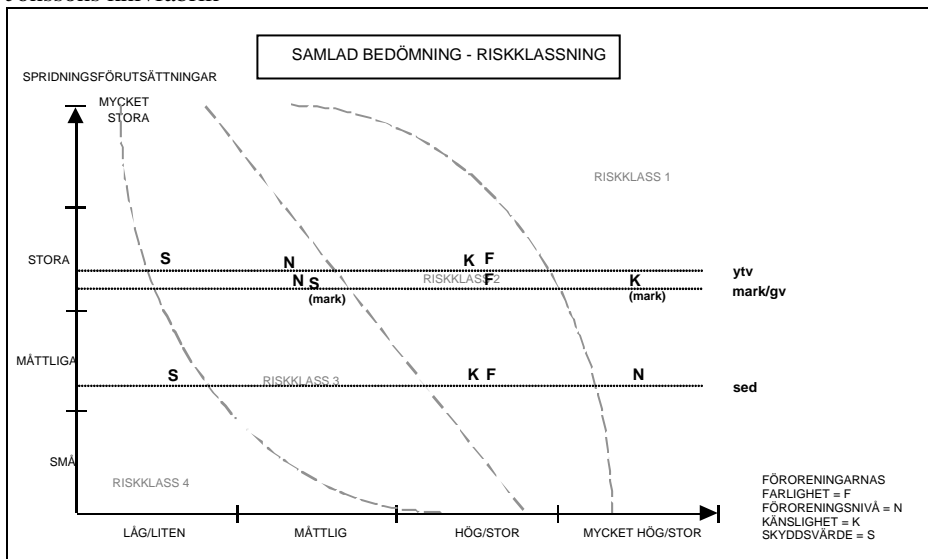
FM Mattsson



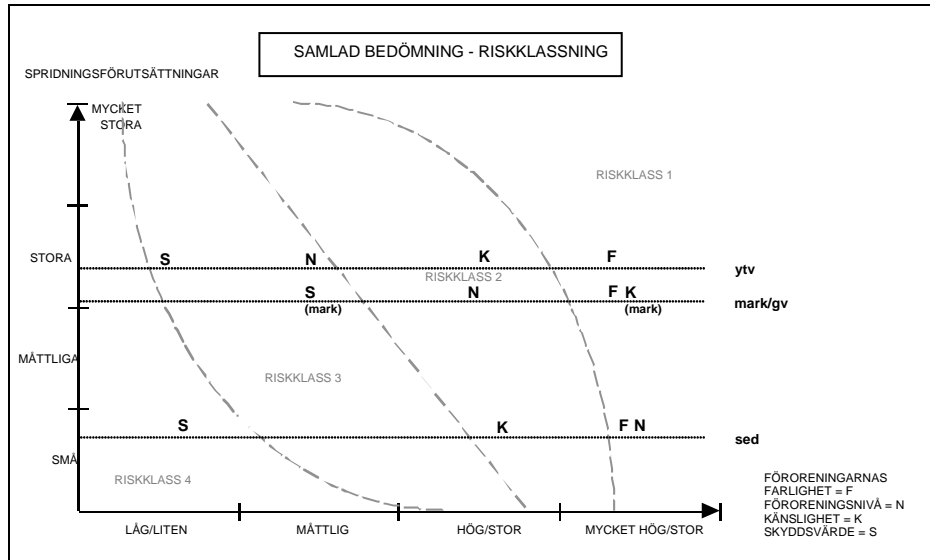
Frosts knivfabrik



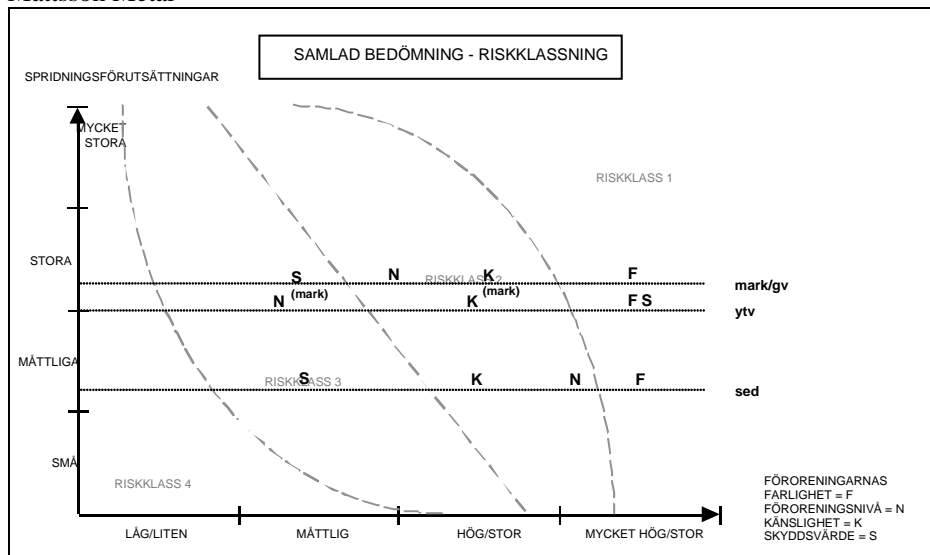
Jönssons knivfabrik



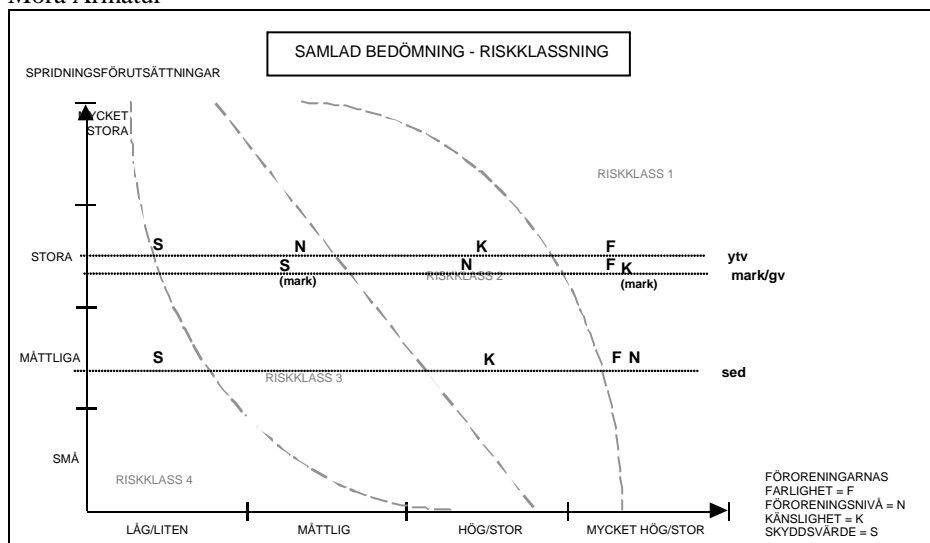
KJ Eriksson



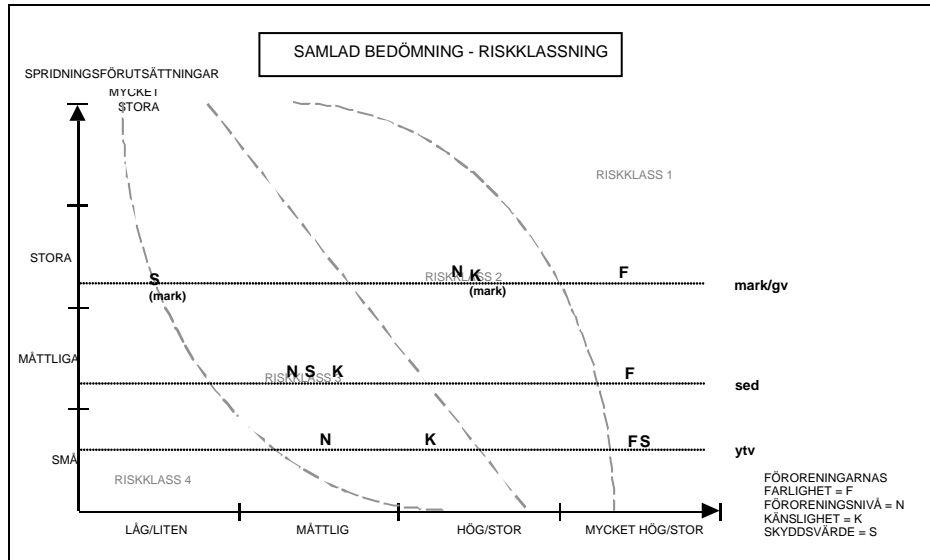
Mattsson Metal



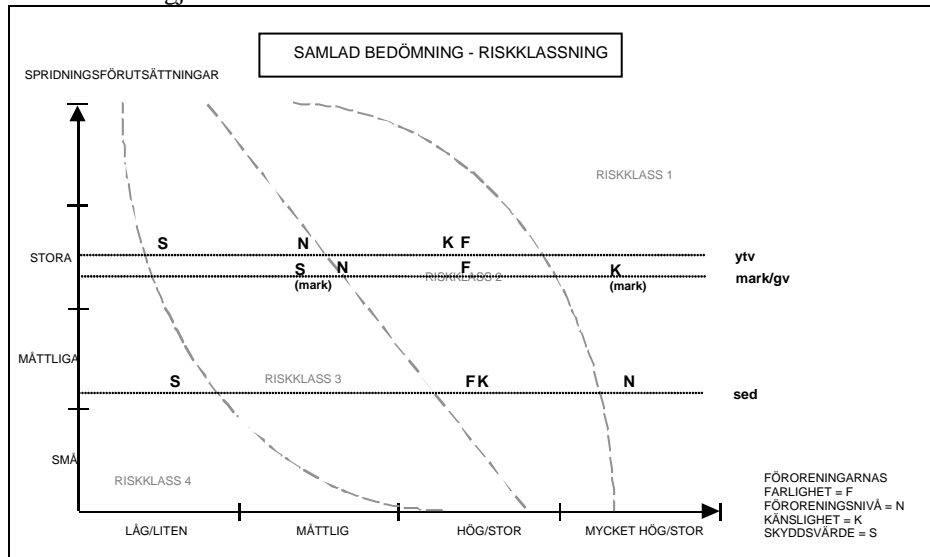
Mora Armatur



Mora Metall



Morells metallgjuteri



Bröderna Erikssons metallfabrik*Föreningssituation*

Markens föreningsnivå uppskattas till stor. Detta grundas på att ytbehandling utförts inom fastigheten mellan 1947 och 1984/85. Cyanidhaltiga förkopplingsbad användes fram till 1983 utan reningsanläggning. Avloppsvattnet gick orenat till en bäck som mynnar ut i Önanoret. Bäckens omges av myrmark som kan tänkas samlat upp föroreningar eftersom organiskt material har hög förmåga att binda vissa föroreningar. Föreningssnivån i sedimentet uppskattas till måttlig medan ytvattnets föreningsnivå antas vara liten eftersom verksamheten idag inte medför något utsläpp av avloppsvatten till bäcken.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand. Företaget ligger på en liten höjd och nedanför rinner en bäck. Detta medför stora spridningsförutsättningar i marken eftersom grundvattnet kan tänkas röra sig i riktning mot bäcken. Ytvattnets spridningsförutsättningar uppskattas vara måttliga. Detta grundas på att bäcken omges av myrmark vilket minskar spridningsförutsättningarna.

