



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 18 031

Examensarbete 30 hp
Juni 2018

Kan Soil Security-konceptet bidra till ökad hållbarhet vid åtgärder av förorenade områden?

Karin Bergman

REFERAT

Kan Soil Security-konceptet bidra till ökad hållbarhet vid åtgärder av förorenade områden?

Karin Bergman

Områden som antas vara förorenade utreds idag med hjälp av Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden. Vägledningmaterialet baseras till stor del på miljömålet *giftfri miljö* och vilka risker ett förorenat område kan utgöra för människor och ekosystem. Soil Security-konceptet är relativt nytt och är främst utvecklat för att bedöma jordbruksmarker och bygger på att jordförvaltningen ska leda till att jordresursen bevaras eller förbättras. I detta projekt har en utvärdering utförts om Soil Security-konceptet skulle kunna användas för att arbetet med förorenade områden ska leda mot hållbarhet. Nio indikatorer som alla indikerar att biomassaproduktion fungerar har tagits fram och sedan använts som underlag för jämförelsen mellan Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet. Dessa indikatorer har även använts för att utreda vad som utförs i det praktiska arbetet med förorenade områden. En analys av hur markmiljön värderas i det praktiska arbetet och om de åtgärder som utförs leder till fungerande markecosystem har också genomförts. Slutligen har Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket intervjuats eftersom projektet har en koppling till den utvärdering de utför av vägledningmaterialet.

Vid jämförelse av utgångspunkterna bakom Soil Security-konceptet och Naturvårdsverkets vägledning hittades både skillnader och likheter. I stora drag är Naturvårdsverkets vägledning främst inriktad på vilka risker en förorenad jord kan utgöra och ser inte jorden som ett skyddsobjekt som behöver skyddas eftersom den kan utföra funktioner som är till nytta för människor och ekosystem. I Soil Security-konceptet är utgångspunkten att skydda markfunktioner för att de senare ska kunna bidra till att lösa globala samhällsutmaningar som exempelvis säker tillgång på livsmedel och vatten. När ramverken jämfördes med avseende på indikatorerna för biomassaproduktion fanns de flesta av indikatorerna med i Naturvårdsverkets vägledning, antingen direkt eller indirekt. Hur indikatorerna sedan analyserades för att bedöma jordens tillstånd var den största skillnaden mellan ramverken. I Soil Security-konceptet används indikatorerna för att avgöra om växtetablering kan ske och även jordens status, medan i Naturvårdsverkets vägledning bedöms istället vilka risker föroreningarna kan utgöra.

Tre praktiska fall har också utvärderats och i dessa har Naturvårdsverkets vägledning följts till största delen. Markmiljön har bedömts skyddas av åtgärderna i två av tre fall, dock är det enda kravet på återfyllnadsmaterialet att det inte bidrar till ökade föroreningshalter. För att markfunktioner ska fungera och åtgärderna ska leda mot hållbarhet krävs även att markmaterialet exempelvis har en god jordtextur, ett gynnsamt pH-värde och innehåller näring. För att arbetet med förorenade områden ska leda mot hållbarhet behövs en ny vägledning där Soil Security-konceptet beaktas, nya studier tas fram och delar av den gamla vägledningen används.

Nyckelord: Soil Security, förorenad mark, hållbarhet, markmiljö, markfunktioner

Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Lennart Hjelmns väg 9, Box 7014, SE-750 07 Uppsala. ISSN 1401-5765.

ABSTRACT

Evaluating the Soil Security Concept in the Work with Contaminated Sites to Reach Sustainability

Karin Bergman

In this project, today's work with contaminated sites was evaluated. In Sweden when assessing sites that probably are contaminated, a guideline made by the Swedish EPA is used. This guideline was compared with the soil security concept both by comparing the foundations, and which indicators that differs between the frameworks. The differences in the foundations were that in the Swedish EPA guideline focus is on the risks contaminated sites could have on humans and ecosystems. The soil security concept on the other hand focuses in functioning soil functions to contribute in global societal challenges. In the comparison evaluating the indicators, nine indicators for the soil function production of biomass were formulated. All of the indicators are mentioned in the soil security concept and even in the Swedish EPA guidelines most of them are mentioned either direct or indirect. The biggest differ between the frameworks is how the indicators are analyzed. In the Swedish EPA guidelines, the risks the indicators could provide are analyzed, while in the soil security concept the indicators are analyzed to know if plants can be established in the area.

The practical work with contaminated sites was also evaluated in the project. The same indicators where used to see if differences could be found between the actual work and the Swedish EPA guidelines. Three studies were evaluated and they followed most of guidelines. The soil ecosystem was assessed to be protected in two of the three studies, even though the filling material that could be used only has one requirement that it not contributes to increasing contamination levels. This could lead to non-sustainability due to soil material that is incapable of plant establishment and other important soil functions. If the work with contaminated sites should reach sustainability a new framework needs to be produced which has parts from the Swedish EPA guidelines, the soil security concept and even new research.

Keywords: Soil Security, contaminated soil, sustainability, soil ecosystem, soil functions

FÖRORD

Detta är mitt examensarbete som motsvarar 30 högskolepoäng och avslutar mina studier på civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbetet har utförts på uppdrag av Statens geotekniska institut (SGI). Yvonne Ohlsson på SGI har varit handledare och Dan Berggren Kleja på institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet har varit ämnesgranskare.

Jag vill börja med att tacka Yvonne för all hjälp och stöd jag fått under arbetets gång och även för alla intressanta vinklar på hur mark och jord kan ses på. Jag vill även tacka Anja Enell på SGI för dina inputs till arbetet och den hjälp jag fått av dig. Ett särskilt tack också till Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket som tog dig tid att låta mig intervjua dig om ett arbete som legat på is en tid. Jag vill även tacka de länsstyrelser som bidragit med huvudstudier som använts som underslag i examensarbetet.

Jag vill tacka min familj för att ni alltid finns där och hjälper till och stöttar när det behövs. Christian för att du har lyssnat på mitt eviga prat om jord och hjälpt mig komma vidare när jag fastnat. Sist vill tacka mina vänner jag fått under utbildningen, utan er hade jag aldrig klarat det.

Karin Bergman
Uppsala 2018

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Kan Soil Security-konceptet bidra till ökad hållbarhet vid åtgärder av förorenade områden?

Karin Bergman

I Sverige finns omkring 85 000 förorenade områden. När dessa åtgärdas är det viktigt att inte endast föroreningarna tas bort utan också att markens ekosystem skyddas. När förorenade områden bedöms används Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden, vilket är en vägledning som bygger på att bedöma de risker ett förorenat område kan utgöra för människor och ekosystem. På så vis avgörs vilka åtgärder som behöver utföras. I projektet har en utvärdering genomförts där Naturvårdsverkets vägledning har jämförts med Soil Security-konceptet ur ett hållbarhetsperspektiv. Soil Security-konceptet bygger på att de funktioner som marken kan utföra behövs för att kunna lösa några av de globala samhällsutmaningarna, exempelvis säker tillgång på livsmedel och vatten.

Markfunktioner är funktioner som antingen utförs av själva jorden eller av de organismer och växter som lever i jorden. De kan exempelvis vara produktion av biomassa och rening av vatten. Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet har jämförts genom att avgöra om parametrar som behövs för biomassaproduktion används i ramverken. Att jorden kan producera biomassa innebär att växter kan etableras och att markorganismer kan leva i jorden. Parametrarna som togs fram var jordtextur, andel grovt material och organiskt material, pH-värde, vattenkapacitet, näringsinnehåll samt föroreningshalter och hur rörliga föroreningarna är. Att dessa parametrar har gynnsamma värden krävs för att växter ska kunna etableras på platsen. Därför är det av vikt att undersöka dessa egenskaper både innan och efter åtgärder utförts. Innan eftersom det kan berätta vilken markanvändning som är lämplig på platsen och efter eftersom det talar om ifall åtgärden kan leda mot hållbarhet, alltså om markens funktioner kan fungera som de ska.

Vid jämförelsen mellan Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet var den största skillnaden att Naturvårdsverkets vägledning främst inriktar sig mot vilka risker för människor och ekosystem marken kan utgöra. Soil Security-konceptet inriktar sig däremot främst mot att markfunktionerna fungerar och hur detta kan bidra till samhällsnyttor. Undersökningar av ungefär samma parametrar finns med i båda ramverken, men de analyseras på olika sätt. För att undersöka biomassaproduktionen även i Naturvårdsverkets vägledning skulle vissa parametrar endast behöva analyseras på fler sätt och inga extra mätningar behövs. Detta kan innebära att inga stora förändringar behöver ske för att Naturvårdsverkets vägledning ska bli mer hållbar.

I projektet har också det praktiska arbetet med förorenade områden utvärderats, genom tre praktiska fall där förorenade områden bedömts. Detta visade att rekommendationerna i Naturvårdsverkets vägledning följs till största delen. Det

visade sig också att markekosystemet och jorden i sig ofta ansågs vara skyddsvärda, men det material som återfördes efter utgrävning av områdena hade inga andra krav än att inte bidra till ökade föroreningshalter. Detta kan i längden leda till att många markområden som varit förorenade får sämre förutsättningar att utföra de markfunktioner de borde kunna. Eftersom markegenskaper som exempelvis gynnar växtetablering saknas såsom näring, organiskt material och en god jordtextur.

Naturvårdsverket utför en utvärdering av vägledningmaterialet där de intervjuat personer som arbetar med vägledningen om vad de tycker om den. Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket säger att utgångspunkterna i vägledningmaterialet är det som främst behöver ändras för att få en mer tillämpbar vägledning. Utvärderingen genomförs eftersom det kommit mycket ny forskning inom området sedan vägledningen publicerades 2009. Även de nya globala hållbarhetsmålen som tagits fram av FN 2016 kommer att finnas med i den uppdaterade vägledningen.

Som Naturvårdsverkets vägledning är formulerad idag kommer åtgärderna som utförs enligt den endast leda till hållbarhet i vissa fall. Vid omformuleringen av vägledningen är det därför viktigt att även beakta den mark som lämnas efter åtgärd och om den kan utföra viktiga markfunktioner. Det är också viktigt att fler parametrar undersöks även efter åtgärder utförts, såsom exempelvis markens näringsinnehåll och vattenkapacitet för att kunna avgöra markens kapacitet för växtetablering. Sammanfattningsvis behövs ett nytt vägledningmaterial som både tar hänsyn till aspekter i Soil Security-konceptet, den gamla vägledningen och mer forskning för att bidra till ökad hållbarhet vid åtgärder av förorenade områden.

BEGREPPSFÖRKLARING

Ekosystemtjänster: De tjänster som ekosystemen utför som är till nytta för människor och därmed även kan få ett monetärt värde, exempelvis pollinering, rening av vatten och nedbrytning av organiskt material.

Fyllnadsmaterial: Material som tillförts till marken av människan, exempelvis sten, slagg, grus, byggavfall och jord.

Förorening: Kemiskt ämne som härstammar från antropogena aktiviteter och överskrider de naturliga bakgrundshalterna för ämnet.

Grovt material: Andelen grus i jordmaterialet.

Huvudstudie: Studie där ett förorenat område bedömts med hjälp av Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden.

Hållbarhet: Jorden och marken förvaltas så att den i framtiden har samma eller bättre värden miljömässigt, ekonomiskt och socialt som den har idag.

Jordtextur: Jordens kornstorleksfördelning.

Markfunktioner: Funktioner som utförs av jorden och markekosystemet, exempelvis produktion av biomassa, filtrering av vatten och bidra till biodiversitet.

Markmiljö: De organismer som lever i jorden, markekosystemet.

Potentiellt mineraliserbart kväve: Kväve som finns i jorden som kan mineraliseras av mikroorganismer, används för att avgöra den mikrobiella aktiviteten i marken.

Tillgänglig fosfor: Den fosfor som finns i jorden som är tillgänglig som näring för växter vilket avgör hur bördig jorden är.

Tillgänglig vattenkapacitet: Hur mycket vatten som kan lagras i jorden och vara tillgängligt för växter och markorganismer. Beräknas med hjälp av jordtexturen, halten organiskt material och bulkdensiteten.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1. Syfte	1
1.2. Frågeställningar.....	2
2. BAKGRUND	3
2.1. Förorenade områden.....	3
2.2. Naturvårdsverkets vägledning för hantering av förorenade områden	3
2.2.1. Bedömning av förorenade områden enligt Naturvårdsverkets vägledning	3
2.2.2. Skydd av människors hälsa	4
2.2.3. Skydd av markmiljön	4
2.2.4. Skydd av grundvatten och ytvatten	5
2.2.5. Huvudstudier	5
2.3. Hållbarhet	7
2.3.1. De globala hållbarhetsmålen	7
2.4. Soil Security-konceptet	8
2.4.1. Dimensioner i Soil Security-konceptet.....	9
2.5. Indikatorer för markfunktioner	10
3. METOD	13
3.1. Analys av övergripande syften och utgångspunkter i Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet.....	13
3.2. Indikatorer för markfunktioner vid förorenade områden.....	13
3.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdsverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden.....	13
3.3.1. Huvudstudier	14
3.4. Intervju med Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket om deras nuvarande utvärdering och uppdatering av väglednings-materialet för förorenade områden....	14
4. RESULTAT	16
4.1. Övergripande syften och utgångspunkter för efterbehandling	16
4.2. Indikatorer vid förorenade områden	19
4.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdsverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden.....	19
4.3.1. Huvudstudier	21
4.4. Intervju med Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket	28
5. DISKUSSION	30
5.1. Övergripande syften och utgångspunkter.....	30
5.2. Indikatorer vid förorenade områden	31
5.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdsverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden.....	33
5.3.1. Huvudstudier	34
5.3.2. Skydd av markmiljön	35
5.4. Dimensionernas koppling till arbetet med förorenade områden.....	36
6. SLUTSATSER	38
7. REKOMMENDATIONER FÖR EN HÅLLBARARE HANTERING AV FÖRORENADE OMRÅDEN	39

REFERENSER.....	40
APPENDIX 1: Intervjufrågor	43
A1.1 Information om personen som intervjuas	43
A1.2 Angående uppdateringen, generella frågor.....	43
A1.3 Angående uppdateringen, hållbar hantering och förvaltning av jord och mark	43
A1.4 Implementering och uppföljning.....	43

1. INLEDNING

I Sverige bedöms det finnas omkring 85 000 områden som är förorenade med kemiska föroreningar (Naturvårdsverket, 2018). Vid bedömning av dessa områden används idag Naturvårdsverkets (2009a; 2009b; 2009c) vägledningsmaterial för hantering av förorenade områden. Vägledningen avser att skydda människors hälsa, markmiljön, grundvatten samt ytvatten inom och i närheten av området (Naturvårdsverket, 2009a). Miljömålet *giftfri miljö* står till grund för vägledningen, vilket innebär att områden som förorenats ska åtgärdas så att de inte utgör en risk för människors hälsa eller den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket, 2017).

