



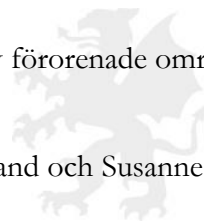
Klimateffekter och riskklassning av förorenade områden

-en pilotstudie om
klimateffekternas påverkan på
förorenade områden



Titel: Klimateffekter och riskklassning av förorenade områden- en pilotstudie om klimateffekternas påverkan på förorenade områden

Författare: Jenny Hultgren, Anna Lejontand och Susanne Karlsson, Länsstyrelsen Östergötland



Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
SAMMANFATTNING	4
1. INLEDNING OCH SYFTE	5
2. BAKGRUND	5
2.1 KLIMATFÖRÄNDRINGARNA OCH DESS EFFEKTER	6
2.1.1 Klimatforskning	6
2.1.2 Klimatets effekter	7
2.2 FÖRORENADE OMRÅDEN, FÖRORENINGSSPRIDNING OCH KLIMATEFFEKTER	8
2.3 KLIMAT OCH SÅRBARHETSUTREDNINGEN, FÖRORENINGSSPRIDNING VID ÖVERSVÄMNING	10
2.4 ÖVERSIKTLIG ÖVERSVÄMNINGSKARTERING	11
2.5 REGIONAL BEDÖMNING FÖR ÖSTERGÖTLAND	11
2.6 EXEMPEL PÅ PÅGÅENDE FORSKNINGSPROJEKT ANGÅENDE KLIMAT OCH FÖRORENADE OMRÅDEN	12
3. MIFO-BEDÖMNING UR KLIMATSYNPUNKT	13
3.1 METOD FÖR MIFO- BEDÖMNING	13
3.2 OMKLASSNING AV OBJEKT	15
3.2.1 Ekenäsverkstan	15
3.2.2 Tannefors färgeri AB	18
3.2.3 Såg, Lakvik.....	20
3.2.4 Annsjöns sågverk	22
3.2.5 Skjutbana, Bjärkeryd	24
3.2.6 Linnafors pälsfärgeri	27
3.3 ÖVRIGA LÄNSSTYRELSERS ARBETE MED FÖRORENADE OMRÅDEN OCH KLIMATFÖRÄNDRINGAR	29
4. RESULTAT OCH SLUTSATSER	30
5. DISKUSSION	32
6. KÄLLOR	34
BILAGA 1	38

Sammanfattning

Klimatförändringarna sker, frågan är hur vi bäst förhåller oss till dem och planerar för de förändringar som riskerar att komma. Hur kommer klimatförändringarna att påverka vårt arbete med förorenade områden? Har vi med klimatförändringarnas effekter som faktorer när vi gör våra riskbedömningar i MIFO (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) eller prioriterar bland bedömda objekt när vi planerar för åtgärder i framtiden? Vi ska ha ett tusenårsperspektiv i våra bedömningar men har vi i våra prioriteringar tagit utgångspunkt i rätt perspektiv? Syftet med den här pilotstudien är att se om effekter av framtida klimatförändringar förändrar vår bedömning enligt MIFO och prioritering av förorenade områden. För att se om vi inkluderar klimateffekterna vid riskklassningen valdes ett antal redan riskklassade objekt ut för omklassning. Urvalet genomfördes genom en GIS- analys där förorenade områden i riskklass 2 och 3 kombinerades med ett GIS- skikt som beskriver vattenförekomsternas svämplan. Utifrån den riskklassning som gjordes så blev resultatet att ett objekt av sex fick en höjning av riskklassen när hänsyn togs till klimateffekterna. Även övriga objekt fick en ökad risk när klimateffekterna togs med i bedömningen men inte så att riskklassen justerades. Främst var det risken för ökad spridning som gjorde att risken ökade. Bedömningen utifrån riskklassningen är att MIFO fungerar att använda när klimatperspektivet inkluderas. Fortfarande finns dock många ovissheter hur klimateffekterna kommer att påverka förorenade områden särskilt vad gäller hur specifika ämnen kommer att påverkas.

1. Inledning och syfte

Ett av de nyckelbudskap som beskrivs i den femte utvärderingsrapporten från FN:s internationella klimatpanel (IPCC) som publicerades i september 2013 är ”Uppvärmningen av klimatsystemet är otvetydig och många av de observerade förändringarna sedan 1950-talet har inte förekommit under de senaste tiotals till tusentals åren. Atmosfären och världshaven har blivit varmare, mängden snö och is har minskat, havsnivåerna har stigit och halten av växthusgaser har ökat.”(Naturvårdsverket, 2013a)

Klimatförändringarna sker, frågan är hur vi bäst förhåller oss till dem och planerar för de förändringar som riskerar att komma. Hur kommer klimatförändringarna att påverka vårt arbete med förorenade områden?

För att klassificera förorenade områden används i Sverige i dag en Metodik för Inventering av Förorenade Områden, även kallad MIFO. Metodiken används vid riskklassning av potentiellt förorenade områden. Metodiken som beskrivs i Naturvårdsverkets rapport 4918 från 1999 (Naturvårdsverket, 1999) inkluderar dock inte climateffekter.

Länsstyrelsen har under flera år arbetat med riskklass 1 objekt (Mycket stor risk) enligt MIFO. Även om alla långtifrån är åtgärdade upplevs det som om kunskapen om föroreningsituation och riskproblematiken för majoriteten av dessa är god. För de objekt som klassats som riskklass 2 (stor risk) och 3 (måttlig risk) återstår dock mycket arbete och det börjar snart bli dags att prioritera mellan dessa. I februari 2014 var totalt i Östergötland 561 objekt riskklassade som riskklass 2 och 528 objekt klassade som riskklass 3.

I slutet av 2013 presenterade Naturvårdsverket förslag på etappmål för efterbehandling av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2013b). Ett av etappmålen berör de objekt som klassats som riskklass 2- stor risk. Målet att minst 15 procent av områdena med stor risk för människors hälsa eller miljön ska vara åtgärdade 2025. Hur en prioritering ska genomföras för de objekt som är klassade som riskklass 2 är ännu inte fastställt. Kanske kan risken för klimatförändringar ge en prioriteringsgrund?

Syftet med den här pilotstudien är att få en inblick i om effekter av framtida klimatförändringar förändrar riskklassningen utifrån MIFO- klassificeringen och prioriteringen av förorenade områden.

2. Bakgrund

Under 2012 hade gruppen som arbetar med förorenade områden på Länsstyrelsen Östergötland en workshop tillsammans med länets samordnare av klimatanpassningsfrågor Anna Bratt. Workshopen mynnade ut i idén att ansöka om pengar från Naturvårdsverket för att genomföra en pilotstudie för att bl.a. undersöka ett antal redan MIFO- klassade objekt och hur dessa skulle klassas om vi klassade om dem med hänsyn till beräknade klimatförändringar. Naturvårdsverket beviljade ansökan som har resulterat i den pilotstudie som redovisas i den här rapporten. Arbetet har genomförts av Länsstyrelsen Östergötland under 2013 samt 2014.

I Naturvårdsverkets rapport 5978 beskrivs Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling av förorenade områden. Det övergripande syftet med efterbehandling av förorenade områden är att långsiktigt minska risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön samt att minska mängderna och halterna av metaller och andra naturfrämmande ämnen i miljön. En av utgångspunkterna är att bedömning av miljö- och hälsorisker vid förorenade områden bör göras i såväl ett kort som långt tidsperspektiv. Med ett långt tidsperspektiv menar Naturvårdsverket i storleksordningen 100- tals till 1000 år. I inledningen av klimatprojektet konstaterades att tusenårsperspektivet skulle vara mycket svårt att arbeta med i det här projektet. De klimatmodeller som studerats sträcker sig knappt hundra år fram i tiden, till 2100 varpå ett hundraårsperspektiv valdes att arbeta med i det här projektet.

2.1 Klimatförändringarna och dess effekter

2.1.1 Klimatforskning

På SMHI:s hemsida finns uppdaterade resultat från SMHI:s klimatforskning vid Rossby Centre. Resultaten finns att tillgå per län men än inte i mindre skala. På hemsidan presenteras tre olika scenarios- RCP 4.5, RCP 8.5 samt SRES A1B (SMHI, 2014).

De två RCP-scenarierna är mer aktuella än SRES A1B-scenariot som presenteras som referens till RCP-scenarierna. RCP 4,5 innebär att strategier för reducerande växthusgasutsläpp sätts in för att minska klimatförändringarna. Exempel på strategier är lägre energiintensitet, strikt klimatpolitik samt att befolkningmängden är något under 9 miljarder. Detta skulle innebära att strålningsdrivningen stabiliseras vid 4.5 W/m² före år 2100. Scenario RCP 8,5 däremot innebär t.ex. ökande växthusutsläpp, hög energiintensitet, ingen tillkommande klimatpolitik och att jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket innebär att strålningsdrivningen når 8.5 W/m² år 2100 (SMHI, 2013).

Strålningsdrivning

” Strålningsdrivningen är skillnaden mellan hur mycket energi solstrålningen som träffar jorden innehåller och hur mycket energi som jorden strålar ut i rymden igen. Denna energi mäts i enheten watt per kvadratmeter, W/m². Den totala strålningsdrivningen bestäms av dels av den ”positiva” drivningseffekten från växthusgaser samt av den ”negativa” drivningseffekten från aerosoler. Positiv strålningsdrivning innebär att jordytan värms, medan negativ strålningsdrivning innebär att den kyls ner. Den dominerande faktorn är den positiva strålningsdrivningen från mer koldioxid och andra långlivade växthusgaser. När strålningsdrivningen ökar, stiger den globala temperaturen.” Citat från SMHI:s hemsida (SMHI, 2013)

Enligt scenario RCP 8.5 för Östergötland bedöms årsmedeltemperaturen (°C) för perioden 2071-2100 jämfört med 1971-2000 öka med ungefär fem grader och årsnederbörden (%) öka med ungefär 20 %. Vad gäller vegetationsperiodens längd (antalet dagar då dygnets medeltemperatur under en sammanhängande period är över 5 grader) bedöms öka med ungefär 80-90 dagar för Östergötland. (SMHI, 2014)

2.1.2 Klimatets effekter

Klimatanpassningsportalen är ett samarbete mellan 14 myndigheter, varav Länsstyrelserna är en av dessa. Portalen drivs av Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI. På klimatanpassningsportalens hemsida (Klimatanpassningsportalen, 2014) finns information om vad en förändring av klimatet kan komma att innebära. Nedan följer en sammanställning av några av de effekter som beskrivs på klimatanpassningsportalens hemsida.

