

# Utformning av miljöövervakningsprogram för biologisk mångfald och skadegörare i och vid åkermark

Astrid Taylor, Anders Glimskär, Maria Viketoft, Hanna Friberg, Björn Andersson,  
Mattias Jonsson, Riccardo Bommarco, Lars Andersson, Anna Hedström Ringvall

## Innehåll

Sammanfattning .....	2
Syfte och avgränsning.....	3
Bakgrund och behov .....	4
Alternativ för design och dimensionering .....	6
Erfarenheter från befintliga program .....	6
Design baserad på Mark- och grödoinventeringen .....	7
Metodik och urval av organismgrupper.....	11
Växtpatogener och andra mikroorganismer .....	13
Markfauna .....	18
Insekter och spindeldjur .....	24
Ogräs.....	27
Brukningsåtgärder och andra omvärldsfaktorer.....	32
Förvaltning av datainsamling och datahantering .....	34
Kostnader för datainsamling och förvaltning.....	36
Löpande datainsamling .....	37
Investeringar inför första året .....	40
Ledning, datahantering och förvaltning.....	40
Tillgängliggörande av resultat .....	43
Fortsatt planering och utredning .....	48
Detaljer i metodik och design.....	48
Tidsplan för fortsatt utveckling och etablering.....	50
Referenser.....	53
Bilagor .....	57

## Sammanfattning

Denna rapport är ett förslag till ett framtida multifunktionellt miljöövervakningsprogram för biologisk mångfald och skadegörare i och vid åkermark. De organismgrupper som föreslås att ingå är: växtpatogener och andra mikroorganismer, markfauna, insekter och spindeldjur (som skadegörare, naturliga fiender och pollinatörer) samt ogräs. Det föreslagna programmet är framtaget för att kunna följa förändringar i mängd, mångfald och utbredning av dessa organismgrupper på nationell nivå samt att urskilja trender i större sammanslagna regioner och landskapstyper.

Den föreslagna designen och dimensioneringen för övervakningsprogrammet är baserad på Mark- och grödoinventeringens rikstäckande, representativa stickprov i åkermark. Vi har i denna rapport tagit som utgångspunkt att 1000 fält med ett femårigt omdrev, d.v.s. hälften av Mark- och grödoinventeringens fält, är en rimlig kompromiss för de flesta organismgrupper, som en avvägning mellan kostnad och statistisk styrka. Det framtagna förslaget omfattar en basnivå samt en utökad nivå. Förslaget innefattar också möjliga tilläggsnivåer för att kunna belysa upptäckter av nya skadegörare och invasiva arter.

Rapporten beskriver vilka brukningsåtgärder, grödor och andra miljöfaktorer som behövs för utvärdering av resultaten, och en stor del av den informationen tas fram i kontakt med brukaren. Även det omgivande landskapets och åkerkanternas sammansättning kan vara viktigt för insekter, spindeldjur och ogräs. Samordningen med växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet är mycket angelägen, och för detta arbete behövs mer diskussion och fördjupning. Möjligheten att fånga upp och följa upp signaler om invasiva arter inom ramen för ett miljöövervakningsprogram bör också utredas vidare.

Vi presenterar en uppskattning av den årliga kostnaden för de olika alternativen, och till det kommer investeringskostnader inför första året, exempelvis utrustning och applikationer (formulär) för datainmatning. Osäkerheterna i kostnadsuppskattningen rör sig framför allt om administration och dataförvaltning, som behöver utredas vidare, men som delvis också beror på vilken ambitionsnivå man väljer för att standardmässigt kunna göra avancerade databearbetningar och resultatleveranser. Exempel på format för resultatredovisning ges i rapporten.

Inför igångsättandet behövs ytterligare arbete med att utforma detaljmetodik och ta fram verktyg och administrativa rutiner. Med det i åtanke, kan en realistisk ambition vara att ett löpande program kan gå i drift från år 2017.

## Syfte och avgränsning

Denna rapport beskriver ett förslag till rikstäckande miljöövervakning av åkermark, med fokus på biologisk mångfald och skadegörare. Syftet med uppdraget till SLU från Jordbruksverket är att utforma förslag till ett framtida multifunktionellt miljöövervakningsprogram för biologisk mångfald och skadegörare i och vid åkermark. Programmet ska kunna följa förändringar i mängd och utbredning på nationell nivå samt urskilja trender i större sammanslagna regioner och landskapstyper (t.ex. slättbygd och skogsbygd). De organismgrupper som nämns av Jordbruksverket är markfauna, ogräs och växtskadegörare, men det ingår i uppdraget att föreslå mer i detalj vilka organismgrupper som bör följas.

Övervakningsprogrammet ska enligt uppdraget kunna förtätas och eventuellt kompletteras med ytterligare provtagning och analyser för att följa t.ex. lokala förändringar vid upptäckt av nya växtskadegörare eller ogräs. Följande frågeställningar bör kunna belysas i basprogrammet eller tilläggsmoment:

- Skillnader mellan regioner och landskapstyper
- Förändringar som beror på brukningsmetoder (gröda, jordbearbetning, bekämpning)
- Åtgärder för att bevara och stärka biologisk mångfald
- Effekter av nya grödor och sorter
- Effekter av växtskyddsmedel
- Förändrad utbredning och förekomst av ogräs och växtskadegörare
- Effekter av miljöinriktade styrmedel och regler

Genom att ha ett multifunktionellt program där både skadegörare, naturliga fiender och andra artgrupper ingår, får man underlag för att på ett mer heltäckande och nyanserat sätt utvärdera processer och samband mellan artgrupper. Miljöövervakningsprogrammet har dock inte som huvudsyfte att i detalj undersöka ekologiska processer, utan att ge underlag för att skatta generella tillstånd, förändringar och samband. Utöver det kan det också fungera som referensmaterial för detaljerade studier eller mer riktade uppföljningssystem.

Uppdraget till SLU är att ta fram förslag på innehåll, design och metodik för ett sådant miljöövervakningsprogram, med kostnadsuppskattning och förslag till presentation och tillgängliggörande av resultat. Samordning med annan miljöövervakning och annan anknytande verksamhet ska belysas, bland annat växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet samt SLU:s nuvarande miljöanalysverksamhet.

I uppdraget ingår också att ta fram förslag för en förtätning, som på ett bättre sätt kan följa detaljerade förändringar av nya växtskadegörare, ogräs eller eventuella negativa effekter av GMO-grödor. Detta förutsätter

samordning med annan verksamhet som kan ge signaler på var sådana detaljerade mätningar kan behöva göras.

## Bakgrund och behov

Till bakgrunden hör ett generellt behov att belysa tillståndet för ekosystemtjänster och hållbar utveckling i förhållande till människans användning av naturen och olika miljöförändringar. Här utgör lantbruket och åkermarken förstas ett av de viktigaste sakområdena, men det har hittills inte funnits ett heltäckande miljöövervakningsprogram som innefattar biologisk mångfald i åkermark (Jordbruksverket 2012b).

I en sammanställning från Naturvårdsverket (2012) tar man för odlingslandskapet upp följande ekosystemtjänster, med stor ekonomisk betydelse och med starka samband till människans åtgärder, och förslagen i denna rapport relaterar direkt till flera av dem:

- Livsmedel från odlade landväxter
- Livsmedel från tama landdjur
- Pollinering
- Biologisk kontroll av skadegörare
- Landskapskaraktär – kulturarv
- Estetiska värden

Under den första punkten, om livsmedel från växter, tas även upp förutsättningar för och effekter av växtodling, såsom biokemiska kretslopp, jordmänsbildning, erosionskydd, vatten för bevattning samt klimatreglering (Naturvårdsverket 2012). Biologiska faktorer som påverkar grödan positivt eller negativt är av direkt betydelse för uthållighet och stabilitet i växtproduktionen.

Jordbruksmark är en begränsad naturresurs som är av vital betydelse för framtiden, inte bara med avseende på produktion av råvaror för livsmedel men också för energi, särskild mot bakgrunden av den pågående omställningen från fossil energi till bioenergi. För att man ska kunna behålla markens avkastningsförmåga och skydda den komplicerade näringsväven, som består av en otrolig mängd av olika organismer, är det viktigt att ha bättre insyn i markens betydelse som ekosystem. En förlorad mångfald i marken kan aldrig återställas, åtminstone inte i sin helhet, och det är oklart hur det påverkar markens förmåga att leverera ekosystemtjänster.

Ytterligare ekosystemtjänster knutna till markens biodiversitet skulle kunna vara (European Commission 2010):

- Markens struktur och bördighet, mängd organiskt material
- Reglering av kolflöden och klimatkontroll via kolinlagring
- Reglering av vattnets kretslopp
- Kontroll av skadegörare

Naturvårdsverket (2012) betonar också betydelsen av ekologiska samspel. Såväl skadegörare och pollinatörer som markorganismernas påverkan på markens bördighet och struktur påverkar produktionen av livsmedel och andra grödor från åkermarken. Brukningsåtgärder och andra omvärldsfaktorer är avgörande för dessa samband, liksom för annan miljöpåverkan som växtnäringsläckage, kolinlagring samt spridning av bekämpningsmedel till omgivningen.