Soil Security-konceptet har utvecklats för att stödja en långsiktigt hållbar hantering och förvaltning av jord och mark. Konceptet är relativt nytt och bygger på att jorden ses som en viktig resurs för människor och ekosystem. Konceptet ger ett bredare synsätt på jorden än endast påverkan av föroreningar eller bedömning av risker. För att hanteringen av jord ska vara långsiktigt hållbar krävs att den betraktas som en resurs som behöver bevaras och förbättras. Detta är viktigt eftersom en väl fungerande jordresurs behövs för att hantera flera andra globala samhällsutmaningar, såsom exempelvis en hållbar produktion av livsmedel, vatten och energi samt bevarande av den biologiska mångfalden (McBratney et al., 2014).

1.1.Syfte

Syftet med examensarbetet är att utvärdera om och hur Soil Security-konceptet kan bidra till en långsiktigt hållbar hantering av förorenade områden. I Naturvårdsverkets vägledning finns hållbarhetsperspektivet med i hög grad, men metodiken har i huvudsak en grund i föroreningspåverkan och vilka risker det medför och skyddar inte jorden explicit. Soil Security-konceptet ser jorden i ett bredare perspektiv där en ”frisk” jord ska kunna bidra till ett flertal samhällsutmaningar. Därför är det inte givet att utfallet blir detsamma utifrån de två ramverken. Vidare kan det skilja mellan visionen och metodiken i en vägledning och utfallet när den ska tolkas och tillämpas i praktiken. Detta kan leda till såväl högre som lägre grad av hållbarhet ur jordens och markens perspektiv och är en intressant aspekt att beakta i en utvärdering av hållbarheten i hanteringen av förorenade områden. Slutligen ska rekommendationer ges för hur arbetet med förorenade områden skulle kunna kompletteras utifrån konceptet Soil Security.

1.2.Frågeställningar

1. Hur skiljer sig utgångspunkterna i Naturvårdsverkets vägledning från utgångspunkterna i Soil Security konceptet?
2. Vad omfattas, respektive saknas, i Naturvårdsverkets vägledning i jämförelse med Soil Security konceptet?
3. Vad omfattas, respektive saknas vid bedömning av förorenade områden idag, i praktiska utredningar (s.k. huvudstudier) och vad beror det på?
4. Kan Soil Security-konceptet bidra till att arbetet med förorenade områden blir mer hållbart?
5. Vilka rekommendationer kan ges för att utveckla arbetet med förorenade områden så att det blir mer hållbart?

2. BAKGRUND

2.1. Förorenade områden

Ett förorenat område är enligt Naturvårdsverket (2009a) ett relativt väl avgränsat markområde som innehåller en eller flera föroreningar. Ämnen som härrör från antropogena aktiviteter och när halterna överskrider bakgrundshalterna klassas som föroreningar. Bakgrundshalten är den naturliga halten av ämnet summerat med ett diffust antropogent tillskott. Ett förorenat område behöver inte alltid vara förknippat med att det utgör en risk. Till exempel utgör inte ett förorenat område något hot när föroreningarna inte är tillgängliga eller kan transporteras så att de blir tillgängliga för att kunna exponeras för människa och miljö (Naturvårdsverket, 2009a). I Naturvårdsverkets (2009a) vägledning är det endast kemiska ämnen som räknas som föroreningar och fokus ligger på att dessa föroreningar på ett eller annat sätt ska avlägsnas. Åtgärderna för borttagandet av dessa föroreningar kan dock leda till andra markförsämringar såsom erosion, kompaktering, förlust av organiskt material eller försurning (Volchko et al., 2014).

2.2. Naturvårdsverkets vägledning för hantering av förorenade områden

Vid bedömning av förorenade områden används Naturvårdsverkets (2009a; 2009b; 2009c) vägledningsmaterial för förorenade områden. Vägledningen består av tre rapporter; *Riskbedömning av förorenade områden* (2009a), *Att välja efterbehandlingsåtgärd* (2009b) samt *Riktvärden för förorenad mark* (2009c) i detta projekt har främst de två första rapporterna utvärderats. Bedömningen utgår i hög grad från generella eller platsspecifika riktvärden för att skydda människors hälsa, markmiljön, grundvatten samt ytvatten i området. Riktvärdena relaterar till en totalhalt av föroreningar i marken och spridningsrisken av dessa. Riskbedömningens syfte är att uppskatta riskerna som en föroreningssituation kan ge upphov till samt hur mycket dessa risker behöver minskas för att inga negativa effekter på något skyddsobjekt ska uppstå. Skyddsobjekten är människors hälsa, markmiljö, ytvatten samt grundvatten och riktvärdet bestäms utifrån den lägsta acceptabla föroreninghalten som gäller för någon av dessa (Naturvårdsverket, 2009a).

2.2.1. Bedömning av förorenade områden enligt Naturvårdsverkets vägledning

Bedömningsprocessen vid ett möjligt förorenat område börjar med en *undersökning* av området, där föroreningshalter mäts och jämförs med bakgrundshalter. Är halterna högre än bakgrundshalterna behöver området undersökas vidare. Detta utförs med en *riskbedömning*. I riskbedömningen jämförs vanligen föroreningshalterna med antingen generella eller platsspecifika riktvärden. Överstigs riktvärdena för någon förorening för något skyddsobjekt innebär det att området kan utgöra en risk för antingen människor eller naturresurser. Det finns två typer av riskbedömningar, en fördjupad och en förenklad och vilken som är lämplig avgörs från fall till fall. I riskbedömningen undersöks områdets risker, till exempel om det finns risk för spridning av föroreningar eller om det är farligt för människor att vistas på området.

Efter riskbedömningen utförs en *åtgärdsutredning* där olika åtgärdsalternativ jämförs utifrån det specifika områdets förutsättningar och den planerade markanvändningen. Den slutliga åtgärden väljs ut genom en *riskvärdering* där fördelar och nackdelar med respektive åtgärdsalternativ undersöks. Efter riskvärderingen rekommenderas det åtgärdsalternativ som uppfyller kraven som den planerade markanvändningen kräver (Naturvårdsverket, 2009a).

2.2.2. Skydd av människors hälsa

Skydd av människors hälsa är en av aspekterna i Naturvårdsverkets vägledning. Enligt Naturvårdsverket (2009a) får en människa exponeras för maximalt 50 procent av det tolerabla dagliga intaget från ett förorenat område som utgångspunkt. Detta för att ge utrymme för att människor utsätts för föroreningar från flera källor såsom exempelvis genom föda, inandningsluft, vatten och i arbetsmiljön (Naturvårdsverket, 2009a).

2.2.3. Skydd av markmiljön

I riskbedömningen tas också hänsyn till skydd av markmiljön, vilket innebär att områdets ekosystem fortsatt ska kunna utföra förväntade funktioner för den specifika markanvändningen. Detta kan exempelvis vara nedbrytning av organiskt material och omvandling av näring. Föroreningsnivån bör heller inte innebära risker för hotade eller skyddsvärda arters fortlevnad. Åtgärdskraven delas upp efter vilken typ av markanvändning som planeras; känslig markanvändning eller mindre känslig markanvändning. Exempel på känslig markanvändning är bostadsområden medan mindre känslig markanvändning exempelvis är industriområden. Vid användning av de generella riktvärdena ges ett skydd på minst 75 procent av de marklevande arterna vid känslig markanvändning medan vid mindre känslig markanvändning ges ett skydd på minst 50 procent av arterna (Naturvårdsverket, 2009a).

Skyddet av markmiljön kan även göras platsspecifikt, då området antingen har ett högt skyddsvärde eller är tydligt belastat. I områden med högt skyddsvärde som exempelvis Natura 2000-områden eller riksintressen för naturvård bör även kraven på skydd av markmiljön vara höga. Belastade områden kan exempelvis vara tätorter där markmiljön ofta redan är påverkad. I belastade områden beror kraven på skydd av markmiljön på vilken typ av markanvändning som planeras i området. Vid känslig markanvändning såsom bostads- eller grönområden fås ett högre krav på skydd av markmiljön medan mindre känslig markanvändning såsom industri- eller affärsområden inte kräver lika höga krav på skydd av markmiljön. Dock bör marken alltid kunna stödja de ekologiska funktionerna som markanvändningen kräver och djur bör kunna vistas på området utan risk (Naturvårdsverket, 2009a).

I områden där markmaterialets egenskaper ger begränsande förutsättningar att återskapa en miljö som kan stödja naturliga funktioner eller försvåra etablering av växter och djur kan det vara motiverat att sätta lägre krav på skydd av markmiljön. Exempelvis på platser där marken består av vissa fyllnadsmaterial såsom

rivningsrester och slagg (Naturvårdsverket 2009a). Dessa ställningstaganden kan dock vara svåra att tolka och tillämpa i praktiken. Eftersom detta kan innebära att en mark med fyllnadsmaterial inte behöver skyddas och därmed behövs inga åtgärder utföras. I längden kan detta leda till att höga föroreningshalter lämnas kvar på områden och att långsiktig hållbarhet inte uppnås. Naturvårdsverket (2009a) anser dock att en lägre skyddsnivå än 50 procent inte ger förutsättningar för ett fungerande ekosystem. Om beslut tas om att inte skydda markmiljön bör detta tydliggöras och motiveras. Det är också viktigt att alltid utföra en samlad bedömning och beakta riskerna för spridning och föroreningarnas påverkan på omgivningen (Naturvårdsverket, 2009a).

2.2.4. Skydd av grundvatten och ytvatten

Halter för skydd av grundvatten och dricksvatten baseras på Livsmedelsverkets och WHO:s dricksvattennormer. I riskbedömningen får inte påverkan från ett förorenat område bidra med en höjning som är högre än 50 procent av dricksvattennormen. Dessutom bör inte endast människors hälsa betraktas utan även växters förmåga att etableras och bilda rotsystem bör tas hänsyn till. Det finns flera krav på föroreningshalterna i grundvatten, exempelvis får de inte leda till negativa effekter på djur och växter eller negativa effekter genom utströmning till exempelvis våtmarker eller ytvattenrecipienter. Oftast motiveras skydd av grundvatten på grund av att det kan användas som dricksvatten, dock är detta inte alltid fallet. I fall där grundvattnet inte är tjänligt av andra skäl än föroreningshalt och inte heller förväntas bli det inom överskådlig tid efter behandling är inte skydd av grundvattnen motiverat (Naturvårdsverket, 2009a).

Ytvatten i Sverige har generellt ett högt skyddsvärde eftersom de oftast inte är påverkade av föroreningar. Ytvatten innebär havsområden, sjöar och vattendrag. Eftersom många ytvatten står i förbindelse med varandra kan ett icke-skyddsvärt ytvatten vara värt att skydda för att minska risken för spridning till ett skyddsvärt ytvatten. Skydd av sediment och ytvatten bör utgå från att inga allvarliga störningar sker i vattnekosystemet och att dess funktioner upprätthålls (Naturvårdsverket, 2009a).

2.2.5. Huvudstudier

Vid bedömning av ett förorenat område utförs en huvudstudie. Detta är en studie som utförs med hjälp av Naturvårdsverkets vägledning, som innehåller de bedömningssteg som beskrivs i avsnitt 2.2.1. I projektet har tre huvudstudier utvärderats; Igelsta strand (huvudstudie 1), Helgum (huvudstudie 2) och Robertsholm (huvudstudie 3).

Huvudstudie 1: Igelsta strand

Igelsta strand ligger i Södertälje kommun och här har sågverksverksamhet utövats från sent 1800-tal till 1978. Inom verksamheten har trä impregnerats med impregneringsmedel innehållande koppar, krom och arsenik (CCA-medel). Södertälje kommun vill nu exploatera området och använda det som bostadsområde, grönområde samt parkeringsplatser. Därför behövs området utredas och saneras med avseende på föroreningarna (Pyyny et al., 2016). Figur 1 visar en kartbild över Igelsta strand.



Figur 1. Kartbild över området Igelsta strand, den gröna inringningen visar området Igelsta strand, topografisk karta från Lantmäteriet.

Huvudstudie 2: Helgum

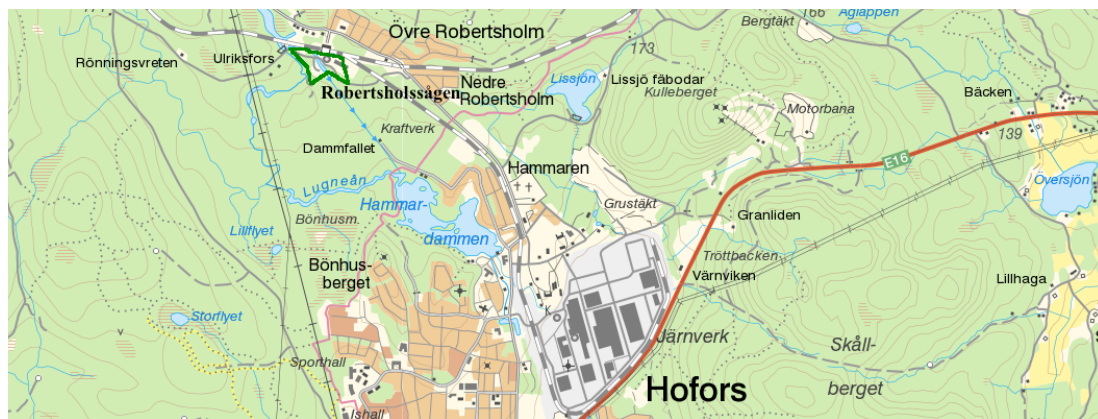
Under 40- och 50-talet bedrevs stolpimpregnering på ett område i Helgum i Sollefteå kommun. Impregneringen utfördes med arseniksalt och detta har lett till att området förorenats med arsenik. På 80-talet sanerades området och villor anlades på platsen, denna sanering har dock visat sig otillräcklig då höga arsenikhalter fortfarande hittas på området (Sjölund, 2013). Figur 2 visar en kartbild över Helgum.