Känslighet/Skyddsvärde

Markens känslighet är stor eftersom området är öppet vilket medför att det inte går att uteslutas att barn kan exponeras. Det arbetar dessutom en person inom fastigheten. Bäckens rinner nära bebyggelse samt skola och detta medför en stor känslighet. Både ytvatten och mark har ett måttligt skyddsvärde eftersom ekosystemen är vanliga i regionen. Bäckens mynnar ut i Önanoret som i sin tur mynnar ut i Österdalälven. Österdalälven är klassad som riksintresse för naturvården men i älven är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna är små.

Sammanvägd bedömning

Objektet väger mellan riskklass 2 och 3. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Det som talar för den högre riskklassen är den mycket höga farligheten hos vissa ämnen som använts inom verksamheten. Även försiktighetsprincipen gör att objektet klassas som riskklass 2.

Bröderna Ströms metallfabrik*Föreningssituation*

Markens föreningsnivå uppskattas vara stor. Detta grundas på att någonstans inom fastigheten ska det finnas en industritipp där karbidslam samlats. Eventuellt kan den vara belägen på andra sidan vägen men det är osäkert. Avloppsvattnet leddes till sankmarken på andra sidan vägen. Sankmarken avvattnas genom Norbäckens. Föreningssnivån i sankmarken antas vara stor eftersom organiskt material har stor förmåga att bl.a. binda metaller. Föreningssnivån i ytvattnet (Norbäckens) sätts till låg medan den i sedimentet vid provtagning visade sig vara stor.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket tyder på stora spridningsförutsättningar. Förhållandevis plan mark medför små grundvattenrörelser vilket sänker spridningsförutsättningarna något. Sankmarken på andra sidan vägen har låga till måttliga spridningsförutsättningar pga dess stora bindningskapacitet. I riskklassningen av andra objekt har spridningsförutsättningarna i Norbäckens antagits som stora pga ökat vattenflöde genom kylvattenutsläpp. Ströms ligger dock uppströms dessa utsläpp vilket borde innebära något mindre flöde och spridningsförutsättningarna uppskattas därför till måttliga-stora.

Känslighet/Skyddsvärde

Markens känslighet sätts till stor och grundas på den omgivande jordbruksmarken samt att yrkesverksamma exponeras under arbetstid. Norbäckens känslighet antas vara måttlig vid denna punkt även om den nedströms detta objekt klassas som stor. Detta beror på att den vid detta objekt rinner längre från bebyggelse. Markens skyddsvärde är måttligt eftersom området kan räknas som ett "normalt" jordbruksområde. Marken på andra sidan vägen räknas dock som riksintresse för naturvården och detta medför att Norbäckens räknas dit och har då mycket stort skyddsvärde vid detta objekt.

Sammanvägd bedömning

I riskklassningsdiagrammet återfinns de olika punkterna i olika riskklasser. Flest punkter är det i riskklass 1 och 3. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Mer uppgifter om industritippen skulle kunna ändra riskklassningen. I nuläget hamnar objektet i riskklass 2.

Finnveden*Föreningssituation*

Markens föreningsnivå uppskattas till måttlig. Företaget har troligtvis släppt ut sitt avloppsvatten till ett dike som mynnar ut i Norbäcken. Som ytvatten i riskklassningen avses Norbäcken och föreningsnivån i dess ytvatten är klassat som måttlig och i sedimentet som mycket stor. Detta beror på att flera företag tidigare släppt ut orenat avloppsvatten till bäcken.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket tyder på stora spridningsförutsättningar. Det har varit översvämningar inom området vilket ökar spridningsförutsättningarna. Norbäckens spridningsförutsättningar uppskattas till stora eftersom flera företag släpper ut sitt kylvatten vilket ökar vattenflödet.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget ligger i nära anslutning till bostadsbebyggelse och därför är känsligheten mycket stor. Norbäcken har stor känslighet eftersom den rinner genom Östnor och det inte kan uteslutas att barn leker i och vid bäcken. Norbäcken har under lång tid varit utsatt för föroreningar och därför är dess skyddsvärde lågt. Norbäcken mynnar dock ut i Österdalälven som är klassad som riksintresse för naturvården men i älven är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna räknas som små.