Ett viktigt underlag för arbetet i denna utredning är den rapport om växtskydd vid ett förändrat klimat, som togs fram på initiativ av Jordbruksverket (2012a). Med totalt 10 bilagor beskriver den hur ogräs, växtsjukdomar och växtskadegörare i jordbruket kan förväntas utvecklas i framtiden vid ett förändrat klimat, hur förändringarna kan följas och vilka åtgärder som kan behöva vidtas. Slutsatserna är att följande typer av åtgärder behöver vidtas: omvärldsbevakning för att kunna värdera kommande risker, system för att upptäcka växtskyddsproblem och bevaka utvecklingen samt genomföra åtgärder som förebygger och hanterar problemen (Jordbruksverket 2012a). Det finns alltså starka skäl att ha ett program som kombinerar växtskydd, ekosystemtjänster och biologisk mångfald, eftersom de samspelar starkt på ekologisk nivå, och kunskapen om de komplexa samband som bidrar till biologisk kontroll av skadegörare är av avgörande betydelse (Naturvårdsverket 2012).

Växtskyddsrapporten (Jordbruksverket 2012a; Thierfelder 2012) beskriver också betydelsen av den prognos- och varningsverksamhet som bedrivs av Jordbruksverkets växtskyddscentraler, och som är av central betydelse som samarbetspartner för ett framtida åkermarksövervakningsprogram. Samordningen med prognos- och varningsverksamheten är alltså av fundamental betydelse för det förslag som beskrivs i denna rapport, vilket också framgår i uppdraget från Jordbruksverket. Jordbruksverket (2012a) lyfter i växtskyddsrapporten fram behovet av att bättre än idag upptäcka nya och expanderande skadegörare och att utöka verksamheten så att den får bättre täckning över landet. Där finns också ett utförligt förslag om ny uppföljning av ogräs, som ett komplement till befintlig prognos- och varningsverksamhet (Andersson m.fl. 2012a-c). Flera av dessa frågeställningar ingår som en viktig del i detta uppdrag.

Jordbruksverket (2012b) presenterar en utvärdering av befintliga system för miljöövervakning och uppföljning för natur- och kulturvärden och i vilken

mån de svarar upp mot jordbrukssektorns krav vad gäller rapportering och utvärdering för miljö kvalitetsmålen (Ett rikt odlingslandskap; Ett rikt växt- och djurliv), Art- och habitatdirektivet samt Landsbygdsprogrammet. Slutsatsen från utvärderingen är att de befintliga programmen för övervakning i stort sett är bra och svarar mot många behov (med viss ytterligare komplettering och samordning), men den största bristen gäller åkermarkens biologiska mångfald, som berör en mycket stor andel av jordbruksmarken och där det idag nästan inte finns någon motsvarande uppföljning alls. Ett liknande behov för komplettering finns för odlingslandskapets kulturvärden, men för kulturmiljö finns redan idag utarbetade förslag till rikstäckande övervakning (Adolfsson m.fl. 2011), som dock inte har fått finansiering.

Många av de program som Jordbruksverkets (2012b) utvärdering tar upp ingår i SLU:s verksamhet för fortlöpande miljöanalys (Foma), och SLU har också tagit aktiv del i den utvärderingen. Bland annat har Stadskontoret (2012) i en utredning tagit upp SLU:s roll som en av de största aktörerna inom miljöövervakning, dess medverkan inom uppföljning av Landsbygdsprogrammet (jfr. Rabinowicz & Kaspersson 2010) samt betonat SLU:s möjligheter till att ännu mer stärka den nära samverkan mellan miljöanalys och forskning. Vad gäller jordbrukslandskapet finns exempelvis löpande miljöövervakningsprogram för åkermarkens och grödans egenskaper (Eriksson m.fl. 2010a), liksom för fjärlar och andra organismer i ängs- och betesmarker (Eriksson m.fl. 2010b). SLU har för datavårdskapet Jordbruksmark ett väl utbyggt system för dataförvaltning, vilken omfattas av SLU:s kvalitetsguide för hantering av miljöanalysdata (Andersson m.fl. 2013). Växtskydd, ekosystemtjänster och biologisk mångfald är områden där SLU har en omfattande och väl utvecklad forskningsverksamhet, som det är mycket angeläget att knyta an till i ett nytt miljöövervakningsprogram för åkermark.

## Alternativ för design och dimensionering

Jordbruksverket betonar i sin beställning behovet av ett rikstäckande övervakningssystem som lämpar sig för jämförelser mellan regioner och för att följa förändringar på nationell eller regional nivå över tiden. För att sådana jämförelser ska bli rättvisande behövs en design som försäkrar att stickprovet är representativt utlagt och att det är fördelat så att alla nödvändiga delmängder (t.ex. regioner) blir tillräckligt väl representerade i stickprovet.

## Erfarenheter från befintliga program

Ranneby m.fl. (1987) beskriver hur Riksskogstaxeringens nuvarande design togs fram, med målet att effektivisera datainsamlingen ur statistisk

synvinkel. Man kan minska reskostnaderna genom att lägga ett antal mätpunkter i närheten av varandra, men om man grupperar alltför många inom ett begränsat område, sänker man den statistiska styrkan avsevärt genom det rumsliga beroendet. De drar slutsatsen att en stor andel permanent placerade ytor är nödvändigt för att man ska ha god möjlighet att påvisa förändringar över tiden, men att det ofta inte är effektivt att besöka ytorna med alltför korta mellanrum, beroende på hur snabbt förändringarna går och hur stor korrelationen är i tiden (Ranneby m.fl. 1987).

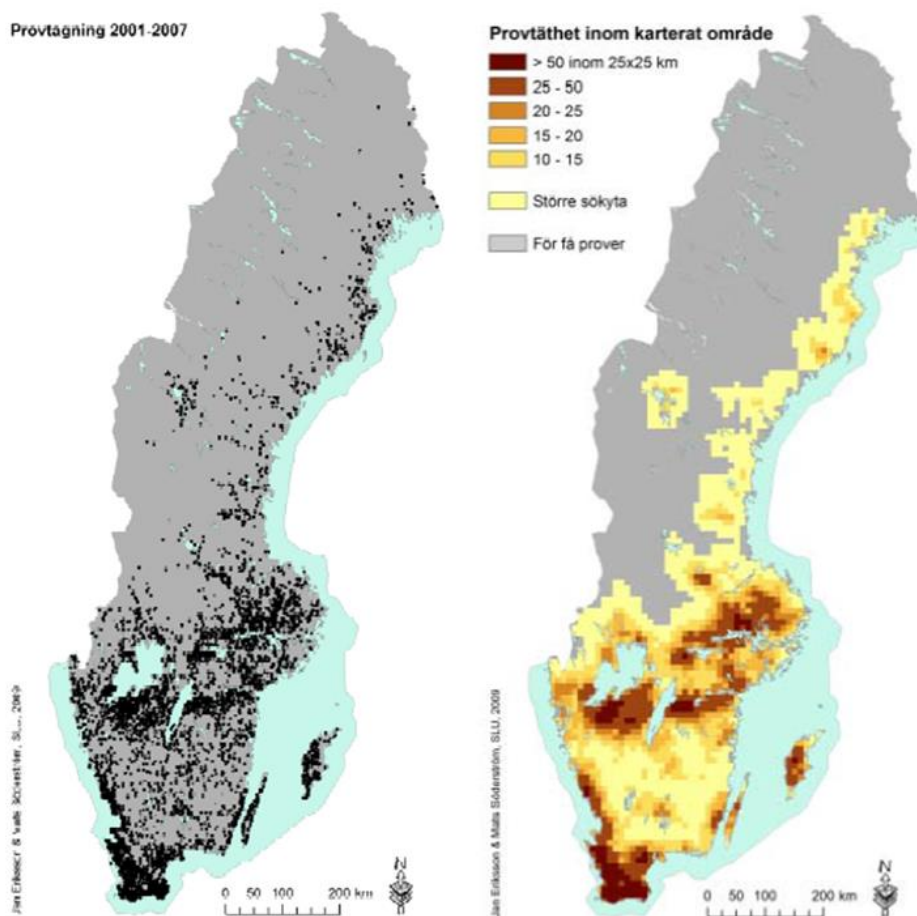
Ringvall m.fl. (2004) beskriver i en liknande utredning förberedelsearbetet inför designen av det nationella landskapsövervakningsprogrammet NILS, med exempel på skattningar för typvariabler som grund för dimensioneringen. Där beskrivs olika alternativ för stratifiering, alltså att styra tätheten i olika delar (strata) av stickprovet för att få bästa möjliga underlag för olika typer av analyser. En annan möjlighet som nämns för att optimera designen är att använda så kallad tvåfassskattning, där flera datamängder av olika skala, omfattning och detaljeringsgrad kan kombineras för att totalt sett få ett mer kostnadseffektivt upplägg. Ringvall m.fl. (2004) betonar också att mer sällsynta företeelser alltid är mycket svåra att fånga med en generell design, så där behöver man hitta särskilda metoder för att rikta datainsamlingen hårdare mot det man är särskilt intresserad av.