Figur 2. Kartbild Helgum, den gröna kvadraten visar området där stolpimpregneringen bedrevs, topografisk karta från Lantmäteriet.

Huvudstudie 3: Robertsholm

Robertsholm ligger i Hofors kommun. På området har det tidigare funnits ett sågverk mellan åren 1899 till 1979 och även impregnering av virke med CCA-medel har utförts på området. I framtiden ska delar av området användas som industriområde och andra delar som naturområde (Evenhamre et al., 2010). Figur 3 visar en kartbild över Robertsholm.



Figur 3. Kartbild över Robertsholm, den gröna inringningen visar området där sågverksverksamheten bedrivits, topografisk karta från Lantmäteriet.

2.3. Hållbarhet

Hållbar utveckling är ett begrepp som introducerats av the World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). Hållbar utveckling innebär att nuvarande behov tillfredsställs utan att framtidens behov riskeras (WCED, 1987). I projektet innebär begreppet hållbarhet att jorden och marken ska förvaltas så att den i framtiden har samma eller bättre värden miljömässigt, ekonomiskt och socialt som den har idag. Enligt McBratney et al. (2014) kan en hållbar förvaltning av jorden leda till att flera andra globala samhällsutmaningar kan lösas.

2.3.1. De globala hållbarhetsmålen

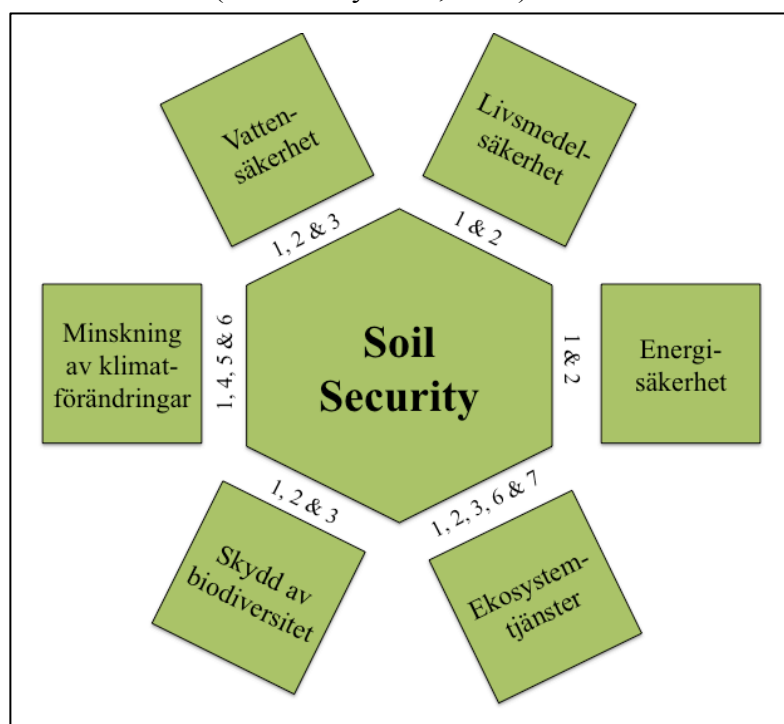
Förenta Nationerna (u.å.) instiftade år 2016 17 nya globala mål för hållbar utveckling. Dessa är exempelvis *Ingen hunger*, *Rent vatten och sanitet*, *Hållbar energi för alla*, *Bekämpa klimatförändringen* och *Ekosystem och biologisk mångfald* (Förenta nationerna, u.å.). Dessa exempel kopplar alla till en hållbar förvaltning av jorden och en hållbar markanvändning (McBratney et al., 2014).

2.4. Soil Security-konceptet

En väl fungerande jordresurs är viktig eftersom den kan påverka flera globala samhällsutmaningar; som livsmedel-, vatten- och energisäkerhet samt minskning av klimatförändringar, skydd av biodiversitet och produktion av ekosystemtjänster (Bouma & McBratney, 2013). Dessa samhällsutmaningar kan alla påverkas av sju markfunktioner:

- produktion av biomassa (1)
- lagring, filtrering och omvandling av näring, substanser och vatten (2)
- biodiversitet (3)
- fysisk och kulturell miljö (miljön som är skapad av människor, exempelvis städer) (4)
- källa till råmaterial (exempelvis metaller) (5)
- kolsänka (6)
- lagring av geologiska och kulturella arv (7)

Figur 4 visar vilka av dessa markfunktioner som påverkar vilka globala samhällsutmaningar samt omvänt vilka samhällsutmaningar som påverkar vilka markfunktioner (McBratney et al., 2014).



Figur 4. De globala samhällsutmaningarna och hur de kan påverkas av markfunktioner efter McBratney et al. (2014). Siffrorna visar markfunktionerna biomassaproduktion (1), lagring, filtrering och omvandling av näring, substanser och vatten (2), biodiversitet (3), fysisk och kulturell miljö (4), källa till råmaterial (5), kolsänka (6) samt lagring av geologiska och kulturella arv (7).

För livsmedelsäkerhet gäller att kvaliteten och kvantiteten samt tillgången på livsmedel beror av jordens funktionalitet att producera biomassa (1) samt att undvika föroreningar och ha tillgång till vatten och näring (2). Vattensäkerhet kan fås när jorden filtrerar vattnet så att föroreningshalten minskar samt lagrar vatten (2). Jordens

förmåga att producera biomassa (1) och dess biodiversitet (3) har också betydelse för vattensäkerheten då växter och markorganismer kan rena vattnet från föroreningar men även använda det. För energisäkerhet gäller samma funktioner som för livsmedelsäkerhet (1 & 2) eftersom biomassa även kan användas för energiutvinning. Marken kan också bidra till att minska klimatförändringarna genom att främst fungera som en kolsänka eftersom kol och näring binds i jorden och växterna som växer i den (1 & 6). Användning av jorden som råmaterial (5) för att skapa en fysisk och kulturell miljö (4) kan dock vara ett stort problem för klimatförändringarna (McBratney et al., 2014). Ekosystemtjänsterna (1, 2, 3, 6 & 7) som marken kan producera bidrar med att ge jorden ett naturligt kapital (Robinson et al. 2009). Den största genpoolen och diversiteten av arter finns i marken (3) och detta möjliggör återvinning av näring genom nedbrytning av avfall, förbättrar jordstrukturen och skyddar mot markburna sjukdomar vilket i sin tur bidrar till livsmedel- och vattensäkerhet (1 & 2) (Brussard et al., 2007).

2.4.1. Dimensioner i Soil Security-konceptet

För att kunna lösa de globala samhällsutmaningarna måste både biofysikaliska samt ekonomiska, sociala och politiska aspekter tas i beaktning. Därför delas Soil Security-konceptet in i fem dimensioner; förmåga (capability), tillstånd (condition), kapital (capital), anknytning (connectivity) och regler (codification). För att kunna säkerställa en hållbar jordförvaltning behöver samtliga av dimensionerna undersökas. Jordens förmåga är jordens grundförutsättningar, medan jordens nuvarande status är jordens tillstånd. Kapital är jordens monetära värde, anknytning innefattar vilken social status jorden har och regler vilka lagar och ramverk som gäller jorden (McBratney et al., 2014).

Förmåga

Första dimensionen i Soil Security-konceptet är förmåga, vilket innebär att olika jordar har olika grundförutsättningar (McBratney et al., 2014). Detta beror på att jordar har olika inneboende egenskaper, har utsatts för olika klimat och har haft olika tidigare markanvändning (Bouma, 2002). Genom att utvärdera en jords förmåga undersöks vilka funktioner en specifik jord skulle kunna utföra (McBratney et al., 2017). Förvaltningsändringar av marken kan leda till att jordens förmåga förändras. Jorden kan därför både klassificeras i dess naturliga tillstånd utan att markanvändningen skadat referenstillståndet och efter att det har förändrats till följd av markanvändningen så att den inte kan återgå till referenstillståndet. Exempel på markanvändning som skadar jordens förmåga är markanvändning som leder till erosion. Erosion innebär att markmaterial förs bort från området och inte returneras (Droogers & Bouma, 1997).

Om jordens förmåga är känd kan detta utnyttjas genom att kunskap finns om jorden är vid sin fulla potential eller om den kan förbättras så den når sin fulla potential. För att ta reda på jordens förmåga mäts och utvärderas ett antal indikatorer som beskriver hur väl markfunktionerna fungerar (Field, 2017).

Tillstånd

Dimensionen tillstånd förklarar jordens nuvarande tillstånd, hur markfunktionerna har påverkats av markanvändning och antropogena aktiviteter. Jordens tillstånd är till skillnad från jordens förmåga nutida och behöver mätas på en kortsiktig skala. För att marken ska ha ett gott tillstånd bör den användas såsom dess förmåga tillåter den till (McBratney et al., 2014). Jordens tillstånd kan bedömas genom att använda ett antal fysikaliska, kemiska och biologiska indikatorer som alla kan kopplas till markfunktioner (Volchko, 2014). När en jords tillstånd bedöms fås även en möjlighet att se om framtida hot mot jorden finns, såsom exempelvis erosion, försurning och försaltning (McBratney et al., 2014).

Kapital

Genom att sätta ett monetärt värde på jorden finns en större anledning att skydda den. Detta utförs genom att ekosystemtjänsterna som jorden kan producera värderas ekonomiskt. Att sätta ett monetärt värde på de tjänster som jorden kan leverera minskar risken att försummelse av jordens betydelse sker (Robinson et al., 2009). Detta innebär att om ett otillräckligt värde sätts på marken kan det innebära hot mot att marken behandlas på ett hållbart sätt (McBratney et al., 2014).

Anknytning

Dimensionen anknytning ger marken ett socialt värde. Dimensionen syftar till att markägarna ska ha kunskap att förvalta jorden så som dess tillstånd beskriver. Därför behöver markägarna mer kunskap om markens betydelse för att kunna ta mer hållbara beslut. I ett bredare perspektiv behöver hela samhället mer kunskap om markens betydelse eftersom det leder till att jorden i högre grad tas om hand (McBratney et al., 2014)

Regler

Denna dimension beskriver nödvändigheten i att ha regler, lagar, policys och vägledning som ser till att markanvändningen blir hållbar. Detta innebär också att personerna som tar beslut om nya lagar och policys måste ha rätt kunskap om jordens betydelse (McBratney et al., 2014).

2.5. Indikatorer för markfunktioner

En hållbar markanvändning innebär att jorden kan utföra de funktioner som användningsområdet kräver samtidigt som jorden förbättras. För att undersöka om en jord kan utföra de funktioner som krävs mäts jordegenskaper som sedan kan korreleras till olika markfunktioner (USDA, 2015). På så vis kan markfunktionerna uppskattas och markens förmåga och tillstånd kan avgöras (Karlen et al., 2001). Markegenskaperna som mäts kallas indikatorer och används eftersom markfunktionerna i sig är svåra att mäta och uppskatta. Beroende på vilken markfunktion som ska undersökas kontrolleras olika indikatorer (USDA, 2015). Tabell 1 skapad utifrån Field & Sanderson (2017) visar några indikatorer samt vilka markfunktioner de indikerar. För dimensionen förmåga är det viktigt att undersöka egenskaper som marken utvecklats under långa tidsperioder eftersom det kan avslöja

markens inneboende egenskaper och vilken markanvändning som är lämpligast för marken (McBratney et al., 2014). I tabellen har exempelvis indikatorerna textur, katjonbyteskapacitet, djup och stabilitet valts ut att indikera olika markfunktioner för dimensionen förmåga (Field & Sanderson 2017). Vid undersökning av dimensionen tillstånd används istället markegenskaper som kan förändras snabbare och har betydelse för förvaltningen av marken, exempelvis pH, halt organiskt kol och näringsämnen (Nortcliff, 2002).

Tabell 1. Exempel på indikatorer för dimensionerna förmåga och tillstånd samt vilka markfunktioner de indikerar (Field & Sanderson, 2017)

Markfunktioner	Indikatorer för förmåga	Indikatorer för tillstånd
Biomassaproduktion	Textur, katjonbyteskapacitet, djup, stenighet	Näringsämnen, pH, katjonbyteskapacitet, bulkdensitet
Lagring, filtrering och omvandling av vatten, näring och substanser	Textur, katjonbyteskapacitet, djup, aggregatbildning	Näringsämnen, pH, mikrobiell aktivitet, porositet
Biodiversitet	Textur, katjonbyteskapacitet	Biodiversitet, jordenzym, halt organiskt material
Fysisk och kulturell miljö	Textur, mineralogi, stabilitet	Hållfasthet
Källa till råmaterial	Textur, mineralogi, katjonbyteskapacitet	Linjär töjbarhet (markens linjära förändring mellan olika fuktförhållanden)
Kolsänka	Textur, katjonbyteskapacitet, aggregatbildning	Organiskt kol
Arkiv för geologiska och kulturella arv	Textur, mineralogi	pH

En indikator kan i flera fall indikera för flera markfunktioner (tabell 1). Vissa indikatorer kan även indikera olika för olika markfunktioner, exempelvis jordens textur kan vara god för filtrering av vatten medan den samtidigt fungerar sämre för buffring av metaller (Volchko, 2013). En indikator bör dock uppfylla vissa kriterier för att kunna beskriva markfunktionerna på ett tillförlitligt sätt. Kriterierna för indikatorerna är; känslighet för störningar och förändringar (gäller endast för dimensionen tillstånd), god korrelation med fördelaktiga markfunktioner samt enkel att mäta och tolka (Doran and Zeiss, 2000).