Sammanvägd bedömning

Enligt riskklassningsdiagrammet väger objektet mellan riskklass 2 och 3. Med tanke på att det är en verkstadsindustri utan ytbehandling hamnar objektet i nuläget i riskklass 3. Osäkerheterna med riskklassningen är dock stora eftersom både föreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Nya uppgifter och ändrad markanvändning kan ändra riskklassningen.

FM Mattsson*Föreningssituation*

Innan reningsanläggning för avloppsvatten uppfördes 1971 gick avloppsvattnet orenat till Norbäcken. Flera andra industrier i Östnor har också släppt ut orenat avloppsvatten till Norbäcken vilket medfört att föreningsnivån i sedimentet vid provtagning visade sig vara mycket stor. Föreningssnivån för ytvattnet uppskattas till måttligt och grundas på den förbättrade reningsteknik för avloppsvatten som finns idag. Eftersom företaget har varit verksamt inom samma område sedan 1865 kan man inte bortse från att markens föreningsnivå kan vara stor.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket medför stora spridningsförutsättningar. Innan Österdalälvens flöde började kontrolleras genom kraftverk mm var det vanligt med översvämningar. Fluktuerande vattennivå ökar spridningsförutsättningarna. Norbäckens spridningsförutsättningar uppskattas till stora med tanke på att flera företag släpper ut sitt kylvatten där vilket ökar vattenflödet.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget ligger i nära anslutning till bostadsbebyggelse vilket leder till mycket stor känslighet. Det kan inte uteslutas att barn leker i och vid Norbäcken och därför sätts bäckens känslighet till stor. Eftersom Norbäcken varit utsatt för föroreningar under en mycket lång tid anses dess skyddsvärde vara lågt. Bäcken mynnar dock ut i Österdalälven som är klassat som riksintresse för naturvården men i älven är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna är små.

Sammanvägd bedömning

Objektet väger mellan riskklass 1 och 2. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Företaget har utfört ytbehandling inom fastigheten sedan 1893 och med tanke på de farliga kemikalier som använts samt att man inte hade samma miljömedvetande då som idag leder till att osäkerheten angående hur och var kemikalier använts är stor. Eftersom företaget fortfarande är verksamt sätts riskklassen i nuläget till 2. Nya uppgifter eller ändrad markanvändning kan dock ändra riskklassningen.

Frosts knivfabrik*Föreningssituation*

I början av 1970-talet började företaget med sedimentering av vattnet från slipningen. Innan det följde en del av slammet med vattnet till Norbäcken och övrigt slam användes som utfyllnadsmaterial till för ca 25 år sedan. Detta innebär att markens föroreningsnivå kan vara stor. Flera industrier i Östnor har tidigare släppt ut orenat avloppsvatten till Norbäcken vilket medfört att föroreningsnivån i sedimentet vid provtagning visade sig vara mycket stor. Ytvattnets föroreningsnivå uppskattas till måttlig och grundar sig på den förbättrade reningsteknik som finns idag.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand och spridningsförutsättningarna uppskattas därmed till stora. Marken är sank och i alla fall innan grävningen av Norbäcken gjordes på mitten av 1950-talet var översvämningar vanliga. Fluktuerande vattennivåer ökar spridningsförutsättningarna. Flera företag släpper ut kylvatten i Norbäcken vilket ökar vattenflödet och därför bedöms bäckens spridningsförutsättningar vara stora.

Känslighet/Skyddsvärde

Närhet till bostadsbebyggelse medför mycket stor känslighet. Det kan inte uteslutas att barn kan tänkas leka i och vid Norbäcken och därför sätts bäckens känslighet till stor. Skyddsvärdet i Norbäcken uppskattas till lågt eftersom den under lång tid varit utsatt för utsläpp av föroreningar. Bäckens mynnar dock ut i Österdalälven som är klassad som riksintresse för naturvården och därmed har mycket stort skyddsvärde. I älven är dock utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna där uppskattas som små.