Vattendrag och grundvatten

För landets södra del kan vinternederbörden förväntas falla som regn istället för snö. Detta leder till att vattenflödena under vintern beräknas att öka och att vårfloden bedöms bli mindre tydlig eller helt utebli. Under somrarna däremot visas forskningen på lägre vattenflöden och längre perioder med låga flöden. Detta kan förklaras med minskad nederbörd, en ökad lufttemperatur och därmed högre avdunstning. I sydöstra delen av landet väntas låga vattenflöden bli vanligare. Vad gäller grundvattnet i de sydöstra delarna av landet kan det bli aktuellt med sjunkande grundvattennivåer. Detta skiljer sig gentemot övriga landet där grundvattennivån bedöms komma att öka. (Klimatanpassningsportalen, 2012a)

Vattenstånd i hav och sjöar

För vattenståndet längs våra kuster och sjöar är det många processer som påverkar nivån. För sjöar beror vattenståndet främst av nederbörd, snösmältning och regleringar d.v.s. tillflödet och utflödet till/från sjön. För havet påverkar bl.a. vattnets temperatur, vind, lufttryck och landhöjning vattenstånden. Enligt IPCC:s 5:e rapport bedöms för det alternativ med högst utsläpp av växthusgaser havsnivån stiga med 52-98 cm till 2100. Det betonas även att havet med stor sannolikhet även kommer att försätta att stiga efter 2100. (Klimatanpassningsportalen, 2013a)

Landhöjningen eller landsänkningen gör så att den lokala havsnivåhöjningen blir lägre i de mellersta och norra delarna Sverige. Östergötland har en landhöjning på ungefär 2-3 mm per år (Lantmäteriet, 2014). Lantmäteriet har gjort en beräkning av nettoeffekten mellan havsnivåhöjningen och landhöjningen för Sveriges kuster. Den globala havsnivåhöjningen har då bedömts till 1 meter under 100 år. För Östergötlands del skulle det innebära en ökad havsnivå med cirka 0,5-0,7 meter till år 2100. (Klimatanpassningsportalen, 2013a)

Vattennivån i sjöar beror främst på inflödet och utflödet till och från sjön och hur dessa regleras. Det går inte att ge en generell bild av hur vattennivån i sjöar kommer förändras då det varierar mellan olika sjöar och mellan olika årstider. En del sjöar förväntas få högre vattennivåer under året medan andra, främst i sydöstra Sverige, kan få problem med låga vattennivåer. (Klimatanpassningsportalen, 2013a)

Översvämning

Översvämningar kan i en framtid bli vanligare längs med landets södra kuststräckor som ett resultat av stigande havsnivåer. Vad gäller sjöar och vattendrag förväntas översvämningar till följd av extrema vattenflöden bli vanligare i stora delar av Götaland, södra Svealand samt nordvästligaste Norrland. I norra Svealand samt i övriga Norrland beräknas dock risken bli lägre. Andra faktorer som påverkar i vilken grad som översvämningar kommer att ske är t.ex. hur vattendragen regleras och vilka förebyggande åtgärder som vidtas. Variationen lokalt kan dock vara stor. (Klimatanpassningsportalen, 2013b)

Kraftig nederbörd

Kraftigare nederbörd i form av skyfall bedöms bli vanligare i ett varmare klimat. Det kommer att vara lokala och regionala skillnader men skyfall bedöms inträffa oftare och dess intensitet bedöms öka. (Klimatanpassningsportalen, 2012b)

Resultat från klimatforskningen för Östergötlands del visar på att den beräknade förändringen av årets antal dagar med kraftig nederbörd under åren 1961-2100 jämfört med det normala (medelvärdet för 1961-1990) skulle bestå i en ökning med ungefär 10 dagar vid scenario RCP 8,5. (SMHI, 2014)

2.2 Förorenade områden, föroreningsspridning och klimateffekter

Statens geotekniska institut presenterade 2005 en rapport med titeln- Föroreningsspridning, Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat (SGI, 2005). Syftet med rapporten är att klargöra genom en generell beskrivning och enkla beräkningar hur klimatförändringar kan inverka på bl.a. förorenade områden. I rapporten beskrivs bland annat faktorer som kan inverka på föroreningsspridningen. En uppdelning har gjorts med avseende på platsspecifika egenskaper och ämnesspecifika egenskaper. Samtlig information i följande kapitel har hämtats från rapporten om inget annat har angetts.

Vad gäller platsspecifika egenskaper beskrivs bland annat för de områden med finsediment hur dessa vanligen har en torrskorpa i det översta lagret. Vid regn sker infiltration och perkolation av regnvatten främst genom torrskorpans sprickor där sprickorna även kan vara en transportväg för föroreningar. Vid en kraftig nederbörd blir finsediment snabbt vattenmättat vilket leder till ökad ytavrinning mot t.ex. ett ytvattendrag. Kraftig ytavrinning kan leda till erosion av markytan, vilket i sin tur kan leda till spridning av föroreningar. Hur genomsläpplig en mark är i den omättade zonen beror på jordens porositet, d.v.s. hur jordens sammansättning ser ut av olika kornstorlekar och hur jorden är packad. Vilken flödes hastighet som grundvattnet sedan har beror på jordens förmåga att leda vatten (hydraulisk konduktivitet), grundvattenytans lutning (gradient) samt jordens effektiva porositet (den del av jorden som är tillgänglig för vätsketransport). Hög hydrologisk konduktivitet har t.ex. ofta fyllnadsmassor. Vad gäller transport av föroreningar i grundvattnet sker den ofta långsammare än grundvattnets flödes hastighet. Orsaken till detta kan förklaras med flera olika processer såsom t.ex. fastläggning till partiklar och organiskt material, kemisk omvandling och biologisk nedbrytning.

Hur en förorening sprids beror även på vilka specifika egenskaper som ämnet har, t.ex. i form av densitet, flyktighet, vattenlöslighet, biologisk nedbrytbarhet och möjlighet att kemiskt reagera. De föroreningar med densitet som vatten och som är vattenlösliga följer vanligen grundvattnets strömningsriktning. Föroreningar som har en högre densitet än vatten och med låg vattenlöslighet har en tendens att sjunka genom markprofilen och att följa markens struktur mer än grundvattnets flödesriktning. Ämnen med låg vattenlöslighet har en benägenhet att ackumuleras i organiskt material såsom t.ex. humus och vattenlevande organismer. Markföroreningar kan delas in i fyra grupper beroende på egenskaper:

- Vattentrogna ämnen som följer i stort sett grundvattnets strömningsriktning och hastighet vilket innebär att föroreningen kan transporteras långt från källan då de varken fastläggs eller bryts ner. Exempel på ett vattentroget ämne är MTBE

(metyl-tertiär- butyl-eter), som bl.a. används som tillsatsämne i bensin (SPI, 2010) samt vissa salter såsom natriumklorid och kalciumklorid.

- Tungmetaller är en föroreningsgrupp som inte är helt vattentrogna utan spridningen beror bl.a. på ämnenas förmåga att binda till jordpartiklar och organiskt material. Beroende på i vilken form metallen förekommer har olika metaller olika bindningsmöjligheter. Andra förhållanden som kan spela stor roll för vissa tungmetallers löslighet är t.ex. markens pH och redoxförhållanden.
- Fettlösliga organiska ämnen som är lättare än vatten, LNAPL- light non aqueous phase liquid, kan finnas vid t.ex. bensinstationer, verkstäder och raffinaderier där olja har hanterats. När LNAPL når grundvattenytan lägger sig föroreningen vanligen som en hinna på grundvattenytan och följer normalt grundvattnets strömningsriktning. Flera av de ämnen som betecknas som LNAPL är även flyktiga organiska ämnen (VOC- Volatile organic compounds).
- Fettlösliga organiska ämnen som är tyngre än vatten, DNAPL- dense non aqueous phase liquid, är en grupp ämnen som även har svårt att lösa sig i vatten. Exempel på ämnen som ingår i gruppen är vissa PAH och klorerade kolväten såsom t.ex. trikloreten. DNAPL kan spridas i motsatt riktning gentemot grundvattnets strömningsriktning då de är mer beroende av geologin än vattenförhållanden för dess spridning. Spridningen av DNAPL styrs därmed till stor del av markens nätverk och sprickor. När föroreningar i form av DNAPL når grundvattnet kommer vissa av dessa transporteras med grundvattnet medan en större del kommer att sjunka ner i marken tills det når ett tätande skikt såsom t.ex. berg.

Förorenade områden som är lokaliserade vid ytvattendrag kan vara känsliga för förändringar såsom översvämning, fluktuationer i grundvattnets strömningsriktning, risk för erosion samt risk för minskad stabilitet i strandslänten mot ytvattendraget till följd av ökade flöden. Samtliga nämnda förändringar kan innebära att föroreningar dras ut i vattendraget. Vid översvämningar kommer ytvatten i kontakt med större markarealer och kan därmed föra med sig partiklar, humus, näringsämnen och andra ämnen från den översvämmade marken och ut i vattendraget.

Vid kraftig nederbörd i områden med finsediment har marken svårt att infiltrera allt vatten vilket innebär att överytan snabbt blir vattenmättad vilket bidrar till ökad ytavrinning. En kraftig ytavrinning kan innebära att erosion uppkommer av markytan som kan sprida föroreningar till t.ex. ett närliggande vattendrag.

Vad gäller grundvattnet kan frekvensen av stigande/sjunkande grundvattennivåer komma att öka i och med att extrema väderförhållanden. Stigande grundvattennivåer och ökning av grundvattnets fluktuationer kan innebära att föroreningar kan hamna under grundvattennivån vilket kan medföra ökad urtvättning och spridning av föroreningar. En fluktuerande grundvattenyta innebär även att andra parametrar såsom t.ex. syretillgång och biologisk aktivitet förändras vilket påverkar omvandlings och nedbrytningsprocesser och hastigheter men även fastläggningsegenskaper. Extremväder såsom häftiga regn kan ge snabba föroreningspulser till yt- och grundvatten.

Även vegetationen kommer att förändras i och med en förändrad säsongsvariation, förändrad temperatur och förändrade hydrologiska förhållanden. Den mikrobiella

sammansättningen kommer att påverkas vilket leder till en förändrad nedbrytningshastighet av organiska föreningar. Andra effekter kan vara påverkan på vittring samt vattenbalans.

I rapporten gjordes även en enkel och generaliserad simulering med modelleringsverktyget ParticleFlow. Vid simuleringen utgicks från ett område med fyllnadsmassor med underliggande naturlig jord i form av siltig sand. Ursprungsscenarioet var att grundvattennivån var lokaliserad i den naturliga jorden och grundvattengradienten var 1%. Den förorening som studerades var ett vattentroget ämne, d.v.s. ett ämne vars transport styrs av grundvattenflödet. För att illustrera klimatförändringen gjordes två scenarier dels höjdes grundvattennivån till följd av ökad nederbörd så att grundvattennivån även nådde fyllnadsmassorna samt en ökad grundvattengradient till 2 % lutning. Resultatet från simuleringen visade på att en ökad grundvattennivå ökade mobiliseringen och spridningen av föroreningen. En ökning av grundvattengradienten visade även på en ökad transporthastighet av föroreningen.

2.3 Klimat och sårbarhetsutredningen, föroreningsspridning vid översvämning

Under 2007 presenterade SGI två rapporter på uppdrag av klimat- och sårbarhetsutredningen angående föroreningsspridning vid översvämning (SGI 2007a, SGI 2007b). Klimat och sårbarhetsutredningens uppdrag var att kartlägga samhällets sårbarhet vid en klimatförändring och extrema väderhändelser. Det arbete som SGI utförde syftade till att kartlägga riskerna för spridning av föroreningar vid översvämningar, identifiera de viktigaste typer av områden och verksamheter som kan bidra till spridningen samt att identifiera de mest kritiska geografiska områdena i Sverige. I rapporterna behandlas flera källor till föroreningar varav förorenad mark är en av dessa. I den första delrapporten beskrivs bland annat ett antal områden och verksamheter som kan bidra till föroreningsspridning vid översvämning. Områden som beskrivs mer ingående är t.ex. förorenade sediment i sjöar och vattendrag och pågående och avslutade A- och B- verksamheter, förorenad mark, industrier och industrimark. I det sistnämnda kapitlet beskrivs ett antal verksamheter såsom metallindustri, verkstadsindustri och ytbehandling, kloratfabrik, gasverk, pappersbruk, kemtvättar, sågverk, träimpregnering och kolning, grafisk industri, gruvindustri, deponier och bensinstationer. I respektive delkapitel beskrivs branschen och dess miljöeffekter bland annat utifrån en potentiell översvämning. (SGI, 2007a)

För förorenade sediment i sjöar och vattendrag kan partikeltransporten vara av stor betydelse för spridningen för såväl oorganiska ämnen som organiska ämnen. Vid höga flöden och översvämningar ökar sedimenttransporten och erosionen vilket innebär att riskerna för föroreningsspridning ökar. Föroreningshalterna i vattnet kan öka till följd av partikeltransporten vilket kan leda till biologiska störningar. Om vattenflödena är tillräckligt stora kan även en utspädning ske och föroreningshalterna därmed minska. Lokalt kan det även innebära en minskad föroreningshalt på ursprungsplatsen då de förorenade sedimenten flyttas. (SGI, 2007a)