Det finns inga specifika indikatorer framtagna som gäller vid åtgärder av förorenade områden för skydd av jorden och markmiljön. Detta är något som just nu håller på att undersökas. Därför var utgångspunkten i detta projekt vilka markfunktioner som behövs skyddas vid åtgärder av förorenade områden. Markfunktionerna biomassaproduktion, lagring, filtrering och omvandling av vatten, näring och substanser samt biodiversitet benämns som ekologiska markfunktioner.

Biomassaproduktion stöds av de andra ekologiska markfunktionerna eftersom vatten och näring krävs för växtetablering och detta ger i längden även en ökad biodiversitet. De övriga fyra markfunktionerna i tabell 1, fysisk och kulturell miljö, källa till råmaterial, kolsänka samt arkiv för geologiska och kulturella arv klassas som icke-ekologiska markfunktioner och ger nytta för människor genom att de är ekosystemtjänster. Dessa tas hänsyn till vid sanering av förorenade områden genom att de socioekonomiska effekterna beaktas (Volchko, 2014).

3. METOD

I projektet ligger fokus främst på hur dimensionerna förmåga och tillstånd kan användas för att bedöma förorenade områden. Övriga dimensioner har också analyserats men i mindre utsträckning eftersom de flesta indikatorerna och dimensionerna överlappar varandra.

3.1. Analys av övergripande syften och utgångspunkter i

Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet

En analys utfördes av de *övergripande syftena* bakom Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden samt för Soil Security-konceptet. Även *utgångspunkterna* bakom de båda ramverken analyserades. Dessa analyser genomfördes för att få en bakgrund och förklaring till att olika aspekter omfattas av de två ramverken. Målet var att skapa en översiktsbild över hur de två ramverken skiljer sig åt och är lika i sina grundtankar.

Övergripande syften och utgångspunkter bakom Naturvårdsverkets vägledning analyserades genom att studera de två vägledningarna *Riskbedömning av förorenade områden* (Naturvårdsverket, 2009a) samt *Att välja efterbehandlingsåtgärd* (Naturvårdsverket, 2009b). Där den första omfattar specifik riskbedömning av förorenade områden medan den andra beskriver vägen från utredning till åtgärd. Båda vägledningarna innehåller utgångspunkter och formuleringar kopplade till Sveriges miljömål samt långsiktig hållbarhet. För övergripande syften och utgångspunkter bakom Soil Security-konceptet utgick analysen från artikeln *The dimensions of Soil Security* av McBratney et al. (2014).

3.2. Indikatorer för markfunktioner vid förorenade områden

De markkvalitetsindikatorer (tabell 1) som tagits fram av Field och Sanderson (2017) gäller främst för att bedöma jordbruksmarker. I projektet har därför en analys av vilka indikatorer som är viktiga vid förorenade områden utförts. Detta genomfördes med en litteraturstudie över vilka parametrar som indikerar för vilka markfunktioner och en uppsättning med parametrar som är indikatorer för biomassaproduktion togs fram.

3.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdsverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden

En undersökning av vilka av de valda indikatorerna som undersöks enligt Soil Security-konceptet samt Naturvårdsverkets vägledning utfördes. En jämförelse över vad som skiljer de båda ramverken utfördes sedan för att se var brister finns och var förändringar bör ske. Samma process utfördes också för det praktiska arbetet med förorenade områden där tre utvalda huvudstudier analyserades. Huvudstudierna analyserades för samtliga steg i bedömningsprocessen för indikatorerna som tagits fram.

3.3.1. Huvudstudier

I projektet har tre praktiska fall, så kallade huvudstudier utvärderats. Dessa är Igelsta strand (Pyyny et al., 2016; Jones & Elert, 2009), Helgum (Sjölund, 2013) och Robertsholm (Golder Associates AB, 2017; Evenhamre et al., 2010). De tre huvudstudierna behandlar alla samma typ av föroreningssituation, områden som förorenats till följd av impregnering med CCA-medel. Huvudstudierna valdes ut eftersom de alla har liknande problemställning och metodik samt är utförda enligt Naturvårdsverkets vägledning. Detta för att kunna jämföra dem sinsemellan och kunna dra slutsatser endast baserade på dessa. I tabell 2 listas huvudstudierna, vilka föroreningar som hittats på områdena, den verksamhet som tidigare bedrivits på området, den planerade markanvändningen, i vilket län området ligger samt vilket år huvudstudien avslutades.

Tabell 2. De tre huvudstudierna som utvärderats i projektet, vilka föroreningar som hittats på området, tidigare och planerad markanvändning, vilket län området ligger i samt vilket år huvudstudien avslutades

Huvudstudie (nr)	Föroreningar	Tidigare mark-användning	Planerad mark-användning	Län	År
Igelsta strand (1)	Arsenik, dioxin	Sågverk	Bostads-, grönområde, parkeringsplats	Stockholm	2016
Helgum (2)	Arsenik	Stolp-impregnering	Bostadsområde, skogsmark	Väster-norrland	2013
Robertsholm (3)	Arsenik	Sågverk	Industri- och naturområde	Gävleborg	2017

Hur stor vikt som lagts vid att slutresultatet efter åtgärder skyddar själva jorden och markmiljön på områdena undersöktes också. Detta gjordes genom att undersöka om markmiljön tagits hänsyn till i huvudstudierna och hur den föreslagna åtgärden anses skydda markmiljön. Även hur stora arealer jord som schaktats bort och vilken typ av material som marken återfyllets med analyserades.

3.4. Intervju med Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket om deras nuvarande utvärdering och uppdatering av vägledningsmaterialet för förorenade områden

Projektet förankrades genom en intervju med Naturvårdsverket som står bakom nuvarande vägledning för förorenade områden. Intervjun hölls med Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket som är ansvarig för deras utvärdering av vägledningsmaterialet. Intervjun hölls för att få insikt om hur de tycker att den nuvarande vägledningen fungerar och varför den behöver uppdateras enligt dem. De nya globala miljömålen har även tillkommit sedan vägledningsmaterialet publicerades och Soil Security kan kopplas till dessa vilket innebär att det är av vikt att undersöka om hänsyn tas till dessa i uppdateringen av vägledningen. Det är ur projektets

synvinkel intressant att höra om utvärderingen och uppdateringen av Naturvårdsverkets vägledning också kommer ha en utgångspunkt i dessa.

Intervjun genomfördes som en semistrukturerad intervju där en intervjuplan sammanställts med frågor som planerats ställas. Att intervjun är semistrukturerad innebär att den kan förändras under tiden, frågorna som planerats behöver inte ställas i en viss ordning och även frågor som inte finns med i planen får ställas. En semistrukturerad intervju har valts eftersom den intervjuade personens kunskap inom området inte är känd och därför kan inte specifika frågor utformas. Det är önskvärt att få en intervju där en diskussion skapas mellan intervjuaren och den intervjuade. Detta för att också ta fram kunskap om vad den intervjuade har för åsikter inom området och vad denna anser som viktigt (Bryman, 2011, ss. 412-425).

För intervjufrågorna som planerades till den semistrukturerade intervjun hänvisas till Appendix 1.

4. RESULTAT

4.1. Övergripande syften och utgångspunkter för efterbehandling

De övergripande syftena i Naturvårdsverkets vägledning respektive Soil Security-konceptet visas i tabell 3. Syftena bakom Naturvårdsverkets vägledning bygger till stor del på att skydda människors hälsa, miljö och naturresurser från att påverkas negativt av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2009a; Naturvårdsverket, 2009b) Soil Security-konceptet syftar istället till att hantera och förvalta världens jordresurs så att den upprätthålls eller förbättras för att långsiktigt kunna bidra till en hållbar utveckling (McBratney et al., 2014).

Tabell 3. De övergripande syftena bakom Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet

Övergripande syften	
Naturvårdsverkets vägledning	Soil Security-konceptet
Uppskatta riskerna som en föroreningsituation kan resultera i samt hur dessa risker behöver reduceras för att inte påverka människors hälsa, miljö eller naturresurser negativt (Naturvårdsverket, 2009a). Om ett mark- eller vattenområde är förorenat så att risker finns för människors hälsa, miljö eller naturresurser behöver åtgärder vidtas. Långsiktigt hållbara efterbehandlingsåtgärder ska användas så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt (Naturvårdsverket, 2009b).	Världens jordresurs ska upprätthållas och förbättras för att produktion av livsmedel, fibrer och vatten ska kunna fortsätta. Jordresursen ska även kunna bidra till energi- och klimat-hållbarhet samt hjälpa till att bevara biologisk mångfald och skydda ekosystem (McBratney et al., 2014).

Utgångspunkterna bakom Naturvårdsverkets vägledning listas i tabell 4. Naturvårdsverkets vägledning utgår i stora drag utifrån miljömålet *giftfri miljö* och vilka risker marken kan utgöra mot människor och miljö. Utgångspunkterna tar upp flera perspektiv och har en bred och spretig grund. Vissa utgångspunkter beaktar hållbarhetsperspektivet medan andra beaktar tidsperspektivet, skydd av arter eller minskad spridning av föroreningar. Det finns ingen utgångspunkt om att jorden är en resurs som är värd att skydda för att markfunktioner ska kunna utföras.

Tabell 4. Utgångspunkterna bakom Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden

Utgångspunkter Naturvårdsverkets vägledning

Kort- och långsiktigt tidsperspektiv bör användas vid bedömning av miljö- och hälsorisker. Den planerade framtida markanvändningen ska tas hänsyn till vid riskbedömningen. Dock är denna svår att bedöma för ett långsiktigt tidsperspektiv på hundra år fram i tiden eller mer. Däremot anses det viktigt att uppskatta vad som kan hända i ett längre tidsperspektiv för att kunna främja en hållbar utveckling (Naturvårdsverket, 2009a).

Skydda grund- och ytvatten för att framtida generationer ska ha tillgång till en hållbar dricksvattenförsörjning. Dessutom ska det även finnas en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket, 2009a).

Minska spridning av föroreningar från förorenade områden till grund- och ytvatten. Detta för att inte riskera att utsläpp av föroreningar sker så att kvaliteten på grund- och ytvattenresurser försämras. Grunden i utgångspunkten är att skydda miljön och framförallt människors hälsa (Naturvårdsverket, 2009a).

Värna skyddsvärda och värdefulla arter genom att skydda sediment- och vattenmiljöer för att minimera störningar på de akvatiska ekosystemen. Om föroreningar hamnar i vattensystemen finns stor risk att de sprids snabbt och långt och således kan påverka akvatiska ekosystem inom stora områden (Naturvårdsverket, 2009a).

Skydda markmiljön för att upprätthålla markfunktionerna som krävs för den avsiktliga markanvändningen. Bevarande av markfunktioner bör alltid beaktas i ett långsiktigt perspektiv, detta är viktigt för att bevara den biologiska mångfalden så att den kan användas på ett hållbart sätt (Naturvårdsverket, 2009a).

Lika skyddsnivåer bör eftersträvas vid samma typ av planerad markanvändning. Indelning med skilda krav på olika djup eller i plan bör undvikas så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt för att eftersträva långsiktig hållbarhet. Detta för att riskerna med kvarlämnade föroreningar är svåra att bedöma i ett långsiktigt perspektiv, då framtida markanvändning inte är känd (Naturvårdsverket, 2009a).

Hela den tolerabla föroreningsexponeringen för en människa bör inte komma från ett förorenat område. Det finns flera exponeringsvägar av föroreningar för människor. Exponeringsvägarna kan exempelvis vara via luften, livsmedel, vatten och i arbetsmiljön. På grund av detta bör inte exponering från förorenade områden täcka in hela tolerabla dagliga intaget (Naturvårdsverket, 2009a).

Utgångspunkterna bakom Soil Security-konceptet listas i tabell 5. Soil Security-konceptet utgår från att markfunktioner behöver fungera för att de globala samhällsutmaningarna ska kunna lösas. Konceptet bygger på hållbarhetsperspektivet och att jorden som resurs är skyddsvärd för att om den skyddas leder det till fungerande markfunktioner.

Tabell 5. Utgångspunkterna bakom Soil Security-konceptet

Utgångspunkter Soil Security-konceptet

Erhålla en säker livsmedelsproduktion genom att biomassa kan fortsätta produceras samt att grödorna har tillgång till rent vatten och näring (McBratney et al., 2014). För att maximera avkastningen från jordbruket krävs en god jordkvalitet, markskydd och kunskap om jordförvaltning samt ny teknik (Fedoroff et al., 2010).

Erhålla en säker vattentillgång främst genom markfunktionerna lagring och filtrering av vatten. Filtrering av vatten minimerar föroreningar (McBratney et al., 2014). Även minimering av markförstörelse leder till att vatten kan sparas (Hatfield et al., 2001).

Erhålla en säker energitillgång genom att ha en god biomassaproduktion. Denna punkt motsträvar dock livsmedelsäkerhet och hållbar vattenanvändning. Då mark som kan användas till att odla livsmedel används till energigrödor istället och även dessa grödor kräver vatten för att växa (McBratney et al., 2014).

Skydd av biodiversitet genom att markfunktionerna biomassaproduktion, biodiversitetspool samt lagring, filtrering och omvandling av näring, substanser och vatten fungerar (McBratney et al. 2014). Biodiversiteten bidrar till effektiv användning av vatten och näring, förbättrar jordstrukturen samt skyddar mot markburna sjukdomar (Brussard et al., 2007).

Minskning av klimatförändringar genom att marken fungerar som kolsänka. Jorden och växterna som lever i den lagrar kol och på så vis minskas utsläppen till atmosfären (McBratney et al., 2014).

Ekosystemtjänster kan bidra till att ge jorden ett högre värde. De markfunktioner som producerar ekosystemtjänster är produktion av biomassa, lagring, filtrering och omvandling av näring, substanser och vatten, biodiversitets pool, kolsänka och arkiv för kulturellt och geologiskt arv (Robinson et al., 2009).