## **Design baserad på Mark- och grödoinventeringen**

### **Mark- och grödoinventeringens urval av fält**

En design för rikstäckande, representativt stickprov som är särskilt väl lämpat för denna utredning om framtida åkermarksövervakning är det som används av det nationella programmet "Yttäckande rikskartering av mark och gröda" (Mark- och grödoinventeringen; Eriksson m.fl. 2010a; Figur 1). Det utgörs i sin senaste version (andra omdrevet, 2001-2007) av ett stickprov om 2034 provpunkter spridda över hela Sveriges åkerareal, där varje provpunkt motsvarar ett åkermarksfält. Prover på grödan tas bara i höstvetete, vårkorn, havre och slättervall, men i övrigt görs samma provtagning i alla punkter. Det ursprungliga urvalet för det aktuella (andra omdrevet) omfattar 20 000 platser som ingår i ett systematiskt rutnät med slumpmässigt utlagd startpunkt. Från dessa valdes i sin tur drygt 2000 spridda över hela landet, vilket har fördelen att man i framtiden ska kunna välja reservplatser från det större urvalet när några av de ursprungliga provpunkterna faller bort. Provtagningen har inte gjorts exakt i rutnätets skärningspunkter, utan i slumpvis utvalda punkter inom en radie av 500 m, av sekretessskäl. Dock är förstås den exakta positionen känd av provtagaren. Urvalet är alltså statistiskt representativt för hela Sveriges åkermarksareal, förutom att fält där brukaren inte har velat delta har fallit

bort. Urvalet för omdrev 1 (3108 provplatser) var också representativt, men sammanfaller inte med punkterna för andra omdrevet, och att slå ihop de två datamängderna skulle inte ge ett helt optimalt urval (Eriksson m.fl. 2010a). Som alternativ för ny åkermarksövervakning för biologisk mångfald är det därför de 2034 punkterna för andra omdrevet som är aktuella, där det alltså också finns noggrant inmätta koordinater. Ytterligare en fördel är att uppgifterna om markegenskaper som Mark- och grödoinventeringen samlar in kan komma det nya miljöövervakningsprogrammet till del som bakgrundsvariabel, eftersom provtagningen görs i samma fält.



Figur 1. Provpunkternas fördelning för markprovtagning i åkermark i Mark- och grödoinventeringen (vänstra bilden) och provtätheten inom varje område (högra bilden) (hämtade från Eriksson m.fl. 2010). Liknande utbredningskartor kan också göras för halter av de olika analyserade ämnena.



### **Dimensionering och statistisk styrka**

Som underlag för att dimensionera stickprovet är statistiska styrkeberäkningar ett mycket användbart angreppssätt (se t.ex. [http://www.miljostatistik.se/styrka\\_principerna.html](http://www.miljostatistik.se/styrka_principerna.html)). Den statistiska styrkan är i detta sammanhang sannolikheten att "upptäcka" en faktisk förändring av viss storlek. Med att upptäcka en förändring menas då att man kan säga att den från stickprovet skattade förändringen är signifikant vid den valda signifikansnivån. För att kunna beräkna styrkan krävs dock att man har kännedom om variationen i tid och rum för den population som skall studeras, vilket man (oftast) inte har på förhand. För att få en uppfattning om ett programs möjlighet att påvisa faktiska förändringar kan dock styrkeberäkningar göras utifrån data från liknande undersökningar. För ogräs gjordes en ordentlig genomgång av de statistiska förutsättningarna i bilagan till växtskyddsrapporten (Andersson m.fl. 2012a), och de resultaten är i hög grad tillämpbara även här, även om grunden för utlägget är något annorlunda än i det tidigare förslaget, genom samordningen med Mark- och grödoinventeringen istället för med växtskyddscentralernas prognosytor. Slutsatsen från utredningen om ogräs är att ungefär 100 fält eller mer behövs för att statistiskt kunna påvisa en förändring i förekomstfrekvens från 10 % till 20 % av de inventerade provytorna (med ett antal provytor per fält), vilket alltså är en relativt vanligt förekommande ogräsart. Ytterligare en generell slutsats av Anderssons m.fl. (2012) studie är att det är viktigare med fler fält spritt över regionen än med en stor datamängd (t.ex. fler provytor) i varje fält.

Vi har i denna rapport tagit som utgångspunkt att 1000 fält, d.v.s. hälften av Mark- och grödoinventeringens fält, är en rimlig kompromiss för de flesta organismgrupper, som en avvägning mellan kostnad och statistisk styrka. Som stöd för det har genomförts en styrkeanalys för markfauna (Tabell 1), som visar att man då får god statistisk styrka för de vanligaste arterna. Vid styrkeberäkningar används ofta 0,8 som standardvärde för en "bra styrka" (se Glimskär m.fl. 2005). En stor del av arterna är betydligt mer sparsamt förekommande, vilket innebär att den statistiska styrkan blir för låg för att de ska kunna analyseras på artnivå. Istället måste man ta fram ett sätt för att hantera de sparsamt förekommande arterna som grupper.

Tabell 1. Påvisbar förändring (förändringens storlek i procent) i daggmaskarnas abundans och biomassa samt abundans av enskilda daggmaskarter som man kan upptäcka vid 5 % signifikansnivå och krav på styrka på 0,8 (80 %) för en stickprovsstorlek av 1000 fält.

	Medel	Varians	Påvisbar förändring
Abundans (juvenila + adulta) [individer/m <sup>2</sup> ]	163,8	7784,6	3,4 %
Biomassa (juvenila + adulta) [torr vikt [g] /m <sup>2</sup> ]	8,8	37,4	4,4 %
Daggmaskarter (adulta djur) [individer/m <sup>2</sup> ]:			
1) Åkerdaggmask ( <i>Aporrectodea caliginosa</i> )	20,9	489,9	6,6 %
2) Grön daggmask ( <i>Allolobophora chlorotica</i> )	6,35	140,1	11,7 %
3) Rosa daggmask ( <i>Aporrectodea rosea</i> )	5,71	117,1	11,9 %
4) Stor daggmask ( <i>Lumbricus terrestris</i> )	0,87	4,9	15,9 %
5) Lång daggmask ( <i>Aporrectodea longa</i> )	0,63	14,1	37,1 %
6) Lövmask ( <i>Lumbricus rubellus</i> )	0,32	0,8	17,7 %

En jämförelse kan göras med de mer omfattande styrkeanalyserna för arter i ängs- och betesmarker (Glimskär m.fl. 2005), som liksom många andra insekter kan förväntas ha stor variation i tid och rum. Den utvärderingen ledde till slutsatsen att inventering i 700 ängs- och betesmarksobjekt i hela landet är en bra kompromiss (se även Eriksson m.fl. 2010b), medan ett stickprov om 250 objekt skulle ha givit alltför svaga resultat. Dessa saker tillsammans talar alltså för att ett stickprov i storleksordningen 1000 fält har förutsättningar att ge goda resultat. För ogräs är kostnaderna för datainsamling per fält lägre än för övriga grupper, så där kan ett stickprov med samtliga 2000 fält från Mark- och grödoinventeringen vara välmotiverat, så att man får ytterligare högre tillförlitlighet och möjlighet till mer detaljerade analyser.

### Omdrev och stratumindelning

Sannolikheten att påvisa en förändring mellan två tillfällen beror dels på den faktiska förändringens storlek och dels på variationen i förändring på de enskilda provpunkterna, vid mätningar på samma provpunkter. Vid jämförelse mellan två tidpunkter är det viktigt att ha i åtanke att det statistiska testet avser en skillnad i tillstånd vid de två tillfällena. Det är därför viktigt att veta vilka av skillnaderna som beror på slumpmässiga faktorer eller naturlig årsvariation, och vilka som beror på riktade förändringar över en längre tid. Förslaget i denna rapport är att använda femåriga inventeringsvarv, där en femtedel av stickprovet (slumpvis, representativt utvalt) provtas varje år. Det innebär att man totalt sett får ett fem gånger så stort stickprov som om man skulle provta samma ytor år

efter år, vilket i sin tur ökar möjligheten att statistiskt påvisa förändringar över flera år. Genom att man gör beräkningar baserat på fem år, så jämnar man ut de slumpmässiga skillnaderna mellan enskilda år, till förmån för de mer långsiktiga trenderna. En vanlig praxis, som används av t.ex. Riksskogstaxeringen (jfr. Nilsson m.fl. 2013), är att presentera resultaten i form av "glidande medelvärden", där varje värde för en godtyckligt vald tidpunkt representerar en sammanhängande femårsperiod.

I Mark- och grödoinventeringens stickprov (Eriksson m.fl. 2010a) är det totala antalet fält i Norrland lågt. För att man överhuvudtaget ska kunna uttala sig om Norrland som egen region, så behöver man försäkra sig om att stickprovet just där inte blir för litet, eftersom den statistiska styrkan beror av antalet provpunkter. På samma sätt som Ringvall m.fl. (2004) beskriver, bör man fundera på en indelning i geografiska strata. Exempelvis kan man inkludera samtliga av Mark- och grödoinventeringens fält i Norrland, medan en mindre andel tas med från de mest åkermarksrika regionerna. Vid analys viktas sedan observationerna från olika strata utifrån urvalssannolikheten. Ett lämpligt kriterium för indelning i geografiska strata är jordbrukets produktionsområden, som sedan länge används som grund för redovisning av jordbruksstatistik, och som även används som grund för stratumindelningen i NILS-programmet (jfr. Ringvall m.fl. 2004). Det är viktigt att betona att stratumindelningen som sådan inte begränsar möjligheten att göra andra indelningar i analyser och resultatpresentation.

## Metodik och urval av organismgrupper

Baserat på Jordbruksverkets uppdrag och överväganden om vilka organismer som är viktigast som växtskadegörare och för ekosystemtjänster i och på åkermarken, har vi valt ut fyra organismgrupper att gå vidare med i vårt förslag: växtpatogener och andra mikroorganismer, markfauna, insekter och spindeldjur samt ogräs. Sammantaget ger dessa organismgrupper en bra totalbild över tillståndet vad gäller såväl växtskydd och biologisk mångfald i och på marken. Genom att hela bredden av organismer ingår ökar också förutsättningarna för att belysa ekologiska samband som påverkar dessa faktorer samt effekterna av miljöfaktorer och brukningsåtgärder. Att en sådan bred och storskalig inventering genomförs i alla regioner i hela landet innebär också att vi får ett omfattande underlag för framtida forskning kring dessa samband, till exempel när det gäller att få en bättre förståelse av mekanistiska samband mellan mångfald och ekosystemtjänster. Det ger möjlighet att studera om olika artgrupper påverkas på olika sätt av miljöfaktorer och odlingsåtgärder, och det kan ge en indikation om eventuella samspelseffekter.