Vid höga flöden och översvämningar kan humusämnen i mark och sediment föras ut i vattnet vilket ger en ökad grumlighet och färg och därmed en försämrad vattenkvalitet. En ökad humustransport innebär även att föroreningar bundna till humus följer med vilket ytterligare kan påverka vattenkvaliteten. (SGI, 2007a)

I den andra delrapporten presenteras bland annat ett antal verksamheter för vilka beräkningar gjorts för att bedöma vilken påverkan översvämningar har för föroreningsspridningen till följd av höjd grundvattennivå, ökat grundvattenflöde samt skred. Beräkningarna har gjorts för klorkalifabrik (med föroreningar i form av kvicksilver och dioxin), impregneringsanläggning (med föroreningar i form av kreosot, koppar och arsenik), glasbruk (med föroreningar i form av koppar, bly och arsenik) samt före detta industritomt (med föroreningar i form av bly, koppar och zink). De vattendrag som används som fallstudieområde var Göta Älv, Säveån samt Tisaren. Enligt några av de slutsatser som redovisas från fallstudieberäkningarna ger inte översvämningen i sig akuta effekter på halter i närliggande vattendrag. Vad som betonas är de långsiktiga ekologiska och ekotoxikologiska effekterna som kan bli stora till följd av ökat läckage samt skred av förorenade massor från de objekt som studerats i rapporten. (SGI, 2007b)

2.4 Översiktlig översvämningsskartering

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har ett uppdrag från regeringen att tillhandahålla landets kommuner och länsstyrelser med översiktliga kartläggningar av de områden som kan översvämmas längs med landets vattendrag. Det är ett pågående arbete som visar vattnets utbredning vid två olika flöden- 100- årsflödet och det högsta beräknade flödet. Sannolikheten för att ett 100-årsflöde ska inträffa för varje enskilt år är ett 1 på 100 och för en 100- årsperiod 63 % (MSB, 2009). Högsta flödet bygger på en kombination av alla kritiska faktorer som bidrar till ett flöde såsom, regn, snösmältning, hög markfuktighet, högt vattenstånd i sjöar samt magasinifyllning i reglerade vattendrag (MSB, 2010).

Ett flertal vattendrag har redan skarterats och för Östergötlands del finns det översiktliga skarteringar för de större vattendragen såsom Motala Ström, Stångån samt delar av Svartån. MSB arbetar även med att utreda hur de redan genomförda skarteringarna kan uppdateras med avseende på scenarier för klimatförändringar och den nya nationella höjdmodellen. Översvämningsskarteringarna finns att ladda ner från myndighetens hemsida. (MSB, 2009)

2.5 Regional bedömning för Östergötland

Under 2008 genomförde SGI på uppdrag av Länsstyrelsen Östergötland en översiktlig inventering av risker för naturolyckor vid dagens och framtidens klimat. I rapporten har miljöfarlig verksamhet och förorenade markområden ingått som en del i ett av fyra samhällsområden som studerats vidare i rapporten. De naturolyckor som bedömts är skred, ras, erosion och översvämning. I kapitlet som berör förorenade områden beskrivs att miljöfarlig verksamhet och förorenade områden förekommer inom flera av de områden som bedömts ha förutsättningar för skred, erosion och översvämningar. Sammanfattningsvis bedöms det i länet finnas risk för naturolyckor. Följande risker kan komma att öka vid ett förändrat klimat:

- Risk för skred och ras inom områden med lösa sediment som lera och silt och med branta slänter.
- Risk för översvämning av lågt liggande områden längs vattendrag, sjöar och havskuster
- Risk för erosion i vattendrag med strömmande vatten och vid sjöar och kuster med erosionskänslig jord. (SGI, 2008)

2.6 Exempel på pågående forskningsprojekt angående klimat och förorenade områden

Under 2013 påbörjades ett forskningsprojekt, LEACH, om hur klimatförändringar påverkar utlakning av giftiga metaller. Projektet finansieras av forskningsrådet Formas och pågår mellan 2013- 2015. Projektet är ett samarbete mellan SLU, Göteborgs Universitet och SGI. I projektet kommer bl.a. utlakningen av bly, krom och arsenik studeras i jordar från sex förorenade områden. En utveckling och kalibrering av en modell, som beskriver transporten av föroreningar i den omättade zonen med hänsyn till såväl lösta som kollodialt bundna metallformer, kommer även att genomföras. (SGI, 2014a)

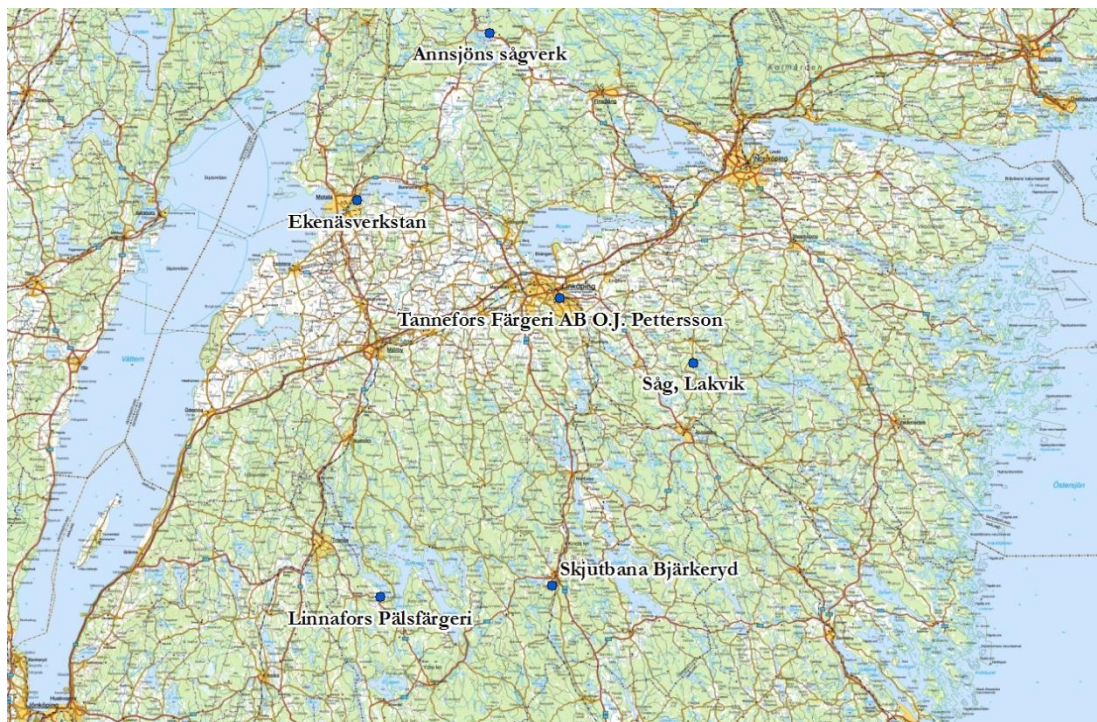
SGI arbetar just nu med ett projekt för att utarbeta verktyg för riskbedömning avseende klimatförändringar och geotekniska risker, såsom skred, ras och erosion, vid förorenade områden. Projektet är uppdelat i två steg där steg 1 innebär att ta fram en förenklad metodik för att identifiera risker och steg 2 utarbetas utifrån utfallet av steg 1 och avser en fördjupad metodik. (SGI, 2014b)

3. MIFO-bedömning ur klimatsynpunkt

3.1 Metod för MIFO- bedömning

För att välja ut vilka förorenade områden som projektet skulle fokusera på och riskklassa genomfördes en GIS- analys. I GIS- analysen kombinerades samtliga riskklass 2 och 3-objekt i Östergötland med ett GIS-skikt över svämplan som Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna tagit fram inom ramen för projektet VM-Hymo. Syftet med projektet VM-Hymo var att utifrån befintlig data hos myndigheter och databaser möjliggöra och kartlägga, analysera och klassificera hydromorfologiska parametrar hos sjöar och vattendrag (Vattenmyndigheterna, 2014). I ett PM från 2013-06-30 beskrivs den data som presenteras i projektet. Då gränsen för vad som tillhör svämplanet ofta är diffus har utgångspunkten för Östergötlands del varit den Nya Nationella Höjdmodellen (i övriga landet om höjddata saknades enligt den nya nationella höjdmodellen användes den gamla höjdmodellen) vartefter vattennivån höjdes med 1,5 m längs med vattenförekomstsvattendragen och vattenförekomstsjöarna. De ytor som då identifieras efter höjningen på 1,5 m ska motsvara 100-årsflöden. (Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna, 2013)

När en kombination gjordes av VM-Hymo Svämplan och Riskklass 2 och 3-objekt i Östergötland erhöles totalt 78 objekt som var lokaliserade inom svämplanet. Utifrån dessa valdes sedan fem objekt ut för vidare riskklassning. Ytterligare ett objekt valdes ut som ligger precis utanför svämplanet men vars påverkansområde sträcker sig in i svämplanet. Urvalet gjordes så att objekten representerade flera olika branscher fördelade inom länet. De branscher och objekt som valdes ut beskrivs i figur 1 samt tabell 1.



Figur 1. Objekturval för omklassning

Tabell 1. Sammanställning av de branscher som valdes ut för omklassning samt respektive objekt

Bransch	Objekt
Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	Ekenäsverkstan
Kemtvätt med lösningsmedel	Tannefors Färgeri AB O.J. Pettersson
Sågverk med doppning	Såg, Lakvik
Träimpregnering	Annsjöns sågverk
Skjutbana - hagel	Skjutbana, Bjärkeryd
Textilindustri	Linnafors Pälsfärgeri

Det underlag som användes vid omklassningen av utvalda MIFO- objekt var det material som fanns tillgängligt om objektet i EBH- stödet i form av MIFO- blanketter samt MIFO-diagram. Utöver detta användes fotografier som tagits i samband med den ursprungliga MIFO- inventeringen. Inga nya platsbesök genomfördes vid omklassningen.

Initialt gjordes en litteraturstudie för att kartlägga vilken kunskap det finns i Sverige och länet angående framtida klimatförändringar och förorenade områden. Länets klimatsamordnare kontaktades och bl.a. SMHI och SGI för att undersöka vilket arbete som bedrivs i dagsläget avseende förorenade områden och framtida klimateffekter. Till stor del användes SGI:s rapporter dels SGI Varia 560:3 om föroreningsspridning samt Varia 576 och Varia 577, som togs fram på uppdrag av klimat- och sårbarhetsutredningen och som berör föroreningsspridning vid översvämning. För senare resultat vad gäller klimatforskning har SMHI:s hemsida använts, t.ex. de presentationer av klimatscenarioer som finns att studera per län. Även klimatanpassningsportalen, som är ett myndighetssamarbete men som drivs av nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI, har använts. Då de klimatscenarioer som presenteras på SMHI hemsida beskriver en skala motsvarande länsnivå och inte för lokal nivå har inte regionala skillnader inom länet vidare studerats. Vid riskklassningen användes bl.a. den tabell, bilaga 1, som finns med i SGI-rapporten- Föroreningsspridning - Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat (SGI, 2005). I tabellen finns beskrivet ett antal klimatförändringar och en bedömning av vilken hydrologisk konsekvens som kan erhållas i mark och vatten samt tänkbara effekter för förorenade markområden.