4.2. Indikatorer vid förorenade områden

Den ekologiska markfunktionen biomassaproduktion får stöd av de andra två ekologiska markfunktionerna filtrering, lagring och omvandling av vatten, näring och substanser samt biodiversitet. På grund av detta har biomassaproduktion valts ut till den markfunktion som är viktigast att undersöka vid förorenade områden som planeras användas som grönområden. De indikatorer som valts ut som viktiga att undersöka vid förorenade områden är jordtextur, innehåll av grovt material, organiskt material, pH, tillgänglig vattenkapacitet, potentiellt mineraliserbart kväve, tillgänglig fosfor samt föroreningshalterna och föroreningarnas mobilitet (tabell 6).

Tabell 6. Indikatorer för biomassaproduktion som är viktiga vid bedömning av förorenade områden

Indikatorer för markfunktioner vid förorenade områden
Jordtextur
Innehåll av grovt material
Organiskt material
pH
Tillgänglig vattenkapacitet
Potentiellt mineraliserbart kväve
Tillgänglig fosfor
Föroreningshalter
Föroreningarnas mobilitet

4.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden

De indikatorer som rekommenderas undersökas enligt de båda ramverken Soil Security-konceptet och Naturvårdsverkets vägledning listas i tabell 7. Samtliga indikatorer förutom föroreningarnas mobilitet finns med som förslag på indikatorer i Soil Security-konceptet. I Naturvårdsverkets vägledning däremot nämns endast indikatorerna jordtextur, organiskt material, pH, föroreningshalt och föroreningarnas mobilitet som parametrar som bör undersökas vid bedömning av förorenade områden. Däremot mäts även indikatorerna grovt material och tillgänglig vattenkapacitet indirekt genom att andra parametrar mäts som dessa kan beräknas från.

Tabell 7. De indikatorer som rekommenderas att undersökas enligt Soil Security-konceptet och Naturvårdsverkets vägledning

Indikatorer	Soil Security-konceptet	Naturvårdsverkets vägledning
Jordtextur	Jordtexturen analyseras för att se vilka funktioner jorden potentiellt kan utföra. Jordtexturen är indikator för samtliga markfunktioner (Field & Sanderson, 2017).	Används för att bedöma föroreningarnas spridningsrisk med vatten och exponering för människor genom inandning av ångor och damm (Naturvårdsverket, 2009a; Naturvårdsverket, 2009c).
Grovt material	Undersöks för främst för markfunktionen biomassaproduktion. Andelen grovt material är en indikator som inte förändras över långa tidsperioder (Field & Sanderson, 2017).	Berörs inte i vägledningen, men mäts indirekt genom att jordarten undersöks.
Organiskt material	Undersöks för att ta reda på jordens förmåga att återföra näring eftersom en optimal kol:kväve-kvot behövs för en god nedbrytning (Volchko, 2014). Påverkar också markens vattenhållande förmåga och katjonbyteskapacitet.	Används i riktvärdesmodellen för att beräkna risken för spridning och fastläggning av föroreningar (Naturvårdsverket, 2009a).
pH	Undersöks eftersom pH-värdet kan avgöra vilka växter som trivs i jorden (Olsson & Sjöholm, 2010) och på så vis vilken markanvändning som lämpar sig för den specifika jorden.	Används för att avgöra metallers mobilitet och biotillgänglighet. För de generella riktvärdena används ett pH-värde mellan 5 – 7 och avviker markens pH från detta bör ej generella riktvärden användas (Naturvårdsverket, 2009a).
Tillgänglig vattenkapacitet	Undersöks för att avgöra hur mycket vatten som kan lagras i marken för att sedan användas av växter och markorganismer (Volchko, 2014).	Berörs inte i vägledningen, dock indirekt genom att jordtextur, organiskt material och bulkdensitet undersöks, vilka kan användas för att beräkna vattenkapaciteten (Volchko, 2014).
Potentiellt mineraliserbart kväve	Undersöks för att mäta den mikrobiella aktiviteten i jorden. Dock kan den här indikatorn vara missvisande om de kvävemineriserande mikroorganismerna nått ett stationärt tillstånd, då kan även respirationen mätas för att avgöra den mikrobiella aktiviteten (Volchko et al., 2014).	Berörs inte i vägledningen.

Tillgänglig fosfor	Undersöks som ett mått på hur bördig jorden är (Volchko et al., 2014) och kan användas för att få en indikation på hur de ekologiska markfunktionerna fungerar (Field & Sanderson, 2017).	Berörs inte i vägledningen.
Föroreningshalt	Undersöks för att se om det finns ett hot att jordens tillstånd förändrats (McBratney et al., 2014).	Halter av föroreningar mäts och jämförs med bakgrundshalter för att utvärdera om en vidare undersökning av området behövs och om det förorenade området utgör en risk för människor eller ekosystem (Naturvårdsverket, 2009a).
Föroreningarnas mobilitet	Berörs inte, men kan vara ett problem eftersom föroreningar kan bli mer mobila i jordar med vissa egenskaper och på så vis spridas i ekosystemen (Volchko, 2014).	Spridning av föroreningar med vatten undersöks med lakteter och andra spridningsvägar såsom damm, förångning och växtupptag utreds i ett riskperspektiv (Naturvårdsverket, 2009a).

4.3.1. Huvudstudier

Huvudstudie 1: Igelsta strand

Tabell 8 visar utvärderingen av den första huvudstudien, Igelsta strand. I tabellen visas vilka indikatorer som tas hänsyn till samt på vilket sätt hänsyn tas för de olika stegen i bedömningsprocessen. Enligt kontakt med Södertälje kommun har saneringen på området ännu inte påbörjats men den planeras i enlighet med huvudstudien.

Tabell 8. Utvärdering av huvudstudie 1, Igelsta strand för stegen undersökningar, riskbedömning, åtgärdsutredning, riskvärdering och genomförande av åtgärd (Pyyny et al., 2016; Jones & Elert, 2009)

Indikator	Undersökningar	Riskbedömning	Åtgärdsutredning	Riskvärdering	Genomförande av åtgärd
Jordtextur	Områdets jordart har undersökts, även att marken innehåller fyllnadsmaterial på vissa områden har noterats.	Fyllnadsmaterial innebär att marken antas ha ett lägre skyddsvärde.	Har inte analyserats.	—	23 procent av den schaktade jorden återförs till området. Området återfylls också med rena massor*.
Andel grovt material	Har undersökts genom att jordarten undersökts.	Har inte analyserats vidare.	—	—	—
Organiskt material	Provtagning av TOC har genomförts.	Finns höga halter DOC i grundvattnet vilket gynnar spridning av dioxiner.	Har inte analyserats vidare.	—	—
pH	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Tillgänglig vattenkapacitet	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Potentiellt mineraliserbart kväve	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Tillgänglig fosfor	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Föroreningshalt	Provtagning av flera olika föroreningar har genomförts främst arsenik och dioxiner.	Risker till följd av föroreningshalterna undersöks.	Tas hänsyn till och avlägsnas i de flesta åtgärdsalternativen.	Borttagandet av föroreningar har störst fokus.	Förorenade massor avlägsnas och övertäcks.
Föroreningarnas mobilitet	Laktester har genomförts och K_d -värden har beräknats för främst arsenik och dioxiner.	Spridning av föroreningarna med vatten undersöks, med K_d -värden och grundvattenprov.	Tar hänsyn till risken för spridning av föroreningar.	Alla utvärderade åtgärder ger minimal spridningsrisk.	Delar av området övertäcks vilket minskar risken för spridning av föroreningar.

* Fyllnadsmaterial som inte bidrar till högre föroreningshalter på området (Naturvårdsverket 2009a).

Huvudstudie 2: Helgum

Tabell 9 visar utvärderingen av den andra huvudstudien, Helgum. I tabellen visas vilka indikatorer som tas hänsyn till samt på vilket sätt hänsyn tas för de olika stegen i bedömningsprocessen. Saneringen på området har genomförts och har till största del utförts enligt huvudstudien.

Tabell 9. Utvärdering av huvudstudie 2, Helgum för stegen undersökningar, riskbedömning, åtgärdsutredning, riskvärdering och genomförande av åtgärd (Sjölund, 2013)

Indikator	Undersökningar	Riskbedömning	Åtgärds- utredning	Risk- värdering	Genomförande av åtgärd
Jordtextur	Områdets jordart har undersökts, även att marken innehåller fyllnadsmaterial på vissa områden har noterats.	Har använts för att bedöma spridningen av arsenik till grundvattnet.	Alla åtgärdsalternativ innebär utgrävning av förorenade massor och återfyllnad av rent material.	Har inte analyserats.	Området återfylls med rent material.
Andel grovt material	Har undersökts genom att jordarten undersökts.	Har inte analyserats vidare.	—	—	—
Organiskt material	Har uppskattats till fem procent.	Används i riskbedömningsmodellen.	Har inte analyserats.	—	—
pH	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Tillgänglig vattenkapacitet	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Potentiellt mineraliserbart kväve	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Tillgänglig fosfor	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Föroreningshalt	Provtagning av metaller, finns främst höga halter av arsenik.	Risker till följd av föroreningshalterna undersöks.	Förorenade massor grävs bort men i olika stor omfattning i åtgärdsalternativen.	Föroreningshalternas påverkan på området tas hänsyn till.	Jord med för höga föroreningshalter grävs bort och deponeras.
Föroreningarnas mobilitet	Lakteter har utförts och K_d -värden har beräknats.	Spridning genom växter och med vatten har undersökts. Spridning till grundvattnet är mycket låg.	Ingen analys om att föroreningar kan spridas under saneringen.	Hänsyn tas till om risk för spridning till grundvattnet finns.	Förorenade massor är bortgrävda vilket minskar spridningsrisken.

Huvudstudie 3: Robertsholm

Tabell 10 visar utvärderingen av den tredje huvudstudien, Robertsholm. I tabellen visas vilka indikatorer som tas hänsyn till samt på vilket sätt hänsyn tas för de olika stegen i bedömningsprocessen. Genomförandet av åtgärder har ännu inte påbörjats på området.

Tabell 10. Utvärdering av huvudstudie 3, Robertsholm för stegen undersökningar, riskbedömning, åtgärdsutredning, riskvärdering och genomförande av åtgärd (Golder Associates AB, 2017; Evenhamre et al., 2010)

Indikator	Undersökningar	Riskbedömning	Åtgärdsutredning	Riskvärdering	Genomförande av åtgärd
Jordtextur	Kornstorleksanalys har genomförts. Översta lagret består av fyllnadsmassor.	Jordmaterialet tas hänsyn till vid bedömning av spridning av föroreningar.	Analyseras för underlag till bedömning av olika åtgärdsalternativ.	Har inte analyserats.	Massor schaktas ut och återfylls med rent material.
Andel grovt material	Har undersökts i samband med kornstorleksanalysen.	Mycket grovt material finns och vilket inte anses binda föroreningar.	Det finns mycket grovt material i marken vilket kan försvåra schaktsanering.	Har inte analyserats.	—
Organiskt material	Provtagning av TOC har genomförts på flera delar av området.	Tas hänsyn till genom att det kan påverka mobiliteten av föroreningarna.	Har inte analyserats vidare.	—	—
pH	Har provtagits på flera delar av området.	Tas hänsyn till genom att det kan påverka mobiliteten av föroreningarna.	Har inte analyserats vidare.	—	—
Tillgänglig vattenkapacitet	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Potentiellt mineraliserbart kväve	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Tillgänglig fosfor	Har ej provtagits.	—	—	—	—
Föroreningshalt	Provtagning av metaller och dioxiner har genomförts.	Risker till följd av föroreningshalterna undersöks.	Tas hänsyn till och kvarlämnade föroreningar efter åtgärder noteras.	Föroreningshalternas påverkan på området tas hänsyn till.	Massor med höga arsenikhalter schaktas bort.
Föroreningarnas mobilitet	Laktester har utförts och K_d -värden har beräknats.	Spridning av föroreningar med vatten, damm och växter tas hänsyn till.	Risk för spridning efter olika åtgärder tas hänsyn till.	Har inte analyserats vidare.	Spridningsrisken minskar eftersom stor del av föroreningarna avlägsnas.

Skydd av markmiljön i huvudstudierna

På vilket sätt markmiljön beaktas vid bedömningen i huvudstudierna visas i tabell 11. I samtliga huvudstudier har markmiljön varit ett skyddsobjekt som tagits med i utredningen. I huvudstudie 1 och 2 anses markmiljön vara skyddad efter utförande av den valda åtgärden. I huvudstudie 3 bedöms att det inte är ekonomiskt eller miljömässigt motiverat att skydda markmiljön eftersom att den planerade markanvändningen är industriområde.

Tabell 11. På vilket sätt skyddsobjektet markmiljön beaktas och tas hänsyn till i de tre huvudstudierna

Huvudstudie (nr)	Markmiljön som skyddsobjekt
Igelsta strand (1)	Markmiljön bedöms ha ett lågt skyddsvärde på grund av att marken innehåller fyllnadsmaterial. Om markanvändningen ändras kommer dock kraven på skydd av markmiljön ökas. Markmiljöns funktion bibehålls med det åtgärdsalternativ som valts (Pyyny et al., 2016).
Helgum (2)	Skydd av markmiljön tas hänsyn till och markekosystemet bedöms ha påverkats negativt av föroreningarna. Åtgärdsalternativet som valts bedöms skydda 75 procent av arterna vilket är kravet för känslig markanvändning (Sjölund, 2013).
Robertsholm (3)	Åtgärdsalternativet som valts innebär en risk för markmiljön. En bedömning har utförts där den valda åtgärden inte kan motiveras, antingen ekonomiskt eller miljömässigt att skydda markmiljön på grund av att markanvändningen planeras vara industriområde. Markmiljön bedöms endast skyddas i den ytligaste jorden (Golder Associates AB, 2017).

Hur stort område som borttagande av jord sker på i respektive huvudstudie listas i tabell 12. Även vilken typ av material som ska användas för återfyllnad av området visas i tabellen. I samtliga huvudstudier föreslås att marken ska återfyllas med rena massor, ren jord eller rent material.