Merparten av åkermarkens organismer orsakar inte sjukdomar eller skador på grödorna, utan är av stor betydelse för ekosystemets funktion. De mest artrika samhällena finns i jorden och är viktiga för generella funktioner

såsom nedbrytning och mineralisering, men många arter är också viktiga i sin funktion som antagonister till växtpatogener eller genom att bilda mutualistiska symbioser med växter (exempelvis mykorrhizasvampar). Mikroorganismer finns överallt och koloniserar även ovanjordiska växtdelar, om än i betydligt lägre artantal (tusentals arter i jorden, några hundra på ovanjordiska växtdelar). Även dessa organismer har förmodligen en viktig roll i ekosystemet, men är ännu sämre undersökta än jordlevande mikroorganismer (Ralstogi m.fl. 2013).

Väldigt många insektsarter som lever på åkermark övervakas inte. Flera av dessa är nyttodjur som bidrar till att höja skördarna genom att exempelvis pollinera blommande grödor eller äta och parasitera på skadegörare och ogräs. Dessutom härbärgerar jordbrukslandskapet en mycket stor andel av våra arter, trots att det utgör mindre än en tiondel av Sveriges landyta. En tredjedel av alla rödlistade arter är kopplade till jordbrukslandskapet.

De organismer inom de fyra utvalda organismgrupperna som inkluderades i basnivån valdes för att representera de viktigaste organismerna i åkermark, antingen för deras artrikedom, för deras funktion som skadegörare (eller kontroll av skadegörare) eller som indikatorer på markens tillstånd. Basnivån representerar därför den minsta ambitionsnivå som behövs för att man ska få en meningsfull överblick. Det bildar därmed grunden för mer riktade moment (tilläggsnivå) för att antingen öka sannolikheten att upptäcka skadegörare och invasiva arter i särskilda grödor, eller att belysa effekten av brukningsåtgärder, t.ex. i samband med ekologiskt lantbruk.

De tillkommande momenten på den utökade nivån riktas mot att bättre förstå antingen a) förändringar i diversitet, för enskilda artgrupper eller hela artsamhällen, eller b) mängd och utbredning av skadegörare eller andra särskilt viktiga arter. Vilket av dessa alternativ som har valts skiljer sig mellan organismgrupper. För mikroorganismer ökar den utökade nivån möjligheten att upptäcka invasiva arter. För markfaunan fokuserar utökningen på särskilda marklevande skadegörare som kan orsaka betydande minskning av grödans avkastning. För insekter/spindeldjur och ogräs får man en betydligt bättre bild av tillståndet genom att datainsamlingen görs även i ytor i grödan som inte har behandlats med insekticider eller herbicider. Detta möjliggör att man kan uppskatta både den naturliga förekomsten av organismerna och den naturliga kontrollen av skadegörare i fälten. Dessutom får man underlag för att utvärdera både behovet av och effektiviteten hos bekämpningen, vilket i förlängningen kan leda till ännu mer hänsynsfull och behovsanpassad användning av bekämpningsmedel.

## Växtpatogener och andra mikroorganismer

### Kunskapsläge och befintlig verksamhet

Det aktuella kunskapsläget kring mikroorganismer i svensk åkermiljö skiljer sig mycket åt mellan de organismer som orsakar växtsjukdomar – växtpatogener – och övriga grupper. Via växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet finns ett gediget material kring flera av våra viktigaste växtsjukdomars förekomst och utveckling under odlingssäsongen. Med hjälp av detta material kan man också studera mer långsiktiga förändringar i förekomst över tid (Thierfelder 2012). Det är dock viktigt att komma ihåg att dessa data är baserade på kvantitativa och kvalitativa uppskattningar av växtsjukdomar. I många fall kan snarlika symptom orsakas av flera olika växtpatogener. Bladfläckar på stråsäd är ett exempel där flera olika organismer orsakar likartade symptom, och ibland växer de tillsammans så att de är omöjliga att skilja åt. Även för flera rotsjukdomar kan det vara mycket svårt att avgöra vilken eller vilka patogener som orsakar skadan. För en bättre förståelse av orsaker till variationer i sjukdomar över tid och rum skulle kompletterande information på artnivå vara av stor vikt. Det är också viktigt att komma ihåg att förklaringarna till en förändrad sjukdomsbild även kan ligga på ras- eller genotypnivå.

### Urval av arter, ekologisk funktion och indikatorvärde

För organismgruppen mikroorganismer föreslår vi i första hand undersökningar av marklevande svampar och svampar på olika delar av den växande grödan (Basnivå). Utöver detta skulle information om luftspridda svampar, undersökta med hjälp sporfällor, ge värdefull information. För att täcka in ytterligare organismgrupper och viktiga ekosystemfunktioner föreslår vi även undersökningar av marklevande bakterier, oomyceter och mykorrhizabildande svampar (Utökad nivå).

### **Basnivå**

#### Mikroorganismer i marken

Svampar är viktiga för omsättning av organiskt material och markens bördighet, och gruppen inkluderar många viktiga växtpatogener och deras antagonister. Etablerade analysystem baserade på sekvensering av DNA möjliggör en god detaljnivå på artnivå eller i vissa fall en nivå i grupper om närliggande arter, vilket är av stor betydelse för diversitetsstudier. Genom att fokusera på svampar får vi därmed information kring såväl artrikedom och sammansättning, viktiga ekosystemfunktioner och organismer som kan orsaka problem i växtproduktionen.

Med dagens kunskapsläge är det inte möjligt att utifrån artinformation för en viss jord uttala sig om hur väl jorden fungerar. Många forskningsprojekt fokuserar på att hitta arter som kan fungera som indikatorarter för en "välmående" jord, men det råder ännu ingen konsensus kring lämpliga arter för detta. Ekologisk teori och studier av samhällens återhämtningsförmåga efter störning pekar dock på att samhällen med hög diversitet generellt sett har lättare för att återhämta sig efter en störning och att stå emot etablering av introducerade arter (Stouffer & Bascombe 2010).

### Mikroorganismer på grödan

Medan svampsamhällen i jord vanligtvis domineras av nedbrytnings-svampar, antas växtpatogener utgöra en större del av samhället på olika typer av växtmaterial, i synnerhet hos en sjuk växt. Till skillnad från analyser av organismer i jord, finns här alltså en mer direkt koppling mellan hela svampsamhällets sammansättning och deras "funktion" i form av skada från patogener.

En generell kartläggning ger därmed möjligheten att förutsättningslöst undersöka förekomsten av patogener. Ett alternativ till en generell kartläggning av svampsamhället är att använda sig av studier riktade mot specifika patogener baserat på Realtids-PCR (QPCR). Det senare kräver dock en betydligt större arbetsinsats och kommer bara att ge information om förekomst av de organismer man har valt att fokusera på.

### **Utökad nivå**

#### Luftburna mikroorganismer

Med hjälp av sporfällor och molekylära detektionsmetoder kan förekomsten av luftburna mikroorganismer, som t.ex. vindspridda växtpatogena svampar, undersökas. En viktig skillnad mellan mark-/växtproverna och sporfällorna är att data från sporfällorna inte kommer att vara fältspecifika, eller ens åkermarksspecifika. Sporfällorna kan dock vara ett komplement till den mera riktade övervakningen, och ger möjlighet att se på mer generella förändringar över tid.

Proverna insamlade med sporfällor kan analyseras antingen genom att man specifikt letar efter vissa arter, t.ex. patogener eller arter med någon typ av indikatorvärde. Tänkbart är också att sporfällorna skulle kunna användas för att upptäcka invasiva arter, speciellt då i kombination med undersökningar i grödan.

#### Andra artgrupper

Även andra artgrupper är av betydelse, antingen för sina ekosystemtjänster eller för att de orsakar sjukdomar. Därför är det även relevant att undersöka förekomst och sammansättning av andra grupper, särskilt bakterier, mykorrhiza och oomyceter (algsvampar). Dessa grupper innehåller flera

viktiga växtpatogener, men bidrar även till väsentliga ekosystemtjänster som t.ex. mineralisering och kvävefixering.

### **Metodik och genomförbarhet**

Mark- och växtprovtagning (Basnivå) görs en gång per år, helst under perioden från två veckor innan skörd till skörd. Provtagning sker i samtliga grödor (inga bekämpningsfria ytor).

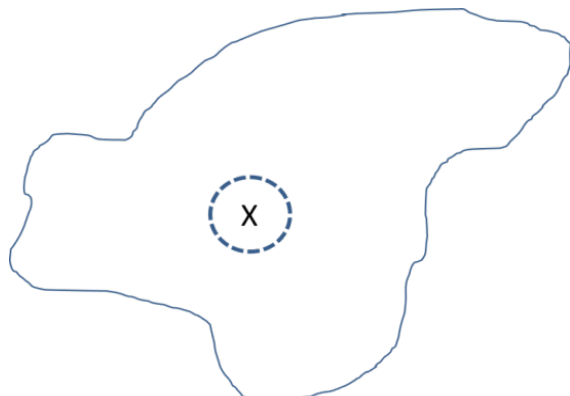
I provtagningen ingår också jordprovtagning, provtagning i växande gröda samt en enklare gradering av grödan vid provtagningstillfället. För att säkerställa att artsammansättningen bibehålls krävs kylagring av såväl jord- som växtprover samt en snabb provhantering fram till provbehandling och nedfrysning eller frystorkning.