Exempel på övriga kartunderlag som användes som underlag vid omklassningen utifrån klimateffekter redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Redovisning av dataunderlag som användes som underlag för omklassning

Dataunderlag	Ansvarig myndighet	Adress
Översiktliga översvämningskarteringar	MSB	http://gisapps.msb.se/Oversvamningskartering/Oversiktliga/framework.html
Skredrisk	SGI	http://gis.swedgeo.se/skred/
Stranderosion	SGI	http://gis.swedgeo.se/stranderosion/
Klimatscenarier	SMHI	http://www.smhi.se/klimatdata/Framtidens-klimat/Klimatscenarier/Europa?area=lan&var=t&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sx=0&sy=0#area=lan&dnr=0&sc=rcp85&seas=ar&var=t
Klimatanpassningsportalen	SMHI m.fl.	http://www.klimatanpassning.se/
Skred och raviner	SGU	http://www.sgu.se/kartvisare/kartvisare-skred-sv.html
VISS, Vatteninformation Sverige	Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna, Havs- och vattenmyndigheten	http://www.viss.lansstyrelsen.se/

I och med att klimatförändringar inte nämns som en faktor i MIFO kan det utgå ifrån att det varierar mycket från län till län om och i vilken grad som hänsyn tagits till förändringarna vid riskklassningen. För att se i vilken omfattning övriga län arbetar med klimatet och förorenade områden gjordes en förfrågan via e-post till samtliga läns medarbetare som arbetar med förorenade områden. Även SGI har tillfrågats då SGI är den statliga myndighet med specifikt ansvar för forskning, teknik och kunskapsutveckling när det gäller sanering och återställning av förorenade områden i landet.

3.2 Omklassning av objekt

3.2.1 Ekenäsverkstan

Ekenäsverkstan är lokaliserad i östra delen av Motala, angränsande till Motala Ström, figur 2. Området är ett gammalt industriområde med tidigare verksamheter på platsen i form av pappersbruk (1854-1875), textilindustri (1887-1959) samt verkstadsindustri med bland annat ytbehandling. Fortfarande finns det många industrier inom området där vissa äldre byggnader är i dåligt skick. Området är delvis hårdgjort. Själva området är platt men från området lutar det brant ner mot Motala ström. Enligt den ursprungliga MIFO-klassningen bedöms marken som mycket genomsläpplig då vatten från vattenläckor inom området påträffats långt ifrån själva läckan. Troliga föroreningar inom området är bl.a. oljor, lösningsmedel, färger, klorerade lösningsmedel (i form av trikloreten och tetrakloreten) och tungmetaller. Föroreningsnivån i mark och vatten bedöms som stora och spridningsförutsättningarna som mycket stora. Objektet fick vid den ursprungliga MIFO-klassningen riskklass 2.



Figur 2. Motala ström och delar av industriområdet Ekenäsverkstan

Objektet valdes ut eftersom det är lokaliserat inom svämplanet. Då objektet ligger mycket över Motala Ströms vattennivå är bedömningen att objektet inte borde vara lokaliserat inom svämplanet, d.v.s. det borde inte riskera en översvämning. Orsaken till att objektet har inkluderats i svämplanet beror troligen på de speciella omständigheter som råder på platsen då Göta Kanal ligger strax norr om Motala Ström, figur 3, samt att det ligger en damm strax uppströms objektet.



Figur 3. Karta över Ekenäsverkstan, Göta Kanal, Motala Ström samt områdets svämplan

Göta kanal har ett höjdvärde på cirka 88 m medan Motala Ström ligger på 74 m, vilket troligen är anledningen att beräkningen utgått från Göta kanals vattennivå. Att använda VM HyMo-svämplan är därmed inte tillämpligt för det här området. Trots detta valdes dock att gå vidare med objektet för att se hur bedömningen blir i ett område som detta.

Även MSB har gjort en översiktlig översvämningsskartering för området och för den skarteringen så ingår inte Ekenäsverkstan i det område som skulle beröras av 100-års flöde eller högsta flöde. (MSB, 2001)

Föroreningarnas farlighet

Klorerade lösningsmedel och vissa tungmetaller bedöms som ämnen med mycket hög farlighet. Klorerade lösningsmedel såsom trikloreten och tetrakloreten är ämnen som tillhör gruppen DNAPL. För generell beskrivning av DNAPL hänvisas till bakgrunden.

Nedbrytning av klorerade alifatiska kolväten såsom tetrakloreten och trikloreten kan ske genom mikrobiella processer samt för vissa klorerade alifatiska kolväten även under abiotiska processer. Till exempel kan tetrakloreten och trikloreten brytas ner genom s.k. anaerob reduktiv deklorering. Anaerob reduktiv deklorering sker genom ett stegvis utbyte av en kloratom mot en väteatom. Processen förutsätter tillgång på elektrondonatorer samt lämpliga bakterier t.ex. Dehalococcoides för att skapa reaktionerna. En nedbrytningsprodukt från tetrakloreten och trikloreten är vinylklorid. Vinylklorid är dokumenterat cancerframkallande. De främsta exponeringsvägarna för klorerade alifatiska kolväten är inandning, oralt intag eller hudkontakt. Höga koncentrationer av klorerade alifatiska kolväten i inandningsluften kan ge effekter på det centrala nervsystemet såsom t.ex. huvudvärk, yrsel och medvetslöshet. (Naturvårdsverket, 2007a)

Hur klimateffekter med t.ex. fluktuerande grundvattennivå, ökad temperatur, en längre växtsäsong, kommer att förändra nedbrytningen av klorerade alifatiska lösningsmedel och bedömningen av farligheten är troligen mycket beroende på den lokala markmiljön.

Föroreningsnivå

I den ursprungliga MIFO- klassningen bedömdes föroreningsnivån på objektet som hög/stor med ett frågetecken. I och med klimateffekterna så skulle nivån kunna minskas genom att föroreningarna såsom metaller sprids i större omfattning t.ex. via utlakning. Vad gäller klorerade alifatiska kolväten skulle även de kunna spridas eller brytas ner i större omfattning. Men då detta är osäkert och även hur föroreningssituationen ser ut på objektet i dagsläget bedöms nivån fortfarande vara hög/stor.

Spridningsförutsättningar

Klorerade alifatiska kolväten kan uppträda som fri fas i jordens porer, bundna till organiskt material eller lösta i por- eller grundvatten. De kan även förekomma i gasfas i den omättade zonen. Generellt är de hydrofoba, där deras hydrofoba egenskaper ökar i proportion till antalet kloratomer. Sorption till fast fas är beroende av halten organiskt material i jorden. I de flesta typer av akvifärer begränsar dock inte sorption transporten av klorerade alifatiska kolväten. Detta innebär att klorerade alifatiska kolväten kan transporeras flera kilometer i akvifärer med hög hydraulisk konduktivitet och med ett lågt innehåll av naturligt organiskt kol. När en fri fas av lösningsmedel passerat kommer dock rester av lösningsmedel lämnas kvar i form av små droppar och strängar som kvarhålls i porerna av kapillära krafter. Den fria fasen som finns kvar kan förorena både grundvatten och porgas under mycket lång tid. (Naturvårdsverket, 2007a)

Klimateffekterna skulle kunna innebära t.ex. en ökad erosion av slänten mot Motala Ström, och därmed en ökad utlakning av t.ex. metaller. Ett annat GIS- skikt som publicerats inom projektet VM- Hymo är VM- Hymo Topografiskt index. Skiktet beskriver LS- faktorn som i sin tur beskriver sluttningslängden gånger sluttningslutningen och är en parameter för att bedöma jordens erosionsbenägenhet. I GIS-skiktet pekats sluttningen vid Ekenäsverkstan ut som erosionskänsligt. (Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna, 2013).

Den ursprungliga klassningen var satt till mycket stor risk vad gäller spridningsförutsättningar vilken kvarstår då klimateffekterna troligen bidrar till en ökad spridning av föroreningar från området.

Känslighet

Enligt den ursprungliga klassningen bedömdes känsligheten som måttlig då det är industrimark. Vid omklassningen bedöms känsligheten som måttlig/stor men då främst på grund av att det är många typer av verksamheter inom området varav vissa bedöms som verksamheter där yrkesverksamma exponeras i stor utsträckning. Stora delar av området är inte hårdgjort vilket skulle kunna öka exponeringen av föroreningar vid framtida klimatförändringar.

Skyddsvärde

Skyddsvärdet bedöms som måttligt i den ursprungliga klassningen då det är ett industriområde. Utifrån omklassningen bedöms området i sig som litet eller måttligt. Den del av Motala Ström som angränsar till objektet bedöms enligt vattendirektivet som ett vattendrag som inte uppnår god kemisk status om klassningen tar hänsyn till kvicksilver men som god status om kvicksilver exkluderas.

Sammanfattning

Vid den ursprungliga klassningen bedömdes objektet tillhöra riskklass 2, stor risk. Utifrån klimatförändringarna är tänkbara effekter att spridningen av föroreningar ökar från objektet till följd av ökad och mer kraftig nederbörd. Då området sluttar mycket brant mot Motala Ström kommer troligen erosionen från området att öka. Sammanfattningsvis bedöms dock fortfarande objektet tillhöra riskklass 2, stor risk.

3.2.2 Tannefors färgeri AB

Tannefors färgeri ligger i stadsdelen Tannefors i Linköping, angränsande till Stångån, figur 4. Det ingick i ett mycket gammalt bruksområde tillsammans med bl.a. pappersbruk, garveri (bark), flera kvarnar, knäckebrödfabrik, ullspinneri, m.fl. Färgeriet var verksamt från 1908 till slutet av 1950-talet och utförde åtminstone från 1940-talet även kemtvätt med en så kallad TRI-tvättmaskin. Byggnaden revs i samband med byggnation av flerbostadshus på objektet som genomfördes 1992. Då fylldes även upp med massor där huset står idag. På färgeriets gamla plats är jordarten lera-finmo. Primära föroreningar antas vara trikloreten, vinylklorid, metaller (från textulfärger) samt blekkemikalier.



Figur 4. Området för Tannefors färgeri

Då objektet ligger i de centrala delarna av Linköping i närheten av ett vattenkraftverk är vattendraget kraftigt reglerat. Svämplanen bedöms inte applicerbar vid det här objektet

då vattendraget inte fluktuerar på ett naturligt sätt. Objektet valdes dock att gå vidare med för att se hur klimateffekterna skulle kunna påverka området. I den översiktliga översvämningskartering som MSB har gjort av området ingår inte objektet i området för 100- årsflödet eller högsta flödet (MSB, 2001).

Föroreningarnas farlighet

Både trikloreten och dess nedbrytningsprodukter (t.ex. vinylklorid), samt kadmium och krom är ämnen av mycket hög farlighet. Oljor och petroleumprodukter (användes som tvättkemikalier ibland) är av hög farlighet. Flera möjliga blekmedel är av mycket hög farlighet. Farligheten kan påverkas av klimatfaktorer såsom ändrad temperatur och ökad nederbörd då det kan påverka markkemin och därmed nedbrytningen och vilka nedbrytningsprodukter som produceras. Vissa nedbrytningsprodukter är farligare än andra.

Föroreningsnivå

Vid den ursprungliga riskklassningen bedömdes nivån i mark och grundvatten vara stor, vilket även är bedömningen i omklassningen. Övriga medium bedömdes ej i den ursprungliga klassningen men kan i ytvattnet och byggnaden bedömas vara liten och i sedimenten måttlig/stor. Detta trots att en del mark schaktades i samband med att huset byggdes 1992. På grund av att trikloreten är tyngre än vatten kan det förväntas ha sjunkit ner på större djup under grundvattennivån och därför legat till största delen under den del av marken som schaktades. Oljor och metaller kan dock ha funnits i de bortschaktade massorna och halten av dessa kan alltså ha minskat i och med schaktningen.

Spridningsförutsättningar

Även om objektet inte översvämmas kan objektet påverkas av klimatförändringar t.ex. i form av ökad och kraftigare nederbörd, fluktuerande grundvatten och ökad temperatur. Detta skulle kunna leda till förändrade markförhållanden i form av t.ex. organiskt innehåll, aeroba- och anaeroba förhållanden vilket skulle kunna ändra partikeltransporten och nedbrytningen. I den ursprungliga klassningen bedömdes spridningen som stor för mark och grundvatten. Vid omklassningen ökar spridningsrisken men bibehålls som stor.