Sammanvägd bedömning

Objektet hamnar i riskklass 2. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Nya uppgifter och förändrad markanvändning kan därför ändra riskklassningen. Företaget har varit verksamt på fastigheten sedan 1891 och med tanke på att man inte hade samma miljötankande förr som idag leder det till att osäkerheten angående vilka och hur kemikalier använts är stor.

Jönssons knivfabrik*Föreningssituation*

Markens föroreningsnivå uppskattas till måttlig. Detta grundas på att knivtillverkningen är småskalig och därmed inte ger upphov till större mängd avfall. Företaget har tidigare och än idag avloppsvattnet kopplat till två sjunkbrunnar. Närmaste ytvatten är Norbäcken. Eftersom andra företag släppt ut orenat avloppsvatten till bäcken visade provtagning att föroreningsnivån i sedimentet var mycket hög.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket tyder på stora spridningsförutsättningar. Marken är dock plan vilket minskar spridningen genom små grundvattenrörelser. Norbäcken spridningsförutsättningar uppskattas till stora beroende på att flera företag släpper ut kylvatten vilket ökar bäckens vattenflöde.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget ligger i nära anslutning till bostadsbebyggelse vilket medför mycket stor känslighet. Markens skyddsvärde är måttligt. Norbäcken har stor känslighet eftersom den rinner nära bebyggelse och det inte kan uteslutas att barn leker i och i anslutning till bäcken. Eftersom Norbäcken varit utsatt för föroreningar under lång tid räknas dess skyddsvärde som lågt. Norbäcken mynnar ut i Österdalälven som är klassad som riksintresse för naturvården. I älven är dock utspädningen så stor att spridningsförutsättningarna blir små.

Sammanvägd bedömning

Objektet hamnar i riskklass 3. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Riskklass 3 känns rimlig med tanke på att verksamheten är småskalig. Det som drar upp klassningen i riskklassningsdiagrammet är Norbäcken. Detta företag är dock inte kopplat till Norbäcken och själva bedömningen är därför gjord för själva marken.

KJ Eriksson*Föreningssituation*

Föroreningsnivån i marken uppskattas vara stor. Detta grundas på att slipvattnet infiltrerats i en grop fram till år 1999 samt att cyanidbad grävts ned inom fastigheten. 1999 var slipvattnet förhållandevis rent men osäkert vad

vattnet innehåll förr. Från ytbehandlingsanläggningen gick obehandlat avloppsvatten till Önanoret. Önanoret går ihop med Norbäcken ca 500 m nedströms företaget. Båda vattendragen har tidigare varit recipienter för orenat industriellt avloppsvatten. Vid provtagning i Norbäcken visade sig sedimentets föroreningsnivå vara mycket stor. Ytvattnets föroreningsnivå antas vara måttlig beroende på dagens förbättrade reningsteknik för avloppsvatten

Spridningsförutsättningar

Marken som företaget är belägen på består av sand och finare sediment med grövre sand längre ned i markprofilen. Detta medför stora spridningsförutsättningar. Marken söder om företaget är sank vilket kan minska spridningen eftersom organiskt material har hög förmåga att binda vissa föroreningar. Tidigare var det vanligt med översvämningar på området vilket ökar spridningsförutsättningarna i grundvattnet. Grundvattenytan ligger uppskattningsvis 3-4 m under markytan. Spridningsförutsättningarna i ytvattnet uppskattas till stora eftersom flera företag släpper ut sitt kylvatten vilket ökar vattenflödet. Spridningsförutsättningarna i sedimentet antas vara måttliga.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget gränsar till Bjäkenbackens skola och därför är markens känslighet mycket stor. Önanoret och Norbäcken har stor känslighet eftersom det på grund av närhet till skola och bebyggelse inte kan uteslutas att barn leker i och vid anslutning till vattnet. Skyddsvärdet på vattendragen sätts som lågt eftersom de varit utsatta för föroreningar under lång tid. Både Önanoret och Norbäcken mynnar ut i Österdalälven som är klassad som riksintresse för naturvärden vilket innebär mycket stort skyddsvärde. I älven är dock utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna är små.