Metoderna för att analysera mikrofloran utvecklas snabbt, speciellt när det gäller molekylärtekniska metoder. Det är därför viktigt att arkivera proverna för att möjliggöra nya och kompletterande studier i framtiden. I projektet planeras därför att arkivera frystorkade växt- och jordprover samt extraherat DNA. Ett exempel på värdet av arkiverade prover är att man kan se hur länge en invasiv art har funnits innan upptäckt, genom riktade studier i äldre prover. Naturligtvis kommer även alla sekvenseringsresultat att arkiveras.

#### ***Basnivå: Markprover och växtprover***

Jordproverna tas på en punkt i varje fält. Punkten är fastlagt med GPS-koordinater. Tio prover tas med ett jordborr (2,5 cm diameter) ner till cirka 30 cm runt punkten i en begränsad zon med cirka 2 meters radie (Figur 2). De tio proverna poolas för varje punkt. Proverna måste förvaras svalt, helst i kylskåpstemperatur, och frysas inom ett dygn efter provtagning (-20 °C).

Grödprover tas på samma punkter som jordproverna enligt grödspecifika beskrivningar (rotmaterial, växtmaterial, blivande skörd). I samband med provtagning görs även en gradering av förekomst av växtsjukdomar, som en delbeskrivning av det insamlade växtmaterialet.



Figur 2. Exempel på ett fält (yttre linjen) med en koordinat (X) och den radie inom vilken prover tas och poolas.

### **Utökad nivå: Sporfällor**

Sporfällorna kan samla in sporer passivt eller genom att aktivt suga luft genom ett filter. De passiva fällorna är naturligtvis billigare, men vi bedömer att aktiva fällor är bättre för det vi vill göra i detta övervakningsprogram (A. Berlin, muntl.). Sporfällorna kommer inte att placeras vid de punkter där prover tas på mark och gröda, utan kommer att sättas på lokaler som medger kontinuerlig tömning. Ett förslag är att samordna detta med projekt som redan pågår avseende övervakning av luftburna svamppatogener.

### **Tilläggsnivå**

En tilläggsnivå skulle kunna vara en förtätad undersökning i en viss gröda. I Appendix 2 beräknas kostnaden för en sådan undersökning i 50 fält, som följer metodiken för den utökade nivån.

### **Databearbetning och leverans**

Data från DNA-sekvensering måste bearbetas innan vidare utvärdering. Det finns bestämda riktlinjer för hur detta ska ske. Inom forskning sker bioinformatisk bearbetning vanligtvis av den enskilde forskaren. För större program med upprepade analyser enligt samma principer, kan denna bearbetning effektiviseras avsevärt genom ett automatiserat system. Detta kräver en viss initialkostnad, men är långsiktigt fördelaktigt (Mikael Brandström Durling, muntl.).

Grundläggande redovisning av data kan ske i form av:

- Diversitetindex i form av samhällets jämnhet (se motivering nedan).
- Dominerande arter eller andra viktiga arter (exempelvis patogener) i ett dataset (artlista), med möjlighet till förenklad sammanställning av arter med avseende på bedömd risk



- Korrelationer mellan exempelvis biomassa eller diversitetsindex och olika miljövariabler (som beror av odlingsystemet eller plats-specifika förhållanden såsom pH).
- Betydelse av odlingsmetoder för svampsamhällets struktur (Figur 3).

### ***Diversitetsindex***

Svampsamhällen i åkermark består ofta av tusentals arter, vilket gör diversitetsindex i form av antalet arter svårt att använda. Att studera artrikedom medför också tekniska svårigheter eftersom nya metoder utvecklas, och detta medför att antalet arter som är möjliga att detektera ökar över tid. För denna typ av studier rekommenderas därför ofta diversitetsindex i form av samhällets jämnhet, så kallad evenness (Pielou, 1966; Hill, 1973).

Vissa typer av data kan redovisas i form av medelvärden och variation för olika grödor eller brukningssystem, beroende på vilka jämförelser man är intresserad av. Se exempel från det franska programmet ECOMIC-RMQS (Ranjard m.fl. 2010) som illustration (Figur 5-8).

### ***Sammanställningar över de vanligast förekommande arterna***

I jord förväntar vi oss att nedbrytarsvampar (saprotrofer) kommer att dominera stort jämfört med patogener. I många fall är saprotrofa svampars ekologi och betydelse för ekosystemfunktioner bristfälligt känd, och en direkt koppling till ekosystemtjänster är därför svår att göra.

Sammansättningen av svamparter i och på olika växtdelar kommer att i högre grad domineras av patogener, i synnerhet då växterna visar kraftiga sjukdomssymptom. I detta fall är kopplingen till funktion och risk tydligare. Enklare sammanställningar av de vanligast förekommande arterna och deras förväntade nytta respektive risk kan därmed göras.

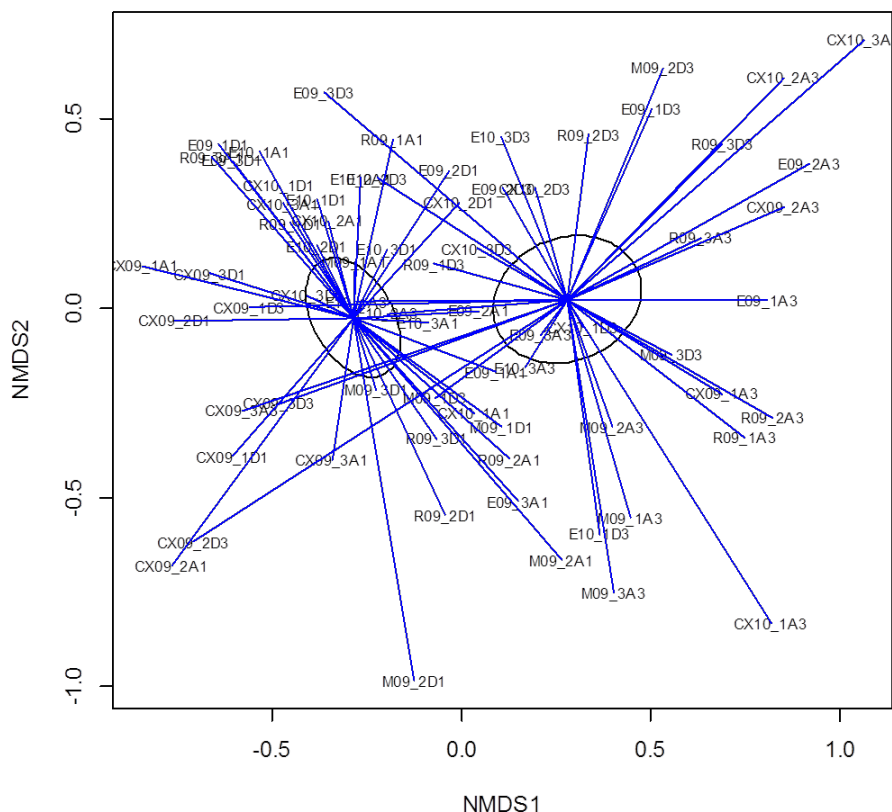
### ***Korrelationer***

Diversitetsindex och biomassa kan korreleras med olika typer av miljövariabler av intresse, exempelvis pH. Data om samhällsstruktur kan i viss mån korrigeras för att tydligare se en effekt av odlingsystem, vilket kan överskuggas av t.ex. skillnader i pH.

### ***Samhällets struktur***

För att sammanfatta de komplexa data som samhällsstudier ger kan man med fördel använda någon typ av multivariat analys för att utvärdera effekter av t.ex. odlingsystem. Eftersom en rad faktorer såsom klimat och jordart har kraftig påverkan på artsammansättningen, kommer variationen att vara stor. Exemplet nedan (Figur 3) visar en NMDS-analys (Non-metric multidimensional scaling) av svampsamhällen på stråbaser av vete i olika

behandlingar i sex fältförsök. Cirkelarna markerar 95 % konfidensintervall för behandlingar med olika jordbearbetning. Även om variationen är betydande kan generaliseringar kring odlingssystemets effekter urskiljas.



*Figur 3. Exempel på NMDS-analys av svampsamhällen på stråbaser från 6 olika försöksplatser och 2 olika år. Prover från försöksrutor med samma bearbetningssystem binds samman av de blå linjerna i ett barycentrum (motsvarande medelvärde). Variationen visas i form av cirklar som motsvarar 95 % konfidensintervall. Variationen är stor, men en skillnad i påverkan kan ändå urskiljas mellan prover från system med vändande jordbearbetning (till vänster i bild) jämfört med prover från system med icke-vändande jordbearbetning. För att figuren ska bli mer lättläslig visas inte de svamparter som ligger till grund för analysen i figuren (Friberg m.fl. opubl.).*

## Markfauna

### Kunskapsläge och befintlig verksamhet

För markfaunan i åkermark finns det god kunskap om vilka grupper som förekommer och i vilken omfattning, men ofta har markfaunan bara studerats intensivt på ett fåtal platser, och som exempel kan nämnas

forskningsprogrammet "Åkermarkens ekologi" (Andrén m.fl. 1990). En komplett nationell bild av markfaunan i Sverige saknas.

Inom Europa finns det ett antal miljöövervakningsprogram eller nätverk som mäter biologiska variabler, men väldigt få har markbiodiversitet som en variabel (Turbé m.fl. 2010). Majoriteten av dessa övervakningssystem är inte heller enbart inriktade på åkermark utan innefattar flera olika landskapstyper eller habitat.