Tabell 12. Hur stor volym jord som schaktats föreslås schaktas bort samt vilket material som föreslås för återfyllnad i huvudstudierna

Huvudstudie	Borttagna massor	
	Area av det förorenade området som borttagits (m²)	Återfört material
Igelsta strand (1)	106 000	I den förespråkade åtgärden ska rena massor/ren jord återföras till området. I de djupare delarna återförs material från området med lägre föroreningshalt (Pyyny et al., 2016).
Helgum (2)	14 000	Efter borttagandet av de förorenade massorna återfylls hela området med rent material (Sjölund, 2013).
Robertsholm (3)	20 000	De förorenade massorna schaktas bort och marken återfylls med rena massor som klarar kraven för mindre känslig markanvändning. Även urgrävda massor med lägre föroreningshalter kan återföras (Golder Associates AB, 2017).

4.4. Intervju med Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket

Magdalena Gleisner på Naturvårdsverket intervjuades angående deras utvärdering av Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden. Vägledningmaterialet har utvärderats i flera steg men ännu har ingen rapport publicerats. Den förväntas vara klar till sommaren. Efter att utvärderingsrapporten är klar planerar de att uppdatera vägledningmaterialet efter denna. I utvärderingen har personer som arbetar med vägledningmaterialet, exempelvis tillsynsmyndigheter, konsulter, entreprenörer och beställare intervjuats och svarat på enkäter om vad de anser om vägledningmaterialet. Även synpunkter som skickats till Naturvårdsverket av andra aktörer har tagits med i utvärderingen. Enligt Magdalena har utvärderingen genomförts eftersom det finns ett behov av att se över och revidera vägledningmaterialet. Detta beror främst på att mer forskning nu finns inom förorenade områden, exempelvis om ekosystemtjänster, föroreningar som perfluorerade och polyfluorerade ämnen (PFAS) och invasiva arter.

I den uppdaterade vägledningen kommer mer vägledning att finnas kring olika saneringstekniker som kan användas. Förhoppningen med detta är fler ska använda andra åtgärder än schaktsanering. Även markmiljön planeras få utökade utredningskrav och masshanteringen kommer att beaktas i större utsträckning för att minska onödig frakt av rena massor. Den uppdaterade vägledningen kommer även att vara enklare att förändra så att utvärderingar och uppdateringar kan ske mer kontinuerligt. Detta kommer att utföras genom att fler och kortare vägledningsrapporter skapas. Enligt intervjuerna, enkäterna och övriga synpunkter anser de som använder sig av vägledningen att det som ger mest stöd vid utredningar är riskbedömningen och utgångspunkterna. De anser också att utgångspunkterna i vägledningen behöver förändras och enligt Magdalena kommer de att omformuleras i den uppdaterade vägledningen. Det är dock ännu inte bestämt på vilket sätt eftersom synpunkterna strävar åt olika håll. Ett mål är dock att de ska bli mer kortfattade och kärnfulla.

De globala miljömålen tas inte upp i utvärderingen, men kommer finnas i uppdateringen av vägledningmaterialet. Eftersom uppdateringen inte påbörjats än vet de dock inte i vilken utsträckning och på vilket sätt de kommer att finnas med. Magdalena påpekar att de alla hänger ihop därför är det svårt att bryta ut någon av dem, men specifikt efterbehandlingen av förorenade områden kopplar till målen *hälsa och välbefinnande* (hälsofarliga gifter), *rent vatten och sanitet* (förorenat grundvatten), *hållbara städer och samhällen* samt *ekosystem och biologisk mångfald* (återställa förstörd mark och jord) och dessa kommer att finnas med i uppdateringen. Några av dessa kopplar även till Soil Security-konceptet vilket innebär att mer hänsyn till hållbar jordhantering kommer att finnas i den uppdaterade vägledningen. Magdalena har hört talas om Soil Security men har inte någon mer kunskap om begreppet, men en person i arbetsgruppen som utför utvärderingen har mer kunskap om begreppet.

Ett annat mål med den uppdaterade vägledningen är att projekt som inte är bidragsfinansierade ska kunna följa vägledningen i större utsträckning. Nu finns en skillnad mellan projekt som utförs med bidrag från staten och de som är finansierade av markägarna i vilket slutresultat som nås. Det är vanligt att sanering som finansieras av markägare och där exploateringsprojekt är planerade går snabbt. Därför blir utredningen kort och onödiga åtgärder kan utföras eller det kan visa sig att området var mer förorenat än vad som troddes vilket kan leda till onödiga kostnader för både miljön och ekonomin.

5. DISKUSSION

5.1. Övergripande syften och utgångspunkter

De övergripande syftena i både Soil Security-konceptet och Naturvårdsverkets vägledning (tabell 3) ger en tydlig bild av att arbetet med jorden ska vara långsiktigt hållbart. Enligt Soil Security-konceptet ska jordresursen förvaltas så den upprätthålls eller förbättras, och detta leder till att jordförvaltningen blir hållbar (McBratney et al., 2014). Däremot enligt Naturvårdsverkets vägledning behöver långsiktigt hållbara efterbehandlingsåtgärder endast användas så länge de är ”tekniskt möjliga och ekonomiskt rimliga” (Naturvårdsverket, 2009a). Detta ger utrymme för tolkningar om vad som anses tekniskt möjligt för verksamhetsutövaren eller vad som är tekniskt möjligt med nuvarande utvecklad teknik. Syftena i Naturvårdsverkets vägledning har även sin tyngdpunkt i att bedöma risker för människor, miljö och naturresurser, vilket skiljer sig från Soil Security-konceptet som syftar till att ha en hållbar jordförvaltning.

Utgångspunkterna i ramverken (tabell 4; tabell 5) skiljer sig åt och har likheter. Soil Security-konceptet bygger på att markfunktioner ska skyddas för att kunna bidra med samhällsnyttor såsom rening av vatten, livsmedelsproduktion och biodiversitet. I Naturvårdsverkets vägledning ligger utgångspunkterna i att skydda människor och miljö mot föroreningar och de risker dessa kan utgöra. Detta är olika bakomliggande orsaker men vid en närmare analys av utgångspunkterna finns även många likheter. Exempelvis understryks i båda ramverken hur viktigt skydd av dricksvattenresurser är. Enligt Naturvårdsverkets vägledning som är mer föroreningsfokuserad utförs detta genom att spridning av föroreningar förhindras eller minskas. Soil Security-konceptet utgår istället från att markfunktioner behöver skyddas för att de sedan ska kunna bidra till att rena vatten från föroreningar och även för att vatten ska kunna lagras i marken.

Hänsyn till biodiversitet tas i båda ramverken, men på olika sätt. Enligt Naturvårdsverkets vägledning ska i denna punkt speciellt skyddsvärda och värdefulla vattenarter skyddas genom att förorenings-spridning till vattenmiljöer minskas. I Soil Security-konceptet tas hänsyn till biodiversitet genom att fokusera på marklevande organismer. Marklevande organismer behövs eftersom de kan omvandla avfall till näring och på så vis bilda mer biomassa vilket leder till att fler marklevande organismer behövs. Mikroorganismer som lever i jorden bidrar också till stor del till rening av föroreningar genom nedbrytning. Soil Security-konceptet inriktas mot att en stor biodiversitet kan leda till rening av vatten, näringsproduktion, förbättring av jordstrukturen och skydd mot markburna sjukdomar (Brussard et al., 2007) och på så vis fås en friskare och hållbarare jord.

Soil Security-konceptet bygger på bevarandet av markfunktioner för att klara av de globala samhällsutmaningarna och detta leder till slut till en hållbar markanvändning. Eftersträvan är dock alltid mot markens grundförutsättningar och detta kan innebära att olika markfunktioner eftersträvas för olika jordar. I Soil Security-konceptet

betraktas olika jordars förutsättningar eftersom olika jordar har olika förutsättningar att utföra vissa markfunktioner. Detta ger ett spektrum av vilka markfunktioner som bör undersökas för olika jordar och innebär också att vilken markanvändning som lämpar sig bäst för en viss jord kan undersökas (McBratney et al., 2014). Markfunktioner tas också hänsyn till i Naturvårdsverkets vägledning men enligt denna ska de markfunktioner som krävs för den avsiktliga markanvändningen skyddas, men ingen hänsyn tas till om den avsiktliga markanvändningen är den som är lämpligast för områdets förutsättningar. Även om det står i vägledningen att markfunktioner som nedbrytning bör fungera visar utvärderingen av huvudstudierna att detta inte beaktas i praktiska fall. Exempelvis undersöks inte syrehalten i jorden i någon av huvudstudierna. Markfunktionerna borde undersökas för att se om långsiktig hållbarhet uppnåtts.

Hur människors hälsa kan påverkas av föroreningar tas stor hänsyn till i Naturvårdsverkets vägledning. Vägledningen baseras på att riktvärden för föroreningar ska underskridas för att det inte skall finnas någon risk för människors hälsa, men även för att minska riskerna för naturresurser. I Soil Security-konceptet beaktas människors hälsa både i aspekten att människor behöver föda och vatten för att ha en god hälsa, men också i aspekten att människor kan exponeras för föroreningar (Brevik et al., 2017).

Utgångspunkten bakom Soil Security-konceptet är en jord där markfunktionerna fungerar. Med detta synsätt får jorden i sig ett värde och inte endast de produkter som den kan producera eller de risker som den kan utgöra värderas. Även indirekta effekter jorden kan bidra med beaktas, såsom rena vatten från föroreningar eller vara ett habitat för flera arter. Jorden ses på som en resurs som är viktig att förvalta eftersom en god jordförvaltning leder till andra positiva effekter och slutligen också kan hjälpa till att lösa de globala samhällsutmaningarna. I Naturvårdsverkets vägledning däremot är inriktningen de risker jorden kan utgöra för människor eller naturresurser och ingenting nämns om att jorden är en viktig resurs som bör bevaras, förbättras eller återställas. Jorden i sig borde ses på som ett skyddsobjekt för att nå hållbarhet vid åtgärder.

5.2. Indikatorer vid förorenade områden

Biomassaproduktion har valts som den viktigaste ekologiska markfunktionen, eftersom för att den ska fungera behöver också markfunktionerna filtrering, lagring och omvandling av vatten, näring och substanser samt biodiversitet fungera. Indikatorerna som valts ut indikerar att biomassaproduktionen fungerar och gäller främst vid förorenade områden som planeras användas som grönområden. Vid andra typer av områden kan de dock ändå fungera bra som indikatorer, eftersom de också kan indikera för andra markfunktioner. Biomassaproduktion är dessutom en viktig parameter på flertalet områden eftersom det beskriver om växtetablering kan förekomma. Även vid bostadsområden och industriområden finns det delar som är grönområden och här är det också viktigt att växter kan etableras. Vid områden där

åtgärden är hårdgjorda ytor som exempelvis övertäckning med asfalt kommer de ekologiska markfunktionerna begränsas. Exempelvis har Wei et al. (2014) visat att kvävehalten, halten organiskt kol och den mikrobiella aktiviteten i jorden minskar när marken övertäcks med en hårdgjord yta. Däremot innebär detta inte att jorden saknar skyddsvärde i ett långsiktigt perspektiv eftersom den hårdgjorda ytan tillslut kommer att försvinna. Om jorden därför inte åtgärdas kommer detta ge konsekvenser i framtiden och den jordförvaltningen leder inte mot hållbarhet.

De indikatorer som valts ut i detta projekt visar på att biomassaproduktion fungerar, dock finns det fler indikatorer som visar på detta som skulle kunna vara mer betydelsefulla eller enklare att använda. Indikatorerna har valts eftersom de på olika sätt kan indikera hur jordens markfunktioner fungerar och har fungerat. Med hjälp av indikatorerna kan både markens förmåga och tillstånd uppskattas. Det är av vikt att undersöka både jordens förmåga och tillstånd för att kunna avgöra om någon av dem förändrats. Enligt Droogers och Bouma (1997) kan jordens förmåga inte återskapas om den förändrats. Detta behöver inte vara realitet då en god förmåga kan skapas på konstgjord väg genom att exempelvis återfylla med ett material med en gynnsam textur. Jordens tillstånd kan däremot förändras över kortare tidsperioder och kan även återskapas genom åtgärder och en lämplig förvaltning (McBratney et al., 2014).

Indikatorerna jordtextur och andel grovt material har valts eftersom de båda kan indikera om jordens förmåga har förändrats. Jordtexturen har valts eftersom den kan beskriva jordens förmåga att filtrera och lagra vatten samt även hur växter och markorganismer trivs i jorden (Field & Sanderson, 2017). Undersökning av jordtexturen kan också indikera om förändring av jordens förmåga har skett genom att exempelvis fyllnadsmaterial tillsatts. Enligt Volchko et al. (2014) bör jordtexturen ingå som indikator eftersom den inte förändras över långa tidsperioder och kan påverkas av en korrigeringsåtgärd. Andelen grovt material kan avgöra hur växters rotsystem kan utvecklas, en låg andel grovt material i jorden kan innebära begränsningar när växternas rotsystem utvecklas (Volchko et al., 2014). Jordtexturen är också viktig att undersöka vid åtgärder eftersom själva åtgärden kan förstöra jordtexturen, genom exempelvis erosion. Detta kan innebära att även fast föroreningarna tagits bort fås en jord som har sämre förmåga att utföra markfunktioner.

Jordens tillstånd indikeras med indikatorerna halt organiskt material, pH, tillgänglig vattenkapacitet, potentiellt mineraliserbart kväve, tillgänglig fosfor, föroreningshalter samt föroreningarnas mobilitet. Halten organiskt material har valts på grund av att den avgör hur bördig jorden är eftersom det organiska materialet förbättrar markstrukturen. Det organiska materialet kan brytas ner och bidra med näring samt ge energi till de markorganismer som bryter ner det. Det kan även binda vatten till marken vilket ger en säkrare tillgång till vatten för växterna (SoCo, 2009). Växternas utveckling påverkas också av markens pH-värde, eftersom de flesta växter är känsliga för pH-förändringar, både för ökning och minskning (Olsson & Sjöholm, 2010). Vid

låga pH-värden blir dessutom flera metaller mer lösliga (Chuan et al., 1996) och därför ökar risken för upptag av växter och även spridning med grundvatten. Tillgänglig vattenkapacitet, potentiellt mineraliserbart kväve och tillgänglig fosfor bör alla mätas eftersom de ger växter förutsättningar att utvecklas på platsen.