Sammanvägd bedömning

Objektet bedöms hamna i riskklass 2. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. De låga skyddsvärdena drar ned klassningen medan känsligheten och föroreningarnas mycket höga farlighet ökar den. Nya uppgifter och ändrad markanvändning kan dock ändra riskklassningen.

Mattsson Metal

Föroreningssituation

Markens föroreningsnivå uppskattas till stor. Vid schaktning 2003 upptäcktes inga synliga föroreningar eller fyllnadsmaterial. Osäkert dock hur föroreningsnivån för "osynliga" föroreningar ser ut. Sedimentprovtagning vid Öna bystuga visade att föroreningsnivån i sedimentet var stor till mycket stor. Ytvattnets föroreningsnivå uppskattas till måttlig beroende på förbättrad vattenreningsteknik hos företaget som släpper ut vatten där.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket innebär stora spridningsförutsättningar. Önanoret är delvis igenväxt och omges av sankmark vilket minskar spridningsförutsättningarna. Spridningsförutsättningarna i ytvattnet uppskattas därför till mellan måttliga och stora. Önanoret mynnar ut i Österdalälven men där är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna räknas som små.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget gränsar till jordbruksmark vilket medför att känsligheten är stor. Önanoret rinner nära bebyggelse vilket medför att det inte kan uteslutas att barn leker i och vid bäcken. Känsligheten för ytvattnet blir därför stor. Markens skyddsvärde är måttligt eftersom det kan räknas som ett "normalt" jordbruksområde. Önanorets skyddsvärde är dock mycket högt eftersom denna del av Önanoret räknas som riksintresse för naturvärden.

Sammanvägd bedömning

Objektet hamnar i riskklass 2. Detta grundas på att företaget utfört ytbehandling och därmed hanterat ämnen med mycket hög farlighet. Osäkerheterna med riskklassningen är dock stora eftersom både spridningsförutsättningarna och föroreningsnivåerna är uppskattade. Nya uppgifter eller ändrad markanvändning kan förändra riskklassningen.

Mora Armatur

Föroreningssituation

Obehandlat avloppsvatten släpptes ut i Norbäcken fram till 1975 då reningsanläggning uppfördes. Även andra företag har släppt ut orenat avloppsvatten vilket medfört att föroreningsnivån i sedimentet vid provtagning visade sig vara mycket stor. Ytvattnets föroreningsnivå antas vara måttlig beroende på den förbättrade

reningstekniken av avloppsvatten som finns idag. Eftersom företaget funnits på fastigheten sedan 1927 kan man inte bortse från att markens föroreningsnivå kan vara stor.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket medför stora spridningsförutsättningar. Innan Österdalälvens flöde började kontrolleras genom kraftverk mm var det vanligt med översvämningar. Fluktuerande grundvattennivå ökar spridningsförutsättningarna. Flera företag släpper ut kylvatten i Norbäcken vilket ökar vattenflödet och spridningsförutsättningarna uppskattas därmed till stora.

Känslighet/Skyddsvärde

Företaget ligger i nära anslutning till bostadsbebyggelse och därför är känsligheten mycket stor. Norbäcken har stor känslighet eftersom den rinner genom Östnor och det inte kan uteslutas att barn leker i och i anslutning till bäcken. Norbäcken har under lång tid varit utsatt för föroreningar och därmed är dess skyddsvärde litet. Norbäcken mynnar dock ut i Österdalälven som är klassad som riksintresse för naturvärden men i älven är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna sätts som små.