### **Urval av arter, ekologisk funktion och indikatorvärde**

Urvalet av markorganismer för detta övervakningsprogram har baserats på både artrikedom och organismernas biologiska funktion i marken. Ett vanligt sätt att indela markdjuren i grupper är att använda deras diameter, som anses ett bra mått på vilken markporstorlek djuren har tillträde till. Man skiljer på mikro-, meso- och makrofauna som har en diameter av 1 µm-100 µm, 100 µm-2 mm, respektive 2 mm-20 mm (Coleman m.fl. 2004). Samtliga valda djurgrupper är artrika djurgrupper som är vanligt förekommande i jord, men som har olika storlek, olika födostrategier och förekommer i olika mikrohabitat i marken. Därför har de också olika funktioner i marken, d.v.s. har betydelse för olika ekosystemtjänster. Markdjuren påverkar även markens mikroorganismssamhälle. Inom alla markdjursgrupper finns det de som äter mikroorganismer direkt och de större markdjuren har viktig påverkan genom att finfördela organiskt material och göra det mer tillgängligt för mikroorganismer.

### ***Basnivå***

Följande tre organismgrupper måste ingå i ett miljöövervakningsprogram (basövervakning) för att man ska få en rättvisande uppfattning om den biologiska mångfalden för de viktigaste markdjurgrupperna i svensk åkermark:

#### Daggmaskar

Daggmaskar tillhör makrofaunan och är naturliga omblandare i marken. Förändringar i deras antal och artsammansättning medför inte bara förändringar i markegenskaper som porositet och densitet, utan också i markfunktioner som nedbrytning och fördelning av organiskt material som påverkar näringen tillgänglighet för växterna. Denna djurgrupp har valts ut som en av tre indikatorer i europeiska övervakningssystem (Kibblewhite m.fl. 2008).

#### Hoppstjärtar

Hoppstjärtar tillhör mesofaunan och är viktiga för nedbrytningen av organiskt material i marken. De ytlevande hoppstjärtarna är också viktig

föda för rovinsekter. Även denna djurgrupp har valts ut som indikator i europeiska övervakningssystem (Kibblewhite m.fl. 2008).

### Nematoder

Nematoder tillhör mikrofaunan och kan delas in i flera trofiska grupper beroende på födoval: bakterieätare, svampätare, växtätare inklusive växtpatogener, omnivorer och predatorer. Olika nematoder varierar i känslighet för föroreningar och på grund av deras trofiska diversitet speglar nematodsamhället också bakterie-, svamp och protozoa-samhällena.

### **Utökad nivå**

#### Insektlarver

Insektslarver (mest larver av vissa skalbaggar och tvåvingar) kan vara av avsevärd ekonomisk betydelse inom jordbruket. Man skiljer mellan två grupper som har olika levnadsstrategier och olika sätt att angripa jordbruksgrödor. Första gruppen kan bygga upp populationer i ett fält under flera säsonger (främst knäpparlarver och harkrankslarver), medan den andra gruppen består av myggor och nattfjärilar som koloniserar ett fält på nytt varje år, genom att vuxna honor kommer in från omgivningen och söker upp specifika värdväxter, mest trädgårdsgrödor (t.ex. morötter). Miljöövervakningsprogrammet skulle fokuseras på den förstnämnda gruppen av insektslarver (knäppar- och harkrankslarver) eftersom dessa har störst betydelse som skadegörare på grödor, särskilt stråsåd.

#### Rovkvalster

Rovkvalster tillhör också mesofaunan, men har en annan ekologisk funktion än hoppstjärtarna då de är predatorer bl.a. på hoppstjärtar, andra kvalster, insektslarver och nematoder, och därmed kan styra deras populationer. Genom att också inkludera rovkvalster så får man en mer komplett födoväv som övervakas, vilket gör att man kan säga mer om markens ekologiska status (Ruf & Beck 2005).

### **Metodik och genomförbarhet**

Till skillnad från ovanjordiska djurgrupper så är markfaunan mer bunden till en speciell plats (ett fält) och spridningen mellan olika, även intilliggande, fält är begränsad. För att få en bra bild över den biologiska mångfalden i marken i ett fält så måste markfaunasamhället följas under en längre tidsperiod (flera år), på grund av att det är stor variation mellan år beroende på klimat och olika störningar. Därför är det viktigare att det är samma fält man återkommer till än att man styr provtagningen utifrån grödan, d.v.s. utvalda fält bör provtas oberoende av vilken gröda som växer där för tillfället. Genom att man provtar ett slumpmässigt antal utvalda fält, kommer man att fokusera främst på de grödor som är vanligast förekommande i

Sverige. Men eftersom grödan ändå påverkar resultaten är det viktigt att man känner till växtföljden för de provtagna fälten.

### ***Provtagnings tidpunkt***

Den tidpunkt på året som är mest lämplig för att få ett representativ bild av markfaunasamhället i ett fält beror på en mängd biotiska och abiotiska faktorer. De viktigaste av dessa är klimatvariation (särskilt markfuktighet och temperatur) och mekaniska störningar på grund av fältets skötsel, t.ex. plöjning.

Prover bör helst tas när tillväxten är som störst och djuren är aktiva, vilket oftast innebär tidig höst. Bland de utvalda djurgrupperna är det aktiviteten av dagmaskar som starkast påverkas av de årliga variationer i markens fuktighet och temperatur samt av fysiska störningar. Det är problematiskt att provta dagmaskar i två situationer: a) under sommaren då det är torrt, vilket gör att de rullar ihop sig i ett inaktivt tillstånd i djupare jordlager tills förhållandena blir gynnsamma igen, och b) efter mekaniska störningar som plöjning, som dödar i synnerhet de större maskarna.

Vi anser att det krävs alltför mycket organisatoriskt arbete för att ta reda på den exakta tidpunkten för plöjning för det stora antal fält som ska provtas inom övervakningsprogrammet, och föreslår istället provtagning under våren. Detta har fördelen att provtagningen är lättare att organisera, men med nackdelen att man kommer att hitta en större andel unga dagmaskar i proverna, som är svåra att bestämma till artnivå. Det sistnämnda kan dock övervinnas genom att man använder DNA-analys för artbestämning.

### ***Fältprovtagning och artbestämning***

För att övervaka markfaunan krävs fältprovtagningar där olika jordprover samlas in med efterföljande extraktion och artbestämning inne på laboratoriet. I den mån de existerar kommer internationella standardiserade provtagnings och extraktionsmetoder (ISO standarder) att följas. Själva artbestämningen kräver expertkompetens, vilket innebär att speciell laboratoriepersonal måste utbildas, samt att det måste finnas tillgång till speciallitteratur (bestämningsnycklar) för de enskilda djurgrupperna.

Prover för dagmaskar (basnivå) tas genom att man gräver upp jorden i en bestämd volym (50 cm x 50 cm x 20 cm) med en spade, och på laboratoriet handsorteras maskarna sedan ut och artbestäms (SIS 2011a). För varje fält behöver det samlas in minst 5 dagmaskprover för att man ska få en bra bild av deras förekomst.

Hoppstjärtar (basnivå) och rovkvalster (utökad nivå) samlas in och extraheras tillsammans. De provtas genom att man tar jordprover med en markborr (5-6 cm diameter), och sedan extraheras de på laboratoriet med s.k. torrutdrivning i Tullgren-trattar (SIS 2011b). Varje jordprov hanteras

individuellt, och det behövs minst 5 prover från varje fält för att man ska få en bra bild av deras förekomst.

Även nematoder (basnivå) provtas med en markborr, men en mindre sådan (2,5 cm diameter). I detta fall slås också 100 enskilda prover samman till ett samlingsprov per fält. De 100 proverna bör tas som ett W över fältet för att man ska få en bra skattning av nematodförekomsten. Nematoderna extraheras sedan på laboratoriet med s.k. våtutdrivning med Baermann-trattar (SIS 2011c).

Prover för att undersöka insektslarver (utökad nivå) samlas inte in specifikt, utan stora larver handsorteras ut tillsammans med daggmaskar från daggmaskproverna, och mindre insektslarver extraheras tillsammans med hoppstjärter och rovkvalster i torrutdrivningen.

### **Tilläggsnivå**

För markfaunan skulle en tilläggsnivå kunna innebära utökad provtagning i en specifik gröda som verkar vara av speciellt intresse, eller att inkludera fler fält med en speciell bruksmetod. Detta skulle kunna ske på regional basis eller till och med för hela Sverige. För en sådan här förtätning skulle samma provtagningsmetodik som nämnts ovan kunna användas.

Än så länge verkar det endast finnas ett begränsat antal större invasiva markorganismer (icke-mikroorganismer) i Europa, men ett potentiellt hot är den "Nya Zeeland plattmask" *Arthurdendyyus triangulates* (Dendy) (terricola: Tricladida) som är en invasiv art som lever på daggmaskar. För närvarande är plattmaskens utbredning begränsad till de brittiska öarna och Färöarna men effekterna av klimatförändringarna, särskilt mildare och blötare vintrar, kan mycket väl förändra detta. Modellering har visat att Sverige kan vara potentiellt infekterad av *A. triangulatus* (Boag & Yeates 2001). Aktuella studier visar att *A. triangulatus* utgör en allvarlig risk, speciellt under reducerad jordbearbetning, där skörderester kan fungera som refuger, med konsekvenser för markens funktion och för inhemska djur som lever på daggmaskar (Murchie & Gordon 2013). Med den metod som för närvarande föreslås för övervakning av markfaunan är det inte särskilt troligt att plattmask skulle upptäckas. En tilläggsnivå skulle kunna vara att placera så kallade "skyddsfällor" (polyetensäckar fyllda med ärter och sand) i fält i utvalda regioner.

Längre söderut i Europa finns ett antal nematodarter som är allvarliga växtskadegörare, och med den pågående klimatförändringen är det inte omöjligt att dessa kommer att kunna förekomma även i Sverige. Ett nära samarbete med Nematodlaboratoriet i Alnarp, som analyserar inskickade jordprover från lantbrukare i hela Sverige, skulle kunna etableras så att de larmar om något skulle dyka upp i deras prover, och en förtätad provtagning skulle då kunna genomföras i den delen av Sverige för att man ska kunna följa den regionala spridningen.