Föroreningshalten bör undersökas eftersom den kan påverka människors hälsa negativt (Carré et al., 2017) och även markekosystemet på ett negativt sätt när föroreningarna tas upp av markorganismer och växter. Jorden kan dock även rena vatten från föroreningar genom att de fastläggs i markpartiklarna, tas upp av växter eller bryts ner av markorganismer. Föroreningarnas mobilitet innebär hur spridningsbenägna föroreningarna är till vatten och växter. Om föroreningarna på området inte är mobila tas de dock inte upp av varken växter, markorganismer och kan heller inte spridas till grundvattnet. Detta innebär att ett förorenat område inte behöver vara en risk för varken människors hälsa eller miljön (Naturvårdsverket, 2009a). Dock kan förutsättningarna för spridning av föroreningarna förändras vid exempelvis ett ändrat pH-värde eller en förändrad halt organiskt material i marken, därför bör föroreningarnas mobilitet tas hänsyn till även om den med nuvarande förhållanden är mycket låg.

5.3. Jämförelse av Soil Security-konceptet, Naturvårdsverkets vägledning och praktiskt arbete med förorenade områden

Samtliga indikatorer är rekommenderade att undersökas förutom föroreningarnas mobilitet enligt Soil Security-konceptet (tabell 7). Att föroreningarnas mobilitet inte rekommenderas beror främst på att konceptet är utvecklat för att i första hand bedöma jordbruksmarker (Field & Sanderson, 2017) som inte antas vara förorenade. Vid en utökning av konceptet där det även tar hänsyn till andra typer av naturområden bör därför även de indikatorer som undersöks utökas. Soil Security-konceptet är även relativt nytt och ett exakt ramverk för hur det ska användas håller fortfarande på att utvecklas. Detta arbete är ett exempel på hur Soil Security skulle kunna användas vid förorenade områden. Vid skapandet av en vägledning med utgångspunkter i Soil Security-konceptet för förorenade områden bör även föroreningarnas mobilitet inkluderas som en indikator. Eftersom enligt Naturvårdsverket (2009a) utgör ett område som är förorenat med en icke-mobil förorening inte någon risk. Dock undersöks de viktigaste parametrarna för hur mobil en förorening är redan i Soil Security-konceptet, genom att jordtexturen, halten organiskt material och pH-värdet mäts. Detta kan sedan användas vid bedömning av både jordens bördighet (SoCo, 2009) samt risken för föroreningsspridning (Naturvårdsverket, 2009a).

Enligt Naturvårdsverkets vägledning (2009a) rekommenderas indikatorerna jordtextur, organiskt material, pH, föroreningshalt och föroreningarnas mobilitet att undersökas (tabell 7). Även indikatorerna grovt material och tillgänglig vattenkapacitet nämns indirekt. Detta kan ge en översiktlig bild av områdets förutsättningar eftersom det förklarar föroreningssituationen mycket väl. Dock saknas indikatorer för växternas förutsättningar att växa; potentiellt mineraliserbart kväve

och tillgänglig fosfor. Andelen grovt material och tillgänglig vattenkapacitet rekommenderas inte heller att undersökas, dessa indikatorer undersöks dock indirekt genom att kornstorleksfördelningen, halten organiskt material och bulkdensiteten mäts (Naturvårdsverket, 2009a). Det som brister i hållbarhet i vägledningen är främst att ingen hänsyn till egenskaperna av det material som används till återfyllnad tas, exempelvis om materialet har en god textur och innehåller näring så att växtetablering kan ske.

Den största skillnaden mellan ramverken är på vilket sätt indikatorerna används. I Soil Security-konceptet används indikatorerna för att bedöma markfunktionerna, medan i Naturvårdsverkets vägledning används de för att bedöma risker. Vid förorenade områden borde det mest fördelaktiga vara att analysera samtliga indikatorer både för att bedöma risker och markfunktioner. Därmed borde en kombination mellan ramverken vara att föredra för att få en helhetsbedömning av området. En annan skillnad mellan ramverken är också hur tillämpbara de är. Naturvårdsverkets vägledning är skapad för att hjälpa till vid bedömningar av förorenade områden och är därmed även enkel att applicera på praktiska fall. Soil Security-konceptet däremot har utvecklats mer som ett tankesätt och är därmed även svårare att tillämpa.

5.3.1. Huvudstudier

I de tre huvudstudierna har bedömningsprocessen gått till på ungefär samma sätt för samtliga (tabell 8; tabell 9; tabell 10). Vid undersökningen av området har föroreningshalter uppmätts på flera platser på områdena, både i jordprover och grundvattenprover. Även lakteter har utförts i samtliga huvudstudier för att bedöma spridningsrisken av föroreningarna. Områdets jordart har analyserats, vilket innebär att jordtexturen och andelen grovt material har tagits fram. På samtliga områden har det även noterats att fyllnadsmaterial finns på delar av områdena. Halten organiskt material har antingen mätts eller uppskattats i de tre huvudstudierna, medan pH endast uppmätts i jorden på flera delar av området i huvudstudie 3. Detta trots att Naturvårdsverkets vägledning (2009a) rekommenderar att pH bör undersökas för att avgöra metallers mobilitet och biotillgänglighet, dock säger vägledningen (tabell 7) att vid ett pH mellan 5 – 7 kan generella riktvärden användas. Om marken i huvudstudie 1 och 2 hade ett pH mellan 5 – 7 framgår dock inte av huvudstudien. För samtliga huvudstudier har ingen undersökning av tillgänglig vattenkapacitet, potentiellt mineraliserbart kväve och tillgänglig fosfor utförts, detta var dock förväntat då vägledningen inte heller nämner dessa parametrar.

I huvudstudie 2 och 3 har jordtexturen beaktats i riskbedömningen för att avgöra om spridningsrisken av föroreningarna blir större på grund av dess sammansättning. Andelen grovt material har också använts på samma sätt i huvudstudie 3 där enligt Evenhamre et al. (2010) den stora mängden grovt material inte antas binda några föroreningar och på grund av detta kunna återanvändas som fyllnadsmaterial efter schaktsanering. I huvudstudie 1 och 2 tas ingen vidare hänsyn till andelen grovt material. För samtliga huvudstudier gäller fortsatt att de tar hänsyn till

föroreningshalter och föroreningarnas mobilitet. Organiskt material och pH beaktas med hänsyn till förorenings-spridning och risker med detta för huvudstudie 3, medan i huvudstudie 1 och 2 tas endast organiskt material med i analysen för riskerna för förorenings-spridning.

I åtgärdsutredningen beaktas endast föroreningshalten och föroreningarnas mobilitet för huvudstudie 1. I huvudstudie 2 och 3 tas även hänsyn till jordtexturen, om den kan försvåra utgrävningen eller om den kommer att förändras till följd av åtgärder där fyllnadsmaterial tillsätts. I riskvärderingen har föroreningshalterna beaktats i samtliga huvudstudier, hur dessa ska minskas och vilken påverkan de kan orsaka på området tas särskild hänsyn till. I huvudstudie 1 och 2 har också föroreningarnas mobilitet genom att risk för spridning till grundvatten finns både under och efter saneringsåtgärderna. Riskvärderingen i huvudstudie 3 tar inte upp spridningsrisker och mobilitet av föroreningar. Den slutliga åtgärden i samtliga fall är urschaktning av största delen av de förorenade massorna. Detta innebär att föroreningarna tas bort från området, vilket minskar både föroreningshalterna och risken för att föroreningarna ska spridas. Det innebär också att samtliga områden återfylls eller kommer att återfyllas med rent fyllnadsmaterial vilket leder till att jordtexturen på området förändras. Ingen analys utförs i någon av huvudstudierna om tillförsel av näring eller organiskt material för att skapa en bättre miljö för markorganismer och växter utan det antas att en föroreningsfri mark ger goda förhållanden för markekosystemen.

5.3.2. Skydd av markmiljön

I samtliga huvudstudier finns markmiljön med som ett skyddsobjekt och hur den kan skyddas från de risker som föroreningarna utgör undersöks (tabell 11). I huvudstudie 1 och 2 som båda planeras bli bostadsområden antas också åtgärderna som valts att skydda markmiljön så mycket som Naturvårdsverkets vägledning (2009a) kräver, 75 procent av arterna vid känslig markanvändning. I huvudstudie 3 har ett åtgärdsalternativ som innebär risker för markmiljön valts eftersom markmiljön inte har ansetts vara skyddsvärd på grund av att ett industriområde ska anläggas på platsen. Enligt Golder Associates AB (2017) antas det inte var ekonomiskt eller miljömässigt motiverat att utföra åtgärder som skyddar markmiljön. I Naturvårdsverkets vägledning (2009a) accepteras detta synsätt så länge de markfunktioner som krävs för markanvändningen kan fungera, exempelvis att gräs kan växa på platsen för att förhindra erosion och att djur kan vistas där utan att påverkas negativt. Hänsyn till detta tas i huvudstudien och en tillräcklig riskreduktion antas uppnås. Dock kvarstår frågan om detta är en hållbar hantering av marken. I ett långsiktigt tidsperspektiv innebär denna åtgärd att marken fortfarande kommer att vara förorenad och åtgärder kommer behöva genomföras igen längre fram i tiden.

Schaktsanering har valts som åtgärdsmetod i samtliga huvudstudier och ytorna där mark ska grävas bort är av olika storlek, mellan 14 000 – 106 000 kvadratmeter (tabell 12). I samtliga fall kommer även områdena att återfyllas med rena massor, ren jord eller rent material. Det finns ingen tydlig definition av vad rena massor innebär,

endast att materialet som används för återfyllnad inte får bidra till ökande föroreningshalter på området (Naturvårdsverket, 2009b). Materialets övriga egenskaper beaktas ej och detta kan leda till konsekvenser för markekosystemet. Att markmaterialets övriga egenskaper beaktas är viktigt eftersom det är svårt att etablera ett markekosystem om markmaterialet saknar näringsämnen eller organiskt material eller har ett missgynnsamt pH-värde. Även materialets textur har stor betydelse för om markorganismer och växter kommer trivas och kan etableras på området (Field & Sanderson, 2017). Enligt Naturvårdsverket (2018) finns cirka 85 000 förorenade områden i Sverige, vilket innebär att många markekosystem har påverkats av föroreningar och kan komma att påverkas av saneringsåtgärder. Om alla föroreningsutredningar skulle gå till som i dessa exempel kan det innebära att markmiljön på dessa områden kommer att skadas om inte materialet används som återfyllnad klarar de krav som finns för att ha ett fungerande markekosystem.

I den första huvudstudien anses markmiljön ha ett lägre skyddsvärde eftersom fyllnadsmaterial finns på området. Enligt Naturvårdsverket (2009a) får markmiljöns skyddsvärde endast minska om markmaterialets egenskaper ger begränsade förutsättningar för de markfunktioner som behövs för att växt- och djuretablering, exempelvis om marken består av vissa fyllnadsmaterial. Marken försämras om den innehåller fyllnadsmaterial som sänker markkvaliteten och försämrar markens förmåga att leverera markfunktioner, men det behöver inte betyda att den är mindre skyddsvärd. Det synsättet kan i längden leda till att åtgärder för att förbättra marken inte utförs eftersom marken ändå har ett så lågt skyddsvärde.

5.4. Dimensionernas koppling till arbetet med förorenade områden

För att sammanfatta arbetet har en analys av om arbetet med förorenade områden kan kopplas till dimensionerna i Soil Security-konceptet (avsnitt 2.4.1). I Naturvårdsverkets vägledning för förorenade områden (2009a; 2009b; 2009c) beskrivs främst hur ett områdes tillstånd med hänsyn till föroreningar ska bedömas. När bedömningsprocessen följs i praktiska fall mäts några av de parametrar som rekommenderas för att avgöra en jords tillstånd, halt organiskt material, pH-värde, tillgänglig vattenkapacitet, föroreningshalt och föroreningarnas mobilitet. Det enda som saknas för en helhetsbedömning av jordens tillstånd är då att mäta indikatorerna potentiellt mineraliserbart kväve och tillgänglig fosfor. Därmed kan det konstateras att Naturvårdsverkets vägledning kan kopplas till dimensionen tillstånd. Även dimensionen förmåga kan kopplas till vägledningen, främst genom att indikatorerna jordtextur och andel grovt material mäts. Förmågan undersöks även i det praktiska arbetet med förorenade områden genom att fyllnadsmaterial på området undersöks. Det som skulle kunna utvecklas i detta fall är en bedömning av jordens tillstånd innan den blev påverkad av den verksamhet som förstört området. Detta skulle exempelvis kunna utföras genom att undersöka en närliggande jord med samma egenskaper.

Dimensionen kapital kan kopplas till arbetet med förorenade områden genom att områden som åtgärdats så att markfunktionerna kan fungera kan ge ett högre värde på

marken. Om åtgärderna inte förbättrar marken och dess funktioner kommer även markens värde i ekosystemtjänster att sjunka. Ett exempel är att om mark som innehåller vissa fyllnadsmaterial antas ha ett lägre skyddsvärde och därför inte anses värd att åtgärda kommer detta även leda till att markens kapital minskas eftersom den inte kan utföra de funktioner som ger marken ett monetärt värde.

Den fjärde dimensionen anknytning syftar till att ju mer kunskap människor har om jorden desto bättre kommer den tas hand om. Den här dimensionen kan även syfta till att ju mer kunskap de som skapar vägledningsmaterialet har desto hållbarare kommer åtgärderna vid förorenade områden att bli. Även konsulterna som arbetar med de förorenade områdena behöver kunskap för att kunna fatta beslut som leder arbetet mot hållbarhet. Detta kopplar också till dimensionen regler och att det är viktigt att de som beslutar om lagar och vägledningsmaterial har rätt kunskaper.