Känslighet

Känsligheten på platsen (mark, byggnad) är mycket hög då folk bor permanent på fastigheten. Längs Stångån går även en gångväg som utnyttjas flitigt av Linköpingborna för promenader, löpning och annat friluftsliv. På/i ån utövas bl.a. vattensport, såsom kanot och kajak. Känsligheten för ytvatten och sediment sätts därför till hög. Grundvattnet används inte till dricksvatten och känsligheten blir därför måttlig för grundvattnet. Klimateffekterna skulle kunna öka känsligheten på objektet på så sätt att skred eller erosion via olika klimatdrivna processer kan göra så att skyddande jordlager ovanpå föroreningen blir tunnare eller helt försvinner, varpå människor lättare kan exponeras för dessa.

Skyddsvärde

Skyddsvärdet är måttligt för grundvatten, mark och byggnad, men högt för sediment och ytvatten, då dessa ingår i Stångåns vattensystem. Flora och fauna skulle kunna förändras i och med ökad temperatur, nederbördsmängd och växtsäsong, men det är svårt att säga hur det kommer att påverka skyddsvärdet.

Sammanfattning

Vid objektet bedöms spridningsförutsättningarna vara det som mest påverkas av bedömda klimatfaktorer. De ökade spridningsförutsättningarna ökar riskklassen något, men objektet riskklassas fortfarande som riskklass 2, stor risk.

3.2.3 Såg, Lakvik

Sågen i Lakvik ligger i Åtvidabergs kommun och är lokaliserad mycket nära sjön Risten, figur 5. Den ursprungliga ångsågsbyggnaden finns kvar men är förfallen. Ångsågen startade 1918 och troligen någon gång under 1940- talet startade sprayning av virke med blånadsskydd. Vid inventeringen framkom att det medel som använts hette något liknande med "Santos". Troligen var det Santobrite som använts då det var ett medel innehållande klorfenol som användes för blånadsskydd under den tidsperioden. Efter blånadsskyddsbehandlingen lades virket upp på en yta utanför byggnaden, där det troligen droppat från det nysprutade virket. Potentiella föroreningar inom området är klorfenoler och dioxin.



Figur 5. Lakvik såg

Föroreningarnas farlighet

Klorfenoler och dioxiner är ämnen med mycket hög farlighet. Klorfenoler är en grupp ämnen varav pentaklorfenol är den mest klorerade föreningen med fem kloratomer. Pentaklorfenol är klassificerad som möjligen cancerogen för människa och hög exponering kan bland annat leda till störningar i respiration, blodtryck, hjärtfunktion (Toxnet, 2014a).

Nedbrytning av pentaklorfenol kan ske både kemiskt och biologiskt, anaerobt såsom aerobt. Flera olika klorerade föreningar kan uppstå som nedbrytningsprodukter men vissa svampar och bakterier kan bryta ner pentaklorfenol fullständigt. (IVL, 2002)

Hur nedbrytningsvägen ser ut beror dock på platsspecifika egenskaper. En studie visade t.ex. på att bakteriell nedbrytning av pentaklorfenol kan gynnas av aeroba eller metanogena förhållanden medan missgynnas under sulfat och nitratreducerande förhållanden (D'Angelo och Reddy, 2000).

Dioxin är ett samlingsnamn för dioxinlika ämnen som har liknande kemiska och toxikologiska egenskaper. Dioxin bildas oavsiktligt vid olika processer såsom vid tillverkning av klororganiska föreningar såsom t.ex. klorfenoler. Gruppen inkluderar polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibensofuraner (PCDF) och vissa polyklorerade bifenyler (PCB), även benämnda dioxinlika PCB. Det mest studerade dioxinet liksom det mest toxiska är TCDD (2,3,7,8- tetraklordibenso-p-dioxin). De hälsoeffekter som uppträtt hos flera djurarter vid lång tids exponering av

låga doser av TCDD är cancer, försämrat immunförsvar samt reproduktions och utvecklingsstörningar. Särskilt foster har visat sig vara särskilt känsliga och påverkan under fostertiden kan ge utslag även i vuxen ålder. (Karolinska Institutet, 2013)

Som grupp klassas PCDD och PCDF som mycket svårösliga i vatten och svårnedbrytbara. Detta varierar dock med kloreringsgrad genom att högklorerade kongener har lägre vattenlöslighet och nedbryttningsbarhet än de kongener som är lågklorerade. (Naturvårdsverket, 2007b)

Farligheten skulle kunna påverkas av klimatfaktorer såsom översvämning, ändrad temperatur, ökad nederbörd, då de kan påverka nedbrytningen och vilka nedbrytningsprodukter som skapas.

Föroreningsnivå

Bedömningen utifrån den ursprungliga klassningen var att föroreningsnivån är stor på objektet. Motiveringen var bland annat den långa verksamhetstiden. Klimateffekter såsom kraftiga regn och översvämningar skulle kunna bidra till att öka nivån av såväl klorfenoler som dioxiner då det finns risk att t.ex. dioxiner sprids via partiklar i och med en ökad omsättning och erosion från området men även minska nivån på själva objektet då föroreningar sprids från området till sjön Risten. Ökad temperatur och längre vegetationslängd kanske skulle kunna gynna nedbrytningen av föroreningarna. Det finns dock stora osäkerheter varpå bedömningen av nivån även vid omklassningen är stor.

Spridningsförutsättningar

Klorfenoler kan vara relativt vattenlösliga detta beroende på att de förekommer som laddade joner över ett viss pH. För pentaklorfenol är det värde då väte avges och joner skapas, den s.k. protolyskonstant, pKa är 4,7 (SRC Phys-Prop Database, 2014). Även vid lägre pH då pentaklorfenol inte är en jon kan en spridning ske om vattnet innehåller mycket löst organiskt kol, DOC (Naturvårdsverket, 2006b).

Dioxiner binder hårt till marken men kan spridas genom att de binds till rörliga fraktioner i jorden såsom löst organiskt material (DOM). (Persson, 2007)

Klimatförändringar i form av ökad nederbörd, översvämning och en höjd grundvattenyta skulle kunna öka spridningen från området. Svämplanet täcker delar av det tidigare verksamhetsområdet. I figur 6 har svämplanet kombinerats med Lantmäteriets 30-40-tals karta där delar av verksamhetsområdet bedöms översvämmas.



Figur 6. Svämplan vid Lakvik såg tillsammans med Lantmäteriets ekonomiska karta 30-40- tal

Den ursprungliga klassningen av spridningsförutsättningarna från byggnaden var satt till stor, klassningen behålls då det är en förfallen byggnad som potentiellt skulle kunna vara förorenad. Vad gäller spridningsförutsättningarna i mark och grundvatten har dessa ursprungligen bedömts som stora. Då objektet ligger mycket nära sjön, med risk att översvämmas och därmed risk för erosion och spridning av föroreningar genom t.ex. rörliga fraktioner i jorden från området bedöms spridningsförutsättningarna som mycket stora för mark och grundvatten. För spridning i ytvatten bibehålls klassningen stora spridningsförutsättningar.

Känslighet

Känsligheten vad gäller mark och grundvatten är i den ursprungliga klassningen mycket stor då människor bor i närheten och grundvatten kan tänkas användas som dricksvatten. Klimatförändringar i form av t.ex. översvämningar skulle kunna leda till att föroreningarna blottas i större utsträckning vilket än mer motiverar den ursprungliga klassningen. Vad gäller känsligheten för ytvatten och sediment klassades den som stor i den ursprungliga klassningen och den bedömningen kvarstår.

Skyddsvärde

Skyddsvärdet bedöms som måttligt i såväl den ursprungliga som klassningen utifrån klimatförändringar. Hur skyddsvärdet kommer att förändras för området t.ex. i form av nya arter etc. är svårt att bedöma.

Sammanfattning

Den ursprungliga klassningen resulterade i att objektet klassades till stor risk men i MIFO- blanketten beskrivs objektet vara på gränsen mellan en riskklass 1 och riskklass 2. Vid omklassningen bedöms klimateffekterna påverka spridningsrisken i den omfattningen att objektet vid en omklassning skulle klassas till riskklass 1, mycket stor risk.

3.2.4 Annsjöns sågverk

Annsjöns sågverk är beläget vid sjöstranden av Annsjön, figur 7, i norra Finspångs kommun och var verksamt från 1940-tal till 1990. Sågverket har under en kort period på 1940-talet bedrivit träskyddsbehandling i form av dopkning och eventuellt sprejning av virke med preparatet Santobrite. Platsen där doppningskaret stod har identifierats av personer som var med under doppningsverksamheten och är idag täckt av 50-60 cm

måktiga fyllnadsmassor, underliggande jordlager är lera-silt. Vid sjökanten stod även en kran som har läckt stora mängder olja. Fastigheten används idag endast som lager. Den gamla sågverksbyggnaden brann ner 2008 och de byggnader som finns kvar på objektet är byggda efter doppningsstiden. Prover har tagits där doppningskaret stod och relativt höga halter av dioxin har konstaterats. Sjön används för vattensport, bad och fiske. Primära föroreningar vid objektet är pentaklorfenol och dioxin. Objektet fick vid den ursprungliga MIFO 1-inventering riskklass 2.



Figur 7. Annsjöns sågverk vid Annsjön

Föroreningarnas farlighet

Pentaklorfenol och dioxiner är av mycket hög farlighet och oljor av hög farlighet. Farligheten kan påverkas av klimatfaktorer såsom översvämning, ändrad temperatur, ökad nederbörd, t.ex. då det kan påverka nedbrytningen och vilka nedbrytningsprodukter som skapas. Vilka förhållanden som råder i marken lokalt avgör vilka effekter ett förändrat klimat kommer att ha på farligheten.

Föroreningsnivå

Vid den ursprungliga riskklassningen bedömdes att föroreningsnivån i mark var mycket stor och i grundvatten, ytvatten och sediment som stor. De kvarvarande byggnaderna är byggda efter det att träskyddsverksamheten upphört, varför nivån i byggnaderna har satts till låg. Dessa nivåer har bibehållits. Klimateffekternas inverkan på nivån tros mest kunna ske genom utlakning och utspädning.

Spridningsförutsättningar

Större delen av föroreningarna bör ligga en bit ner i marken under det lager av fyllnadsmassor som lagts på området efter att verksamheten avslutades. Om översvämningar sker skulle det dock kunna innebära att det översvämmade vattnet kan föra med sig föroreningar och därför ökar spridningsförutsättningarna från små till måttliga för byggnaden. Spridningsrisken till/i mark, grundvatten och ytvatten sätts till mycket stora, då klimatfaktorer såsom t.ex. ökad och kraftigare nederbörd, översvämning, bedöms öka spridningsförutsättningarna. I den ursprungliga klassningen var spridningsförutsättningarna för mark och grundvatten bedömda som mycket stora och för ytvatten som stora. I sediment sätts spridningsrisken till hög, då ökad nederbörd, översvämningar, skred och erosion, bl.a. kan slamma upp partiklar i sedimentet som då kan transporteras iväg med ytvattnet. Förorenade partiklar från mark kan även läggas till sedimentet via i stort sett samma processer.

Känslighet

Enligt MIFO 1 används närområdet till vattensport, sommarboende och badplats, vilket ger hög till mycket hög känslighet på objektet. Det är även nära till bostäder, cirka 50 m.

Klimat effekterna skulle kunna öka känsligheten på objektet på så sätt att skred eller erosion via olika klimatdrivna processer kan göra så att skyddande jordlager ovanpå föroreningen blir tunnare eller helt försvinner, varpå människor lättare kan exponeras för denna. De tidigare planerna på att avstycka tomter för sommarstugor närmast sjön på objektet verkar för närvarande vara uppskjutna, men frågan kan komma upp igen i framtiden.

Skyddsvärde

Skyddsvärdena för objektet är enligt MIFO 1 satta efter närliggande naturskyddsklassade områden och dessa kommer troligen inte att påverkas av klimatförändringarna på annat sätt än att vissa områden (t ex Storön som är ett av de utpekade skyddsvärda områdena) till viss del kan komma att hamna under vatten och därmed kanske förlora delar av sitt skyddsvärde. Flora och fauna kan komma att förändras i och med ökande temperatur, nederbörds mängder och växtsäsong, men det är omöjligt att säga hur det kommer att påverka skyddsvärdet.