### **Möjlighet till metodförändringar under det löpande programmet**

I motsats till den morfologiska artbestämningen som föreslagits ovan, finns det även DNA-baserade metoder för artidentifiering, vilket redan har nämnts i samband med metoderna för att analysera mikrofloran (molekylärtekniska metoder). För att dessa metoder ska kunna användas inom ett miljöövervakningsprogram så krävs att det finns en referensdatabas med DNA-sekvenser för alla arter inom en djurgrupp, och i dagsläget existerar inte detta för markdjur. Det är dock bara en tidsfråga, eftersom mycket forskning bedrivs inom detta område. I Sverige har professor Christer Erséus (Göteborgs universitet) kommit väldigt långt med att identifiera daggmaskar med hjälp av DNA-teknik. Han har visat att för de flesta av de 20 morfologisk olika daggmaskarterna i Sverige finns s.k. kryptiska arter som är identiska i sitt utseende, men har olika genetik och ekologiska egenskaper (C. Erséus muntl., 2014-01-21). Enligt Erséus finns det upp emot 57 skandinaviska daggmaskarter, till exempel har den stora lövmasken *Lumbricus rubellus* fyra kryptiska arter (C. Erséus muntl.) och den stora daggmasken *L. terrestris* har två kryptiska arter (James m.fl. 2010). Även för nematoder pågår arbete för att kunna använda DNA-teknik, men störst fokus har hittills varit på växtpatogena nematoder.

I slutändan kommer DNA-identifiering att vara den enda metod som kan ge tillräcklig hög upplösning för övervakning av markens biologiska mångfald och nödvändigt för att 1) få en korrekt identifiering av arter, 2) tidigt kunna upptäcka invasiva arter, och 3) kunna artidentifiera alla livsstadier t.ex. unga individer som inte har utvecklad andra igenkänningskaraktärer. Man kan räkna med att det inom de närmaste 10-15 åren även inom markfaunaområdet kommer att vara möjligt att använda DNA-sekvensering för artbestämning, åtminstone för vissa av grupperna (t.ex. daggmaskar). Provtagningsmetodiken (så som ovan angiven) skulle inte påverkas av förändringarna. Precis som redan har nämnts för mikrofloran, är det därför viktigt att arkivera proverna för att möjliggöra nya och kompletterande studier i framtiden. Detta är dock inte inkluderat i kostnaderna för övervakningsprogrammet eftersom metodiken inte är färdigbearbetad.

## **Databearbetning och leverans**

De artlistor som produceras kommer att överföras till en databas, och därigenom vara tillgängliga för mer omfattande undersökningar. Grundläggande löpande redovisning av data liknar den för växtpatogener och andra mikroorganismer och kan ske i form av:

- Diversitet (artantal = species richness) och mått på samhällets jämnhet (evenness, d.v.s. om arter är jämnt fördelade eller om samhället domineras av ett fåtal arter); nationellt och uppdelat på regioner
- Dominerande arter eller utvalda viktiga arter
- Nematodindex (Maturity Index; Bongers (1990)), baserat på att olika nematodfamiljer har klassats in i fem klasser utifrån bland annat reproduktionshastighet och känslighet för störningar
- Korrelationer mellan diversitetsindex och olika miljövariabler (som beror av odlingsystemet eller platsspecifika förhållanden såsom pH)
- Betydelse av odlingsmetoder för markfaunasamhällets struktur

## **Insekter och spindeldjur**

### **Kunskapsläge och befintlig verksamhet**

Insekter är den mest artrika gruppen av alla landlevande organismer. Trots detta vet vi mycket lite om förändringar i deras förekomst och populationsstorlek i jordbrukslandskapet. Humlor och dagfjärilar övervakas i Sverige sedan några år (Eriksson m.fl. 2010b; <http://www.dagfjarilar.lu.se/>). I svensk åkermiljö övervakar växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet förekomst av skadegörande insekter i jordbruksgrödor vecka för vecka under växtsäsongen och på många platser och grödor (Thierfelder 2012). Detta ger en god kontinuerlig överblick av skadegörande insekter i svenskt jordbruk. Vi bör standardisera och samordna åkermarksövervakningen med växtskyddscentralernas uppdrag.

### **Urval av arter, ekologisk funktion och indikatorvärde**

Vi föreslår att åkermarksövervakningen övervakar skadegörare samt nyttoinsekter och spindlar som är naturliga fiender till skadegörare eller pollinatörer. Detta ger också en grund för övervakning av ekosystemtjänsterna biologisk kontroll av växtskadegörare, och av pollinering.



## **Metodik och genomförbarhet**

### ***Basnivå***

#### Nyttoinsekter och spindlar

För provtagningen på basnivån utnyttjar vi Mark- och grödoinventeringens fält. I 200 fält per år i ett femårigt omdrev inventeras marklevande predatorer i fälten och pollinatörer och vissa specialiserade fiender i fältkanter. I basnivån görs inventeringen av dessa grupper oavsett gröda och ingen sprutfri yta är nödvändig.

Marklevande predatorer (spindlar, jordlöpare och kortvingar) fångas med två fallfällor per fält. Dessa töms en gång i veckan från slutet av maj till början av juli.

I varje fältkant gör vi tre inventeringar av pollinatörer (bin, som innefattar humlor, och blomflugor) och vissa mer specialiserade predatorer (blomflugor, nätvingar och nyckelpigor). Detta görs längs en 100 m lång transekt där observatören håvar insekter inom 1 m på sidan om transekten. Blomförekomst i fältkanten registreras också. Alla fångade insekter artbestäms på lab.

#### Skadegörare

I basnivån inventeras inga växtskadegörare i fälten. En sådan inventering är endast meningsfull om ytor kan anläggas där det inte påförs växtskyddsmedel mot insekter. En sådan inventering beskrivs under den utökade nivån nedan.

I basnivån inventeras istället skadegörare enbart med hjälp av sugfällor. Sex av de nio 12 meter höga sugfällorna, som redan finns installerade på över landet, hålls igång mellan mars och november varje år. De sex sugfällorna är placerade i Skåne, Kalmar, Västergötland, Östergötland, Uppland och Västerbotten. I fångster som tas en till två gånger i veckan räknas bladlöss och fritflugor. Proverna sparas i alkohol så att andra artgrupper kan undersökas (t.ex. spindlar). Inventering av dessa artgrupper bidrar till prognos- och varningssystem för växtskydd samt bygger vidare på tidsserier som redan finns sedan flera decennier.

### ***Utökad nivå***

#### Urval av fält

I den utökade nivån väljs tre grödor inom de funktionella grupperna stråsäd, oljeväxter och baljväxter ut för inventering av skadegörare. Vi föreslår att dessa utgörs av korn, raps och ärtor. I första hand utnyttjas de 200 fälten per år i basnivån. Eftersom dessa utgör ett slumpmässigt urval av all åkermark kommer de dock ge ett begränsat antal av de tre grödorna. Enligt

jordbruksstatistisk årsbok 2013 skulle 200 slumpmässigt valda fält på riksnivå i genomsnitt ge 29 kornfält, 3 baljväxtfält och 8 rapsfält. För att ge meningsfull information behöver vi minst 50 fält per år av varje gröda, åtminstone om man ska kunna göra en uppdelning på regioner eller liknande. Detta innebär att ytterligare ett antal fält behöver identifieras för denna inventering. Vi föreslår att detta görs inom en 5-10 km radie från fälten från basnivån. Totalt sett uppskattar vi att omkring 110 ytterligare fält per år behöver läggas till och inventeras på detta sätt.

### Skadegörare

I varje fält ska en yta avskiljas som inte bekämpas med insekticider där skadegörarna inventeras. Detta är nödvändigt för att ge ett meningsfullt mått på antalet växtskadegörare i ett fält. Om vi bestämmer att skadegörare även räknas i det besprutade fältet så kan även insekticidernas effektivitet bevakas. Skadegörare avräknas veckovis per strå eller planta enligt väl utarbetade protokoll för respektive skadegörare och gröda. Denna typ av avräkning i sprutfria områden görs idag av växtskyddscentralerna, och samordning bör ske för detta.

### Naturliga fiender

I grödor där bladlöss utgör de viktigaste skadegörarna (korn och ärt), avräknas mumier (parasiterade bladlöss) samt larver av nätvingar, blomflugor och nyckelpigor från stråna där skadegörarräkningen sker.

I varje sprutfritt område inventeras marklevande fiender med samma metodik som i basnivån, det vill säga med två fallfällor per fält som töms veckovis. Dessutom görs en transektinventering av nyckelpigor vid två tillfällen där en observatör går en viss sträcka (50 m) i fältet och observerar antal och art av vuxna individer (artbestäms i fält) och larver (artbestäms ej), 0,5 m ut på varje sida om transekten. I fält med raps samlas 100 rapsbaggelarver per fält för uppskattning av parasiteringsgrad genom dissektion.

### ***Tilläggsnivå***

En förtätning kan vara relevant att göra om man önskar följa en viss gröda i detalj eller om man vill följa spridningen av en ny, invasiv skadegörare i en viss gröda. Växtskyddscentralernas årliga avräkningar av 1000 fält kan exempelvis ge en signal när en sådan förtätning är relevant. Vid en sådan förtätning kan växtskadegöraren i fråga följas med veckovisa avräkningar i fält som beskrivet under utökad nivå ovan. Naturliga fiender till den aktuella skadegöraren kan följas med liknande metodik som beskrivs i samma avsnitt ovan, även om en viss anpassning kan behövas beroende på skadegörare.