6. SLUTSATSER

1. Utgångspunkterna bakom Naturvårdsverkets vägledning är i stor utsträckning inriktade på vilka risker en förorenad jord kan utgöra för människor och ekosystem. Den saknar perspektivet att se jorden som en resurs som behöver upprätthållas eller förbättras för att kunna utföra markfunktioner som ger nytta för människor och ekosystem. Soil Security-konceptets utgångspunkter bygger på att skydda markfunktioner så att de kan bidra till att lösa de globala samhällsutmaningarna.
2. De flesta indikatorerna för biomassaproduktion finns med i Naturvårdsverkets vägledning, antingen rekommenderas de direkt eller indirekt att undersökas. Den största skillnaden mellan Naturvårdsverkets vägledning och Soil Security-konceptet är hur indikatorerna sedan används för att bedöma jordens tillstånd. I Naturvårdsverkets vägledning används de för att bedöma risker som föroreningarna kan utgöra medan i Soil Security-konceptet används de för att bedöma hur ”frisk” jorden är.
3. I praktiska utredningar av förorenade områden undersöks de flesta av indikatorerna som Naturvårdsverkets vägledning rekommenderar. De övriga indikatorerna som finns med i Soil Security-konceptet används inte; andel grovt material, tillgänglig vattenkapacitet, potentiellt mineraliserbart kväve samt tillgänglig fosfor. För att utredningarna ska leda till hållbarare åtgärder behöver de indikatorer som redan undersöks analyseras på fler sätt och även resterande indikatorer behöver undersökas både innan och efter åtgärd.
4. I två av tre av de praktiska utredningarna bedöms markmiljön skyddas av den valda åtgärden, dock är det enda kravet på det material som används som återfyllnad att det inte bidrar till ökande föroreningshalter. Detta innebär att risker finns att växtetablering inte kan ske i det nya markmaterialet och att markorganismer inte trivs där. Om så är fallet finns även risker att markfunktioner inte kan fungera som de ska och därför inte heller bidra med samhällsnyttor, vilket då inte leder mot hållbarhet. För att arbetet med förorenade områden ska bli mer hållbart kan Soil Security-konceptet användas som stöd. Ett ramverk som är mer inriktat mot förorenade områden behöver dock tas fram för att få en bild över vilka åtgärder som specifikt behövs för förorenade områden.

7. REKOMMENDATIONER FÖR EN HÅLLBARARE HANTERING AV FÖRORENADE OMRÅDEN

För att arbetet med förorenade områden ska leda mot hållbarhet bör följande aspekter beaktas:

- Ska åtgärden som väljs endast gälla borttagandet av föroreningar eller bör även fyllnadsmassornas övriga egenskaper beaktas? I fall där fyllnadsmaterialets egenskaper att utföra markfunktioner inte beaktas kan åtgärderna leda till att hållbarhet inte nås. Det kan även innebära att mycket resurser läggs på en åtgärd som i slutänden ger en icke-funktionsduglig mark.
- Det behövs en definition av vad en föroreningskada egentligen är. Är det endast att kemiska föroreningar finns på området eller kan det också innebära att markmaterialet blivit skadat av exempelvis fyllnadsmaterial eller erosion så att inte markfunktioner kan utföras?
- Att en mark innehåller fyllnadsmaterial kan inte innebära att denna är mindre skyddsvärd. Är avsikten verkligen att om marken redan skadats behöver den inte skyddas? Det fyllnadsmaterial som används bör i så stor utsträckning som möjligt förbättra markfunktioner oavsett vad den planerade markanvändningen är.
- Indikatorer för markfunktioner bör användas både vid bedömning av ett förorenat område och även efter åtgärder av det förorenade området. För att se vilket tillstånd marken har innan åtgärder och vilket tillstånd den fått efter att åtgärderna genomförts. Detta kan avgöra vilken markanvändning som lämpar sig på platsen och talar också om hur väl åtgärderna lyckats.
- I en ny vägledning behövs ett bredare perspektiv än att endast bedöma risker och utgå från miljömålet *giftfri miljö*. De nya globala miljömålen behöver beaktas för att få in hållbarhetstänket i fler delar av vägledningen. Även Soil Security-konceptet kan användas för detta och kopplas i hög grad till miljömålen. Soil Security-konceptet bör även utvidgas med kunskaper om hur det kan kopplas till förorenade områden för att få en vägledning som ger en hållbarare hantering av förorenade områden.

REFERENSER

- Bouma, J. 2002. Land quality indicators of sustainable land management across scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 88(2), ss. 129-136. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00248-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00248-1)
- Bouma, J. & McBratney, A. 2013. Framing soils as an actor when dealing with wicked environmental problems. *Geoderma*, vol. 200-201, ss. 130-139. DOI: 10.1016/j.geoderma.2013.02.011
- Brevik, E.C., Steffan, J.J., Burgess, L.C. & Cerdà, A. 2017. Links Between Soil Security and the Influence of Soil on Human Health. I Field, D.J., Morgan, C.L.S & McBratney, A.B. (Eds), *Global Soil Security*. Springer, Schweiz, ss. 261-274
- Brussaard, L., de Ruiter, P.C. & Brown, G.G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 121(3), ss. 233-244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. (Nilsson, B., Övers.) 2. uppl. Malmö: Liber. ISBN 978-91-47-09068-6
- Carré, F., Caudeville, J., Bonnard, R., Bert, V., Boucard, P. & Ramel, M. 2017. Soil Contamination and Human Health: A Major Challenge for Global Soil Security. I Field, D.J., Morgan, C.L.S & McBratney, A.B. (Eds), *Global Soil Security*. Springer, Schweiz, ss. 275-295
- Chuan, M.C., Shu, G.Y. & Liu, J.C. 1996. Solubility of heavy metals in a contaminated soil: Effects of redox potential and pH. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 90(3-4), ss. 543-556. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00282668>
- Doran, J.W. & Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, vol. 15(1), ss. 3-11. DOI: 10.1016/S0929-1393(00)00067-6
- Droogers, P. & Bouma, J. 1997. Soil Survey Input in Exploratory Modeling of Sustainable Soil Management Practices. *Soil Science Society*, vol. 61(6), ss. 1704-1710. DOI: 10.2136/sssaj1997.03615995006100060023x
- Evenhamre, P., Bergqvist, C., Forssman, I., Johansson, K. & Ejdeling, G. (2010). Robertsholm, huvudstudie. Gävle/Örebro/Göteborg: SWECO Environment AB (Uppdragsnummer: 1520470)
- Fedoroff, N.V., Battisti, D.S., Beachy, R.N., Cooper, P.J.M., Fischhoff, D.A., Hodges, C.N., Knauf, V.C., Lobell, D., Mazur, B.J., Molden, D., Reynolds, M.P., Ronald, P.C., Rosegrant, M.W., Sanchez, P.A., Vonshak, A. & Zhu, J.K. (2010). Radically Rethinking Agriculture for the 21st Century. *Science*, vol. 327(5967), ss. 833-834.
- Field, D.J. 2017. Soil Security: Dimensions. I Field, D.J., Morgan, C.L.S & McBratney, A.B. (Eds), *Global Soil Security*. Springer, Schweiz, ss. 15-23
- Field, D.J. & Sanderson, T. 2017. Distinguishing Between Capability and Condition. I Field, D.J., Morgan, C.L.S & McBratney, A.B. (Eds), *Global Soil Security*. Springer, Schweiz, ss. 45-52
- Förenta Nationerna (u.å.). The Sustainable Development Agenda. Tillgänglig: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/> [2018-03-09]
- Golder Associates AB (2017). *F.d. Robertsholmsågen – Uppdaterad åtgärdsutredning och riskvärdering*. Golder Associates AB
- Hatfield, J.L., Sauer, T.J. & Prueger, J.H. 2001. Managing Soils to Achieve Greater Water Use Efficiency. *Agronomy Journal*, vol. 93(2), ss. 271-280. DOI: 10.2134/agronj2001.932271x
- Jones, C. & Elert, M. (2009). *Riskbedömning, Igelstatomten, Södertälje*. Stockholm: Kemakta Konsult AB (Kemakta AR 2008-15)

- Karlen, D.L., Andrews, S.S. & Doran, J.W. 2001. Soil quality: Current concepts and applications. *Advances in Agronomy*, vol. 74, ss. 1-40. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(01\)74029-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(01)74029-1)
- McBratney, A., Field, D. J. & Koch, A. 2014. The dimensions of soil security. *Geoderma*, vol. 213, ss. 203-213. DOI: 10.1016/j.geoderma.2013.08.013
- McBratney, A.B., Field, D.J., Morgan, C.L.S. & Jarrett, L.E. 2017. Soil Security: A Rationale. I Field, D.J., Morgan, C.L.S. & McBratney, A.B. (Eds), *Global Soil Security*. Springer, Schweiz, ss. 3-14
- Naturvårdsverket (2009a). *Riskbedömning av förorenade områden – En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport 5977)
- Naturvårdsverket (2009b). *Att välja efterbehandlingsåtgärd – En vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport 5978)
- Naturvårdsverket (2009c). *Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport 5976)
- Naturvårdsverket (2017). *Gifrfri miljö*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Gifrfri-miljo/> [2018-03-09]
- Naturvårdsverket (2018). *De flesta förorenade områdena är kända*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Forenadede-omraden/> [2018-03-07]
- Nortcliff, S. 2002. Standardisation of soil quality attributes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 88(2), ss. 161-168. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00253-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00253-5)
- Olsson, P.A. & Sjöholm, C. (2010). Lätt identifierbara försurningsindikatorer. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne län. Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/2010/Latt_identifierbara_forsurningsindikatorer_webbver.pdf [2018-04-12]
- Pyyny, M., Nääs, K.J. & Österås, A.H. (2016). *Huvudstudie Igelsta strand – Södertälje kommun*. Solna: WSP Sverige AB
- Robinson, D.A., Lebron, L. & Vereecken, H. 2009. On the Definition of the Natural Capital of Soils: A Framework for Description, Evaluation, and Monitoring. *Soil Science Society*, vol. 73(6), ss. 1904-1911. DOI: 10.2136/sssaj2008.0332
- Sjölund, G. (2013). *Huvudstudie – Helgum f.d. impregnering*. Umeå: WSP Samhällsbyggnad
- SoCo (2009). *Minskad halt av organiskt material*. Tillgänglig: <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/SVFactSheet-03.pdf> [2018-04-10]
- USDA (2015). *Soil Quality Indicators – Physical, Chemical, and Biological Indicators for Soil Quality Assessment and Management*. Tillgänglig: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387> [2018-03-09]
- Volchko, Y. (2013). SF Box - A tool for evaluating effects on ecological soil functions in remediation projects. *research.chalmers.se* [online]. Tillgänglig: <https://research.chalmers.se/publication/183250> [2018-03-22]
- Volchko, Y. (2014). *Assessing Soil Functions for Sustainable Remediation of Contaminated Sites*. Diss. Chalmers University of Technology. Tillgänglig: <https://research.chalmers.se/publication/197991> [2018-03-20]

- Volchko, Y., Norrman, J., Rosen, L. & Norberg, T. (2014). A minimum data set for evaluating the ecological soil functions in remediation projects. *Journal of Soils and Sediments*, vol. 14(11), ss. 1850–1860. DOI: 10.1007/s11368-014-0939-8
- Wei, Z.Q., Wu, S.H., Zhou, S.L., Li, J.T. & Zhao, Q.G. 2014. Soil Organic Carbon Transformation and Related Properties in Urban Soil Under Impervious Surfaces. *Pedosphere*, vol. 24(1), ss. 56-64. DOI: 10.1016/S1002-0160(13)60080-6
- World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University (United Nations Documents)

Icke-publicerat material

Magdalena Gleisner, intervju, Naturvårdsverket, 2018-05-16

APPENDIX 1: Intervjufrågor

A1.1 Information om personen som intervjuas

- Vad arbetar du med? Vad har du för titel?
- Hur länge har du arbetat med detta?

A1.2 Angående uppdateringen, generella frågor

- Enligt uppgifter håller nuvarande vägledning håller på att utvärderas och ska uppdateras, stämmer detta?
- I vilket stadie är utvärderingen och finns det en tidsplan för när uppdateringen av vägledningen ska göras/vara klar?
- Varför görs en utvärdering av vägledningen? Är det något som saknas eller behöver förändras i den nuvarande vägledningen?
- Vad är styrkorna i den nuvarande vägledningen? Vad kommer vara kvar efter uppdateringen?
- Vad omfattas i utvärderingen, vilka frågeställningar har tagits upp?
- Vad tycker Naturvårdsverket fungerade bra/mindre bra i den nuvarande vägledningen?
- Vilka personer/grupper/expertter har bidragit med utvärdering/uppdatering?
- Vad tycker de som bidragit med utvärderingen fungerade bra?
- Vad tycker ni behöver förbättras i den nya vägledningen?
- Vilka möjligheter finns nu att bidra, om något skulle kunna bidra?

A1.3 Angående uppdateringen, hållbar hantering och förvaltning av jord och mark

- Kommer utgångspunkterna bakom vägledningarna förändras? I vilket avseende?
- Kommer hänsyn att tas till de nya globala hållbarhetsmålen från 2016? Hur?
- Kopplas utvärderingen till dessa? Hur?
- Är konceptet Soil Security känt för er och finns det i så fall något sätt som det skulle kunna bidra med i utvärderingen/uppdateringen?
- Vid återställande av en föroreningskada kan fler aspekter än föroreningsinnehåll vara av vikt för en fungerande jord och mark – kommer vägledningen av beröra mer än föroreningsinnehåll?

A1.4 Implementering och uppföljning

- Följs genomförda åtgärder upp på något sätt? I så fall på vilket sätt?
- Om åtgärder följs upp, leder de till förbättring av markmiljön? Eller är det hur många saneringar som genomförts? Finns det kvalitativa resultat också? Hur ser de åtgärdade områdena ut nu/vad har lämnats kvar?
- Ibland är det den som förorenat området som är ansvarig och ibland är det staten. Leder detta till skillnader i åtgärdsarbetet, t.ex. olika krav i att jobba mot hållbarhet?