Sammanfattning

Vid objektet bedöms spridningsförutsättningarna vara det som mest påverkas av beräknade klimatfaktorer. De ökade spridningsförutsättningarna ökar riskklassen något, det bedöms dock inte vara tillräckligt för att den ska hamna i riskklass 1, utan den behåller sin tvåa.

3.2.5 Skjutbana, Bjärkeryd

Skjutbanan ligger i Bjärkeryd strax söder om Kisa samhälle i Kinda kommun, figur 8. Banan startade någon gång i början av 1960- talet och avslutades cirka 1981. Banan användes bland annat som älgbana och som skeetbana. Förväntade föroreningar är bly och PAH. Cirka 150 meter från banan ligger recipienten Kisaån. Då det vid inventeringen inte var möjligt att erhålla uppgifter i vilken omfattning som banorna använts är objektet branschklassat till en BKL 3 och inte riskklassat. Objektet skiljer sig gentemot övriga objekt då själva koordinaten för objektet ligger strax utanför svämplanet samt att det tidigare enbart branschklassats. Orsaken till att objektet trots detta valdes ut är att objektet bedömdes ingå i svämplanet då verksamhetsområdet sträcker sig in i svämplanet samt att det bedömdes intressant ur ett branshperspektiv.



Figur 8. Skjutbana, Bjärkeryd

Föroreningarnas farlighet

Bly och PAH är bägge av mycket hög farlighet. PAH, polyaromatiska kolväten, är ett samlingsnamn för en grupp ämnen där vissa har konstaterats cancerogena t.ex. benso(a)pyren och benso(a)anracen (Toxnet, 2014b). PAH är fettlösliga, oftast stabila och i en del fall bioackumulerbara. Vid nedbrytning av PAH kan själva

nedbrytningsprodukten vara mer toxisk än ursprungssämnet (Kemikalieinspektionen, 2011). Vilka förhållanden som råder i marken lokalt avgör vilka effekter ett förändrat klimat kommer att ha på farligheten.

Föroreningsnivå

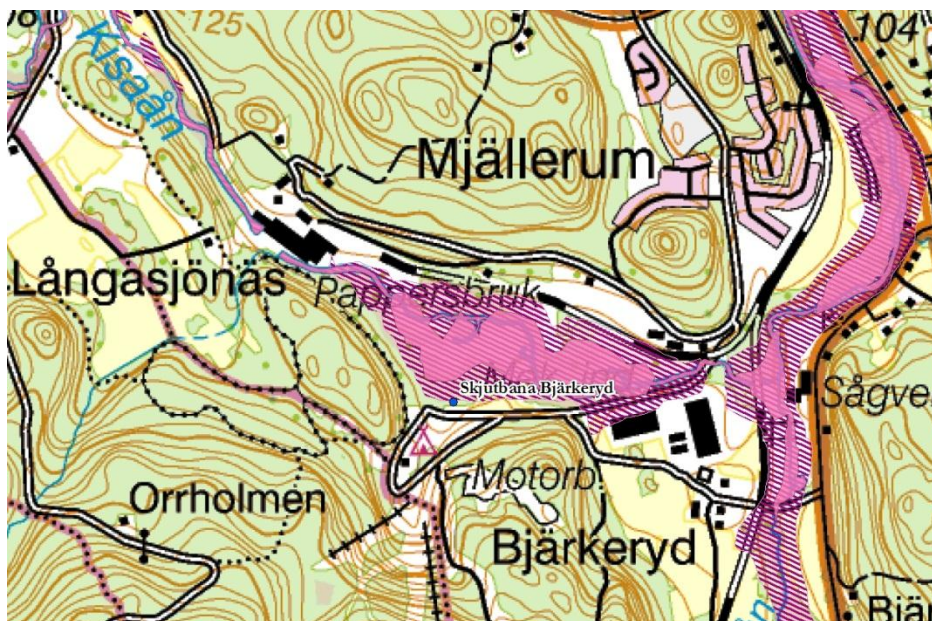
En minskning av föroreningsnivåerna kan ske på själva objektet till följd av klimateffekterna i och med att föroreningen i större omfattning utlakas och sprids till andra platser.

Spridningsförutsättningar

Spridningsrisken till/i mark, grundvatten och ytvatten är redan stora till mycket stora på grund av objektets läge i sankmarken invid Kisaån. Vid hänsyn till klimatfaktorer såsom översvämning, ökad nederbörd, högre grundvattenflöden etc. och deras inverkan ökar spridningsrisken och bedöms därmed som mycket stor. Förutom att delar av området ingår i svämplanet, figur 9, har även MSB gjort en översiktlig översvämningsskartering av området (MSB, 2010) där området pekades ut med risk att översvämmas vid 100-årsflöde samt beräknat högsta flöde, figur 10. Då svämplanet och MSB:s skartering baseras på olika höjddatabaser kan de inte jämföras men generellt kan sägas att båda analyserna pekar ut området som ett område med risk för översvämning.



Figur 9. Svämplan för Skjutbana Bjärkeryd



Figur 10. Bilden till vänster visar MSB översiktliga översvämningskartering (rosa motsvarar 100- års flöde och streckade är högsta flöde).

Bly binder starkt till både organiskt material och oxider. Transport av bly i mark och vatten sker till stor del genom lösta humuskomplex eller bundet till kolloider (Naturvårdsverket, 2006a). Hur rörligt bly är i mark och vatten är mycket platsberoende men exempel på faktorer som påverkar spridningen är pH, organiskt material, kornstorlek, temperatur, vattenhalt (Naturvårdsverket, 2006b). PAH klassas som oladdade icke polära ämnen och attraheras därmed i större omfattning till organiskt material än till mineralytor (McBride, 1994). Klimatförändringar såsom översvämningsar skulle kunna bidra med en ökad omsättning av partiklar vilket skulle kunna leda till en ökad spridning av föroreningar.

Känslighet

Söder om objektet finns en skidbacke som används om möjligt vintertid. Det är emellertid svårt att se att sankmarken vid ån skulle ha särskilt hög känslighet i sig, utan dess känslighet bedöms bestå i det faktum att det ca 500 m nedströms österut ligger ett grundvattenmagasin som används som dricksvattentäkt till Kisa samhälle. Kisaån flyter också rakt igenom vattenskyddsområdet här. Inkluderas klimatfaktorer i beräkningarna såsom ökad nederbörd, översvämningsar etc. skulle det kunna göra bra vattentäkter mer sällsynta och att känsligheten därför kan sägas öka.

Skyddsvärde

Skyddsvärdena för objektet är idag måttliga och kommer troligen inte att påverkas av klimatförändringarna på annat sätt än att flora och fauna kan komma att förändras i och med ökande temperatur, nederbördsmängder och växtsäsong, men det är svårt att säga om det kommer att påverka skyddsvärdet och i så fall hur.

Sammanfattning

Då objektet inte var riskklassat innan blir bedömningen lite annorlunda men vad som kan uppmärksammas är att framtida klimatförändringar bedöms påverka spridningen från objektet då partikeltransporten bedöms öka i och med t.ex. översvämningsar.

3.2.6 Linnafors pälsfärgeri

Linnafors pälsfärgeri var verksamt ungefär mellan åren 1952- 1962 och ligger mellan samhället Hestra och sjön Sommen i Ydre kommun, figur 11. Sedan tidigare beredda skin behandlades i krombad varefter skinnen färgades i olika, ljusa och mörka, läderfärger. Efter krombadet torkades/lejdrades skinnen i sågspån. Krombaden byttes ut cirka två gånger per vecka och uttappning av vattnet skedde direkt i ån. I dag används området som sommarstuga med tillhörande snickeribyggna. Det finns en grävd dricksvattenbrunn intill bostadshuset. De föroreningar som förväntas är bland annat krom (III, VI) samt olika skinnfärger.



Figur 11. Linnafors pälsfärgeri och dess omgivning

Föroreningarnas farlighet

Krom bedöms beroende på i vilken form det förekommer som mycket hög farlighet (Cr VI) alternativt hög farlighet (Cr III). Exakt vilka andra föreningar som använts vid t.ex. färgning är oklart.

Krom (Cr III) binds starkt till organiskt material i marken och medutfälls med järnoxider särskilt under lågt pH och under anerobera förhållanden. Kromat (Cr VI) adsorberar vid $\text{pH} < 6$ till Fe- och Al-oxider men är relativt lätt rörligt vid högt pH och i torra jordar. (Naturvårdsverket, 2006a)

Vilka exakta markförhållanden som råder på platsen just nu och som kommer att råda är dock svårt att säga. Men objektet ligger mycket nära Linna å. Klimateffekter såsom översvämning till följd av ökad nederbörd skulle kunna leda till förändrade markförhållanden. En ökad partikeltransport skulle kunna leda till att föroreningar sprids till områden som tidigare inte varit förorenade.

Föroreningsnivå

Enligt den ursprungliga MIFO-klassningen bedömdes föroreningsnivån vara måttlig till stor för mark och grundvatten samt stor för sediment. Till följd av klimatförändringar i form av t.ex. kraftiga regn och översvämningar skulle en översvämning kunna innebära att föroreningar sprids i större omfattning. Detta skulle innebära att markens och grundvattnets föroreningsnivå skulle kunna öka. Någon gång runt 1970 rätades sträckningen av ån ut förbi fastigheten. En bedömning är att åfåran sänktes minst en meter. Detta skulle kunna ha medfört att föroreningar transporterats bort från platsen alternativt flyttats om. Strax nedströms objektet ligger även en damm. En muddring av dammen genomfördes som ett projekt för att förbättra fågellivet. Det är dock oklart var muddermassorna transporterades. Hur klimateffekterna skulle kunna förändra nivån är osäkert men en risk finns att en omfördelning sker av det förorenade materialet. En

minskning av nivån till följd av spridningar skulle kunna bli aktuellt. Dock innebär det att nya områden kan få en ökad föroreningsnivå. Nivån bedöms dock fortsatt till stor för mark och grundvatten samt stor för sediment.

Spridningsförutsättningar

Vad gäller spridningsförutsättningar bedöms de för mark och grundvatten i den ursprungliga klassningen som måttliga till stora då området består av genomsläppliga till normaltäta jordarter. Till ytvattnet bedöms spridningsförutsättningarna som mycket stora då vattendraget ligger i anslutning till området samt att kunskap finns om att krombad hälldes ut i vattendraget. För ytvatten och i sediment bedöms spridningsförutsättningarna som stora respektive måttliga. Det betonas dock i den ursprungliga klassningen att det är svårt att förutsäga spridningen men att det troligen finns föroreningar i sedimenten antingen i ån eller i dammen nedströms. Som tidigare nämnts finns det en risk vid klimatförändringar i form av ökad nederbörd och kraftigare regn att området svämmas över då det ligger nära vattendraget Linna Å. En översvämning skulle kunna leda till en ökad spridning av föroreningar. Bedömningen utifrån ett klimatperspektiv är att spridningsförutsättningarna för mark och grundvatten bedöms som stora till mycket stora då det finns risk att området översvämmas. För ytvatten och sediment bedöms att en ökad nederbörd ökar omsättningen och flödet och därmed spridningen även i vatten varför spridningen i ytvatten och sediment bedöms som stor.

Känslighet

För den byggnad som idag är sågverk och där verksamheten tidigare bedrevs bedöms i den ursprungliga klassningen känsligheten som måttlig då människor inte vistas i byggnaden i någon större omfattning. För mark och grundvatten bedöms känsligheten som mycket stor då grundvattnet används som dricksvatten och människor bor inom området. Klimatförändringar i form av t.ex. ökade översvämningar skulle kunna öka känsligheten vad gäller mark och grundvatten då det är risk att föroreningar sprids till nya områden där människor skulle kunna bli exponerade. Känsligheten bedöms därmed fortsatt till mycket stor för mark och grundvatten. För byggnaden görs bedömningen att den behåller måttlig känslighet.