Sammanvägd bedömning

Objektet väger mellan riskklass 1 och 2. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Företaget har varit verksamt sedan 1927 och med tanke på de farliga ämnena samt att man inte hade samma miljötänkande förr som idag medför det att osäkerheten angående hur och var kemikalier hanterats är stor. Eftersom företaget fortfarande är verksamt sätts riskklassen i nuläget till 2. Nya uppgifter eller ändrad markanvändning kan dock ändra riskklassningen.

Mora Metall

Föroreningssituation

Markens föroreningsnivå uppskattas till stor. Detta grundas på att någonstans på fastigheten fanns det en sjunkbrunn dit avloppet gick. Efter att sjunkbrunnen slutat användas leddes avloppsvattnet via dagvattenledning till en recipient. Det är oklart vilken recipienten är. Eventuellt kan företaget ha använt samma vattenledning som Mora Hårdkrom dvs att avloppsvattnet gick till Sandängskanalen. Även Österdalälven kan dock vara en tänkbar recipient. Föroreningsnivån i de möjliga recipienterna antas vara måttligt eftersom de är relativt stora och därmed har hög utspädningseffekt.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket tyder på stora spridningsförutsättningar. Små höjdskillnader sänker dock spridningsförutsättningarna pga små grundvattenrörelser. Båda tänkbara ytvattenrecipienterna är stora vattendrag vilket tyder på så stor utspädningseffekt att spridningsförutsättningarna blir små.

Känslighet/Skyddsvärde

Markens känslighet är stor eftersom yrkesverksamma exponeras under arbetstid samt att området är öppet. Känsligheten på ytvattnet kan klassas som måttligt-stort. Markens skyddsvärde är lågt eftersom fastigheten är en del av ett större industriområde samt att marken delvis är asfalterad. Både Sandängskanalen och Österdalälven är klassade som riksintressen för naturvärden och har därmed mycket stort skyddsvärde.

Sammanvägd bedömning

Objektet hamnar i riskklass 2. Osäkerheterna i riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Nya uppgifter eller ändrad markanvändning kan ändra riskklassningen.

Morells metallgjuteri

Föroreningssituation

Markens föroreningssituation uppskattas till måttlig. Det avfall som bildas är slagg och gjutsand. Osäkert hur detta hanterades förr. Närmaste ytvatten är Norbäcken. Det är okänt om företaget släppt ut förorenat avloppsvatten dit. Känt är dock att andra företag släppt ut orenat vatten där vilket medför att föroreningsnivån i sedimentet vid provtagning visade sig vara mycket stor. Ytvattnets föroreningsnivå antas vara måttlig med anledning av den förbättrade reningstekniken för avloppsvatten som finns idag.

Spridningsförutsättningar

Marken består av sand vilket innebär stora spridningsförutsättningar. Marken är dock plan vilket tyder på små grundvattenrörelser och detta minskar spridningsförutsättningarna något. Spridningsförutsättningarna i Norbäcken uppskattas till stora eftersom flera företag släpper ut kylvatten vilket ökar vattenflödet.

Känslighet/Skyddsvärde

Markens känslighet är mycket stor eftersom företaget ligger i direkt anslutning till bostadsbebyggelse. Det kan inte uteslutas att barn leker i och vid Norbäcken och därför sätts bäckens känslighet till stor. Eftersom Norbäcken varit utsatt för föroreningar under lång tid anses dess skyddsvärde vara lågt. Bäckens mynnar dock ut i Österdalälven som är klassat som riksintresse för naturvården men i älven är utspädningseffekten så stor att spridningsförutsättningarna är små.

Sammanvägd bedömning

Objektet väger mellan riskklass 2 och 3. Osäkerheterna med riskklassningen är stora eftersom både föroreningsnivåerna och spridningsförutsättningarna är uppskattade. Företaget ligger i direkt anslutning till bostadsbebyggelse och med hänsyn till försiktighetsprincipen hamnar objektet i nuläget i riskklass 2. Nya uppgifter och förändrad markanvändning kan dock ändra riskklassningen