Skyddsvärde

Vad gäller skyddsvärdet behålls den ursprungliga klassningen som var stor för mark, grundvatten, ytvatten och sediment då det är ett område med ekosystem som är mindre vanliga i regionen. Sommen som ligger strax nedströms har ett mycket högt skyddsvärde. Linna Å bedöms enligt vattendirektivet som ett vattendrag som inte uppnår god kemisk status om klassningen tar hänsyn till kvicksilver men som god status om kvicksilver exkluderas. Hur skyddsvärdet kommer att ändras i och med klimatförändringar är svårt att säga i och med en förändring i temperatur, växtsäsong etc.

Sammanfattning

I den ursprungliga riskklassningen bedömdes objektet tillhöra riskklass 2, stor risk. Bedömningen baserades bland annat på att det var en relativt liten verksamhet men som var verksam under en tid då det var vanligt att använda kemiska medel av mycket hög farlighet. Exempel på klimatförändringar som bedöms relevanta för det här objektet är ökad nederbörd, mer intensiva regn och därmed större risk för översvämningar. Utifrån det bedöms fortfarande objektet som en riskklass 2, stor risk men en starkare sådan i och med att bland annat spridningsförutsättningar bedöms öka inom objektet.

3.3 Övriga länsstyrelserns arbete med förorenade områden och klimatförändringar

I början av januari 2014 skickades en förfrågan ut bl.a. till de handläggare på länsstyrelserna i Sverige som arbetar med förorenade områden. Den fråga som ställdes var om hänsyn tagits till framtida climateffekter vid riskklassning av förorenade områden och i så fall hur?

Länsstyrelsen i Blekinge svarade bland annat att de inte gjort någon systematisk kontroll vilka objekt som riskerar att översvämmas eller utsättas för erosion men att om det varit uppenbart i samband med t.ex. platsbesök så har det angetts i MIFO- blanketterna.

Länsstyrelsen i Skåne svarade att de sedan flera år diskuterat hur man ska ta hänsyn till frågorna men att man ännu inte hunnit göra något i praktiken. I vissa fall har man i MIFO- blanketterna skrivit med att objektet riskerar att översvämmas men är inte säker på om det har haft någon större effekt på riskklassen.

Forskningscentrum Människa, Teknik och Miljö vid Örebro Universitet har på uppdrag av Vattenenheten vid Länsstyrelsen i Örebro tagit fram en rapport med titeln: Klimatförändringarnas påverkan på förorenade områden i Örebro län (Forskningscentrum Människa-Teknik- Miljö, 2012). Rapporten har studerat EBH-objekt som ligger nära vatten i Örebro län och klassat dessa utifrån fem faktorer. De olika faktorerna har varit risk för skred eller ras, risk för översvämning, risk för förhöjt vattenstånd (påverkan på kemin), grad av förorening inom området samt svårslösliga respektive lättlösliga ämnen i vatten. Än så länge har inte Länsstyrelsen i Örebro ändrat någon riskklass eller gjort någon annan bedömning utifrån rapporten.

4. Resultat och slutsatser

Utifrån den riskklassning som gjordes så blev resultatet att ett objekt fick en höjning av riskklassen när hänsyn togs till klimateffekterna, tabell 3. Även övriga objekt fick en ökad risk när klimateffekterna togs med i bedömningen men inte så att riskklassen justerades. Främst var det risken för ökad spridning som gjorde att risken ökade.

Tabell 3. Sammanställning av riskklassade objekt, innan och efter hänsyn till klimateffekter

Objekt	Riskklass innan	Riskklass efter	Kommentarer jämfört med ursprunglig riskklassning
Ekenäsverkstan	2	2	Ökad risk för spridning p.g.a. kraftigare regn, erosion.
Tannefors Färgeri AB O.J. Pettersson	2	2	Ökad risk för spridning p.g.a. ökad nederbörd, fluktuerande grundvattennivåer.
Såg, Lakvik	2	1	Ökad risk för spridning p.g.a. ökad nederbörd, översvämning och erosion.
Annsjöns sågverk	2	2	Ökad risk för spridning p.g.a. ökad nederbörd, översvämning.
Skjutbana, Bjärkeryd	BKL 3	BLK3	Ökad risk för spridning p.g.a. ökad nederbörd, översvämning
Linnafors Pälsfärgeri	2	2	Ökad risk för spridning p.g.a. ökad nederbörd, översvämning.

Bedömningen utifrån riskklassningen är att MIFO fungerar att använda när klimatperspektivet inkluderas. Fortfarande finns dock många ovissheter hur klimateffekterna kommer att påverka specifika områden särskilt vad gäller hur specifika ämnen kommer att påverkas. Ett forskningsprojekt har startats av bl.a. SLU och SGI angående giftiga metallers utlakning men det skulle även vara intressant att veta mer angående riskerna med andra föroreningar såsom organiska föroreningar t.ex. dioxiner och klorerade alifatiska kolväten.

För att välja ut vilka objekt som skulle riskklassas i den här pilotstudien valdes att använda det GIS- skikt över svämplan som projektet VM-HyMo tagit fram. När objekt i tätorter riskklassas där vattnet inte bedöms fluktuera på ett naturligt sätt bedöms inte skiktet applicerbart men i områden och vattendrag som inte är påverkade i den omfattningen bedöms skiktet vara bättre lämpat.

MSB arbetar med att genomföra översiktliga översvämningsskateringar av vattendragen men ännu har enbart de större vattendragen kartlagts för Östergötlands del. I karteringen redovisas 100- års flöden och högsta flöden. I de fall där översiktliga kartläggningar finns har dessa använts som underlag vid riskklassningen. För Östergötlands del har dock karteringarna en begränsad noggrannhet då de bygger på en äldre höjddatabas. MSB arbetar med att uppdatera vattendrag utifrån ny höjddata och

klimatepassade 100 och 200- årsflöden men i dagsläget finns inga sådana redovisade för Östergötlands del.

Vid tidpunkten för rapporten hade ännu inte nedskalade klimatscenarios publicerats av SMHI för länet. Detta gjorde det därmed inte möjligt att utifrån dessa se några lokala variationer. En sådan analys hade kunnat användas som prioriteringsgrund för fortsatt arbete.

5. Diskussion

Att genomföra riskklassning genom att kombinera MIFO- metodiken med kunskap om klimateffekter visade sig vara möjligt. Av de objekt som studerades i det här projektet var det ett objekt som fick en högre riskklass. Att klassa om objekt där varje objekt studeras igen utifrån potentiella klimatiförändringar är möjligt men tar tid och kommer kräva resurser. Örebro universitet har gjort en mindre studie på uppdrag av Länsstyrelsen i Örebro där ett antal objekt har studerats med närhet till vatten och bedömt dessa utifrån ett antal riskfaktorer. Utifrån den sammanvägda riskfaktorn har sedan en topplista skapats. Som betonas i den rapporten är arbetet av en översiktlig karaktär och resultatet bör tolkas med stor försiktighet för det enskilda objektet. Kanske kan dock delar av den studien användas som underlag för att gå vidare och se hur man på ett övergripande sätt kan gradera och därmed se vilka objekt som är mest prioriterade att arbeta med. Vad som dock alltid är viktigt att tänka på är att resultatet inte blir bättre än underlaget. Vissa delar av Sverige är bättre karterat t.ex. området vid Göta Älv vad gäller t.ex. geotekniska förhållanden än andra delar. I vissa fall kan det även förekomma mer lokala karteringar som kan inkluderas för att få ökad kunskap om lokala förhållanden. Väsentligt är att försöka ta in så mycket av den kunskap som finns angående områden i form av klimatfaktorer, geotekniska och hydrologiska karteringar etc. för att göra en så bra bedömning som möjligt inför en prioritering.

Vid objektet Ekenäsverkstan i Motala bedömdes även GIS- skiktet ha utgått från ett annat vattendrags yta- Göta kanal, vid beräkning av svämplanet. Detta visar på svårigheten i att genomföra en mer storskalig simulering av översvämningar i områden som är kraftigt påverkade av mänsklig aktivitet såsom t.ex. i områden med kanaler, dammar och i tätorter. I de områden som inte på samma sätt är påverkade av mänsklig aktivitet bedöms svämplanet ge en bättre bild. MSB har genomfört och genomför översiktliga översvämningsskarteringar för många vattendrag men som för Östergötlands del har de enbart karterat de större vattensystemen såsom t.ex. Motala Ström, Stångån och delar av Svartån. Många förorenade områden ligger i anslutning till övriga vattendrag som ännu inte har karterats. Att då använda sig av svämplanet för att genomföra ett urval bedöms användbart. Många av de översvämningsskarteringar som MSB gjort har även ännu inte uppdaterats med ny data från den nya nationella höjddatabasen vilket gör att svämplanet i vissa områden kan användas som komplement till MSB:s karteringar. Detta var särskilt tydligt vid objektet Bjärkeryd i Kinda kommun där både MSB:s kartering samt svämplanet kunde användas som underlag. Vad som dock är viktigt att betona är att svämplanet har utgått från vattenförekomster, d.v.s. sjöar och vattendrag som har pekats ut inom ramen för vattendirektivsarbetet. Mindre bäckar och sjöar ingår då inte vilket innebär att vissa förorenade områden som ligger vid mindre bäckar och sjöar inte har inkluderats i urvalet.

Vad gäller Bjärkeryd inkluderades det objektet trots att det inte är lokaliserat inom svämplanet. Detta visar på en svårighet med databasen EBH- stödet då systemet bygger på att objektet koordinatsätts i en punkt. Detta innebär att mycket blir kopplat till var X- och Y- koordinaten har placerats. För Bjärkeryd skulle egentligen inte objektet ingått i svämplanet men då objektet ligger med sitt verksamhetsområde i svämplanet riskerar det att påverkas av klimateffekterna. Detta visar på svårigheten att selektera objekt utifrån svämplanet men även bristen i att systemet bygger på en X och Y- koordinat och inte på det område som skulle kunna vara förorenat. Om svämplanet används för selektering och prioritering av objekt i större skala får kanske en bedömning göras om vissa objekt som ligger på gränsen borde ingå. Ett alternativ är även att vid en GIS-

analys göra en buffertzoon runt den punkt som identifierar det förorenade området. Detta innebär att fler objekt i riskzonen på så sätt inkluderas i svämplanet. Dock kan det, beroende på buffertzoonens storlek, innebära att objekt som inte borde inkluderas i svämplanet inkluderas.

Det finns många osäkerheter hur klimatförändringarna kommer att påverka specifika områden och hur t.ex. specifika ämnen kommer att påverkas. Osäkerheter finns hur klimatteffekterna kommer att påverka t.ex. nedbrytningen. Vad gäller klassningen av ett ämnes farlighet skulle klimatförändringarna kunna innebära att nedbrytningsmönster förändras i och med t.ex. förändrade temperaturer, nederbörd, vegetationslängd och förändrade och fluktuerande grundvattennivåer. För vissa organiska ämnen kan nedbrytningsprodukten bedömas vara mer toxisk än själva ursprungssämnet varför en förståelse för vilka markprocesser som sker vid framtida klimatteffekter är av stort intresse.

Även ett områdes känslighet skulle kunna påverkas i och med förändrade klimatförhållanden. Områden som tidigare inte varit påverkade av föroreningar skulle kunna vid t.ex. översvämningar bli förorenade.

SGI har bl.a. i en av sina rapporter gjort spridningsberäkningar av hur t.ex. ett vattentrogat ämne i ett förorenat område påverkas av klimatförändringar. Flera mer utvecklade modeller av det här slaget som ger en bild av hur förorenade områden påverkas av klimatförändringarna ger förhoppningsvis en ökad kunskap och trygghet vid bedömningar och prioriteringar av förorenade områden.

För att studera lokala variationer inom ett län skulle det vara önskvärt med nedskalade klimatscenarier. Det skulle göra det lättare att se om det är några specifika områden inom länet som är särskilt viktigt att prioritera vad gäller förorenade områden.

De forskningsprojekt där bl.a. SGI deltar är två projekt som pågår i Sverige just nu som är intressanta att nämna men säkert pågår mycket mer. I en fortsatt studie behövs en mer detaljerad analys genomföras för att se vilka nationella samt internationella studier som pågår just nu vars resultat kan vara till nytta för det framtida arbetet avseende klimatförändringar och förorenade områden.

6. Källor

D'Angelo, E-M och Reddy, K.R. Aerobic and Anerobic Transformation of Pentachlorophenol in Wetland Soils. Soil Science Society Of America Journal, 64(3):933-943

<http://soils.ifas.ufl.edu/wetlands/publications/pdf-articles/244.aeobic%20and%20anaerobic.pdf>

(Hämtad 2014-02-17)

Forskningscentrum Människa-Teknik- Miljö. 2012. Klimatförändringarnas påverkan på förorenade områden i Örebro län. Örebro Universitet.

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

<http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1474.pdf>

Karolinska Institutet. 2013. Dioxiner.

<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=39033&a=5734&l=sv>

(Hämtad 2014-02-17)

Kemikalieinspektionen. 2011. Prioriteringsguiden, PRIO. Polycykliska aromatiska kolväten.

<http://www2.kemi.se/templates/PRIOframes.aspx?id=4045&gotopage=4101>

(Hämtad 2014-02-06)

Klimatanpassningsportalen. 2012a. Hur förändras klimatet. Vattendrag och grundvatten.

<http://www.klimatanpassning.se/Hur-forandras-klimatet/vattendrag-och-grundvatten-information-1.22553> (Hämtad 2014-02-13)

Klimatanpassningsportalen. 2012b. Hur förändras klimatet. Nederbörd. Kraftig nederbörd.

<http://www.klimatanpassning.se/Hur-forandras-klimatet/Nederbord/kraftig-nederbord-1.21297> (Hämtad 2014-02-18)

Klimatanpassningsportalen. 2013a. Hur förändras klimatet. Vattenstånd.

<http://www.klimatanpassning.se/Hur-forandras-klimatet/Hav-och-sjoar/vattenstand-1.21313> (Hämtad 2014-02-13)

Klimatanpassningsportalen. 2013b. Översvämning.

<http://www.klimatanpassning.se/Hur-forandras-klimatet/Vattendrag-och-grundvatten/oversvamning-1.21324> (Hämtad 2014-02-13)

Klimatanpassningsportalen. 2014. Hur förändras klimatet.

<http://www.klimatanpassning.se/Hur-forandras-klimatet> (Hämtad 2014-02-13)

Lantmäteriet. 2014. Landhöjning.

<http://www.lantmateriet.se/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/Referenssystem/Landhojning/> (Hämtad 2014-02-13)

McBride, M., B. 1994. Environmental chemistry of soils. Oxford University Press, New York

MSB. 2001. Översiktlig översvämningsskartering längs Motala Ström sträckan Vättern till Bråviken.

<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Kartor/oversvamningskartering/Motala%20str%c3%b6m.pdf>

MSB. 2009. Översiktlig översvämningsskartering.

<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamning/Oversiktlig-oversvamningskartering/> (Hämtad 2014-02-13)

MSB. 2010. Översiktlig översvämningsskartering längs Storån och Stångån, Sträckorna Nedre Fölingen till Åsunden och Storebro till Brokind.

<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Kartor/oversvamningskartering/Stor%c3%a5n%20och%20St%c3%a5n%c3%a5n.pdf>

Naturvårdsverket. 1999. Metodik för inventering av förorenade områden, Rapport 4918.

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-4918-6.pdf>

Naturvårdsverket, 2006a. Metallerens mobilitet i mark. Rapport 5536.

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5536-4.pdf>

Naturvårdsverket. 2006b. Fördjupade riskbedömningar- Erfarenheter av riktvärdesberäkningar och användning av ny kunskap, Rapport 5592

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5592-5.pdf>

Naturvårdsverket 2007a. Klorerade lösningsmedel- Identifiering och val av efterbehandlingsmetod, Rapport 5663

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5663-8Del1.pdf>

Naturvårdsverket. 2007b. Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljörisker- en kunskapsöversikt. Rapport 5736.

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5736-7.pdf>

Naturvårdsverket. 2013a. Nyckelbudskapen i femte utvärderingsrapporten från FN:s internationella klimatpanel.

<http://www.naturvardsverket.se/Global/Samarbetswebbar/ipcc/rapporten/key-findings.pdf> (Hämtad 2014-02-13)

Naturvårdsverket. 2013b. Förslag till etappmål för efterbehandling av förorenade områden.

<http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2013/etappmal2013forslag/etappmal2013forslag-ebb-skrivelse.pdf>

Persson, Ylva. 2007. Chlorinated Organic Pollutants in Soil and Groundwater at Chlorophenol- Contaminated Sawmill Sites. Umeå: Umeå Universitet.

SGI. 2005. Förorenings-spridning- Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. SGI Varia 560:3.

<http://www.swedgeo.se/upload/publikationer/Varia/pdf/SGI-V560-3.pdf>

SGI. 2007a. Föroreningsspridning vid översvämningar, etapp 1- ett uppdrag för klimat och sårbarhetsutredningen, Varia 576, Linköping 2007.
<http://www.swedgeo.se/upload/publikationer/varia/pdf/sgi-v576.pdf>

SGI 2007b. Föroreningsspridning vid översvämningar, etapp 2- ett uppdrag för klimat och sårbarhetsutredningen, Varia 577, Linköping 2007.
<http://www.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V577.pdf>

SGI. 2008. Länsstyrelsen Östergötland Riskbild Östergötland- Översiktlig inventering av risker för naturolyckor- dagens och framtidens klimat.
http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/SiteCollectionDocuments/Sv/nyheter/2008/oversiktlig_inventering_av_risker_for_naturolyckor.pdf

SGI. 2014a. Hur påverkar klimatförändringarna utlakning av giftiga metaller?
http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage_2957.aspx?epslanguage=SV
(Hämtat 2014-01-13)

SGI. 2014b. Aktuell forskning.
http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage_2601.aspx?epslanguage=SV
(Hämtad 2014-02-19)

SMHI. 2013. Ny generation scenarier för klimatpåverkan – RCP.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914> (Hämtad 2014-02-13)

SMHI. 2014. Klimatdata, Klimatscenarier.
<http://www.smhi.se/klimatdata/Framtidens-klimat/Klimatscenarier/Europa#area=eur&dnr=0&sc=rcp85&seas=ar&var=t>
(Hämtad 2014-02-18)

SPI. 2010. SPI rekommendation- Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar. Svenska petroleum institutet.
http://spbi.se/spimfab/files/2013/02/SPBI-rek_ebh-foroerade-bensinst-dieselanl_uppdaterad20120129.pdf

SRC PhysProp Database. Pentaklorfenol.
<http://esc.syrres.com/fatepointer/webprop.asp?CAS=87865>
(Hämtad 2014-02-04).

Toxnet. 2014a. Pentaklorfenol, Hazardous Substances Data Bank.
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
(Hämtad 2014-02-17).

Toxnet. 2014b. PAH, Hazardous Substances Data Bank.
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
(Hämtad: 2014-02-06).

Vattenmyndigheterna. 2014. Projekt VM- HyMo.
<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/projekt/Pages/default.aspx> (Hämtad 2014-02-13)

Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna. 2013. PM-Specifikation för datamängd i VM_{HyMo}, Dnr: 733-2013-1.

<http://www.viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary/51619/Specifikation%20f%C3%B6r%20datam%C3%A4ngd%20i%20VMHyMo.pdf>

Bilaga 1

Tabell skapad efter Tabell 5-1, SGI, 2005.

Klimatförändring	Hydrologisk konsekvens i mark och vatten	Tänkbara effekter på förorenade markområden
		Risk för ökad föroreningsspridning i mark
Ökad nederbörd (fler dagar samt fler tillfällen med hög regnintensitet) samt vid perioder med ökad torka följt av perioder med intensivare regn.	Ändrade grundvattennivåer, förändringar i porttryck och ökade flöden i ytvatten samt ökad grundvattenfluktuation.	Ökad risk för spridning i samband med erosion, ras, skred, sättningar m.m.
Ökad nederbörd i form av fler nederbördsdagar.	Stigande grundvattennivåer.	Ökad grundvattenkontakt med större mängd förorening samt kortare vertikal transportsträcka för förorening till följd av minskat avstånd mellan markyta och grundvattenzon.
Fler tillfällen med hög regnintensitet (ev. även högre intensitet vid respektive tillfälle).	Tillfälliga och kraftiga fluktuationer av grundvattennivåer.	Ökad grundvattenkontakt med större mängd förorening samt kortare vertikal transportsträcka för förorening till följd av minskat avstånd mellan markyta och grundvattenzon.
Ökad nederbörd i form av fler nederbördsdagar.	Ökade utströmningsområden.	Ökad kommunikation mellan yt- och grundvatten: Områden som idag ligger intill utströmningsområden kan ställas under vatten. Eventuellt snabbare föroreningstransport från grundvatten till ytvatten och vice versa.
Fler tillfällen med hög regnintensitet (ev. även högre intensitet vid respektive tillfälle).	Periodvis översvämningar av ytvattendrag.	Ökad kommunikation mellan yt- och grundvatten: Områden som idag ligger intill utströmningsområden kan ställas under vatten. Eventuellt snabbare föroreningstransport från grundvatten till ytvatten och vice versa.
Höjd havsyttnivå, främst till följd av höjd temperatur (smältning av polarisar och inlandsisar).	Översvämningar av kustnära områden.	Ökad kommunikation mellan yt- och grundvatten: Områden som idag ligger intill utströmningsområden kan ställas under vatten. Eventuellt snabbare föroreningstransport från grundvatten till ytvatten och vice versa.
Ökad nederbörd i form av fler nederbördsdagar och fler tillfällen med hög regnintensitet (ev. även högre intensitet vid respektive tillfälle).	Ökad infiltration och perkolation samt mer frekvent fluktuation i grundvattennivåer.	Ökad "urtvättnings" av förorening från jordmattisen till grundvattnet.
Förhöjd temperatur. Ökad torka följt av perioder med intensivare regn.	Uppsprickning av mark till följd av uttorkning under vissa perioder.	Ökad "urtvättnings" av förorening från jordmattisen till grundvattnet.

Förhöjd temperatur. Ökad torka följt av perioder med intensivare regn.	Ökad markfukt p.g.a. att varmare luft kan hålla mer vatten.	Mäktigheten på den omättade zonen krymper, avståndet mellan markyta och grundvattennivå krymper, vilket innebär kortare transportsträcka till grundvattenzonen.
Förhöjd temperatur.	Regn istället för snö.	Längre tjälperioder med ökad sprickbildning i jorden som följd.
		Risk för ökad föroreningsspridning, med samtida utspädning.
Fler tillfällen med hög regnintensitet (ev. även högre intensitet vid respektive tillfälle).	Tillfälligt högre gradient och därmed snabbare flöden.	Tillfälligt ökad transporthastighet på ämnen som följer grundvattnet.
Ökad nederbörd i form av fler nederbördsdagar.	Ökade grundvattengradienter och därmed snabbare flöden.	Ökad transporthastighet på föroreningar som följer grundvattnet.
		Minskad risk för föroreningsspridning i mark.
Förhöjd temperatur. Ökad torka följt av perioder med intensivare regn.	Minskad markfukt p.g.a. ökad avdunstning till följd av högre temperatur.	Minskad vertikal transport av föroreningar med vatten.
		Minskad risk för föroreningsspridning i mark, men ökad avgång till luft.
Förhöjd temperatur.		Ökad avgång av flyktiga ämnen till luft.
		Osäkert om ökad eller minskad risk för spridning av föroreningar i mark.
Förändrad mikrobiell miljö samt vegetation.	Förändringar i vegetationen inverkar på rotsystemen och därmed också på bakteriefloran.	Ökad/minskad kapacitet för nedbrytning, fastläggning, uppsugning.