## **Databearbetning och leverans**

Den information som genereras av insekternas artsammansättning kommer att vara världsunik. Den kommer kontinuerligt att kunna användas till att bygga tidsserier av förekomst och geografisk spridning av viktiga arter från år till år. Dessa kan analyseras med tidsseriemodeller som uppdateras kontinuerligt. Vi kan på så sätt följa trender och variation i individantal hos populationer av skadegörare och nyttodjur (t.ex. Bommarco m.fl. 2007). Vi kan dessutom koppla detta till omvärldsfaktorer, odling, bekämpning och annan data såsom klimat och markanvändning (t.ex. från NILS). Detta ger oss ett verktyg att söka orsakerna till eventuella förändringar i trender eller utbrottsfrekvenser. Löpande redovisning kan dessutom ske av organism-samhällets sammansättning. Artrikedom, och förändringar i antal individer och funktionella grupper kan beräknas med en rad väl underbyggda index (Magurran 2004). Även dessa kan kopplas till omvärldsfaktorer.

## **Ogräs**

### **Kunskapsläge och befintlig verksamhet**

Genom att i ett tidigt skede kunna detektera förändringar, och eventuellt koppla dessa till förändringar i klimat eller odlingsåtgärder, förbättrar man möjligheten till effektiv och resurssnål kontroll av ogräs. I ett tidigare uppdrag för Jordbruksverket (Andersson m.fl. 2012a; 2012b) presenterades ett detaljerat förslag till övervakning. Det var dock enbart tänkt att upptäcka förändringar i tre regioner och inte, som i den här aktuella utredningen, i hela landet. För att kunna passa in i det kommande övervakningsprogrammet är därför förslaget ändrat vad gäller urval av inventeringsfält och provtagningsintervall, medan metodbeskrivningen i övrigt liknar det tidigare presenterade.

### **Urval av arter, ekologisk funktion och indikatorvärde**

För att kunna förutsäga effekten av förändrade odlingssystem, växtföljder och grödval är det av största vikt att kontinuerligt följa förekomsten och tätheten av olika ogräsarter, både i åkermark och i ruderatmark (vägbyggen, komposthögar, hamnområden etc.). Anledningen till detta är att förändringar i ogräsfloran kan förväntas ske dels direkt som en följd av klimatförändringar (på grund av mildare klimat och längre vegetationsperiod) och dels indirekt via t.ex. ändrat grödval (grödor som majs och sojaböna med lång växtsäsong). Selektionstrycket, i form av jordbearbetning, skördetidpunkt och ogräsbekämpning, är mindre i ruderatmark än i åkermark. Därför förväntar vi oss att nya arter först etablerar sig i ruderatmark innan de, genom anpassning eller ändrade odlingsåtgärder, kan ta steget till åkermarken.

Basnivån i detta förslag omfattar dels inventering i Mark- och grödo-inventeringens fält där samtliga arter registreras, och dels i ruderatmark där förekomst och etablering av ett 50-tal arter (se lista i Andersson m.fl. 2012b) följs med hjälp av Artportalen. Som ett Tillägg föreslås riktade inventeringar i indikatorgrödor. Med Basnivå + Tillägg fångar man upp förändringar i tre intressanta grupper:

1. Regionala arter, som är etablerade ogräs men geografiskt begränsade. Förväntas öka med ökad odling av höstgrödor och mildare klimat. Typarter: renkavle och sandlost. Registreras i den rikstäckande Mark- och grödoinventeringens fält (Basnivå).
2. Nyligen etablerade som åkerogräs, men med relativt lång historia i den svenska floran. Gynnas av ökad odling av grödor med svag konkurrensförmåga, lång växtsäsong. Typarter: hönshirs och svinamarant. Registreras dels i Ruderatmarksinventeringen (Basnivå), och dels i riktade inventeringar i indikatorgrödor (Tillägg).
3. Välkända åkerogräs söderut i Europa, men bara tillfälliga förekomster i svenska floran, begränsade av klimat och fotoperiod. Mildare klimat kan gynna spridningen till ruderatmarker, men anpassning och grödor med lång växtsäsong krävs för etablering i åkermark. Typart: malörtsambrosia. Dessa arters förekomst registreras i ruderatmarksinventeringen (Basnivå).

## **Metodik och genomförbarhet**

### ***Basnivå: Flora- och fröbanksinventering i Mark- och grödoinventeringens fält***

#### Inventeringsfrekvens och stickprovsstorlek

Antingen utförs inventeringar varje år, eller så gör man ”kampanjer”, d.v.s. återkommande inventeringssatsningar om ett par tre år, med ett längre intervall emellan. Det senare alternativet har bl.a. använts för inventering av ogräs i Danmark (Andreasen & Stryhn 2008) och Finland (Hyvönen m.fl. 2003). Valet mellan dessa två alternativ har statistisk betydelse - bland annat är det svårare att detektera trend med färre tidpunkter (givet samma totala antal fält). För att i största möjliga mån dra nytta av samordningen med Mark- och grödoinventeringen, med totalt cirka 2000 punkter, föreslår vi ett program som bygger på årliga inventeringar med fem års omdrev. Det betyder att inventeringar utförs i 400 fält per år, och att varje enskilt fält (eller närliggande fält på samma brukningsenhet) återkommer vart femte år. Som ett komplement till inventeringen av floran tas eventuellt jordprover för bestämning av fröbankens sammansättning och storlek i 200 fält per år med fem års omdrev.

### Tidsåtgång och praktiska frågor för inventering och provtagning.

Metod för inventering av ogräs finns beskrivet i Andersson m.fl. (2012a). Inventeringarna genomförs genom artvis registrering av förekomst/ej förekomst i 10 stycken (i förekommande fall 10 obesprutade och 10 besprutade) inventeringsrutor per fält. Inventeringen görs med en tredelad ram (0,1 m<sup>2</sup>) enligt en metod utvecklad på Inst. för Växtproduktionsekologi, SLU. Denna ger i varje ruta ett värde mellan 0 och 3, och därmed en uppskattning av såväl förekomst som täthet av en viss art. Metoden med enbart registrering av förekomst/ej förekomst har använts i upprepade inventeringskampanjer i Danmark (Andreasen & Stryhn 2008), och här får vi ytterligare information genom användningen av den tredelade ramen.

Ett problem i inventeringarna är behovet av att kunna inventera i rutor som inte är kemiskt ogräsbehandlade. Det som talar för att inventera behandlade rutor är att det ger en bild av den aktuella ogrässituationen, det vill säga vilka problem som uppstår trots bekämpning. Ett tyngre argument mot att enbart inventera behandlade rutor är dock att det inte ger en rättvisande bild av den faktiska ogrässituationen, inkluderande ogräsfloras sammansättning och fröbankens storlek. Eftersom inventeringen görs på försommaren, efter eventuell mekanisk och kemisk bekämpning, erhåller man data som är ett svårtolkat resultat av ett samspel mellan fröbankens storlek, groddplantornas uppkomst- och tillväxtförhållanden och bekämpningseffektiviteten. För att man ska kunna dra bättre slutsatser om förändringar i ogräsfloran och deras orsaker föreslår vi därför att inventeringen av ogräsfloran kompletteras med jordprovstagning för bestämning av fröbanken. För att hålla nere kostnaderna, och för att samordna med provtagning för andra organismer, tas jordproverna i 200 fält per med 5 års omdrev. Provtagningen skulle kunna samordnas med de prov som tas för nematodinventering, d.v.s. 100 prover tagna med ett 2,5 cm jordborr i ett W-mönster över fältet. Efter utdrivning av nematoder tvättas frön fram i en rottvätt, och fröna läggs till groning för artbestämning i sand fuktad med en lösning med gibberellinsyra och KNO<sub>3</sub> (modifierad metod efter Ter Heerdt m.fl. 1996).

### Statistisk styrka

I den tidigare nämnda rapporten med förslag till svensk ogräsinventering (Andersson m.fl. 2012a) ingår en statistisk analys av provinventering och tidigare utförda fältförsök. Både tidigare erfarenheter och provinventeringen visar tydligt att den viktiga variationen i förekomst finns mellan fält, inte inom fält. Därför räcker ett relativt litet stickprov för att ge en representativ bild av ett fälts artsammansättning. Antalet fält som behöver inventeras ökar om antalet provytor per fält minskas, men skillnaden är inte drastisk. I sammanhanget är det dock viktigt att påpeka att man kan utöka antalet provytor per fält utan att tidsåtgången ökar särskilt mycket. I prov-

inventeringen beräknades tiden till cirka en timme per fält (12 rutor à 0,25 m<sup>2</sup>). Den största tidsåtgången utgörs av resorna mellan fält/gårdar.

### ***Basnivå: Ruderatmark med uppgifter från Artportalen***

Som en komplettering till inventeringen i åkermark bör programmet omfatta en aktiv användning av frivillig inrapportering av växtfynd till Artportalen och riktade inventeringar (se utförligt förslag i Andersson m.fl. 2012b). Anledningen till detta är att arter som betraktas som ogräs i länder söder om Sverige vanligtvis etablerar sig först i störda ruderatmarker med lågt selektionstryck. Först när/om arten genomgår en evolution som medför en anpassning till ett odlingssystem kan den utgöra ett problem i åkermark. En tidig upptäckt av en ny art och en eventuell anpassad genotyp skapar betydligt bättre möjligheter för förebyggande åtgärder. Den riktade inventeringen bör göras av arter 1) som är kända som åkerogräs i sydliga länder (se artlista i Andersson m.fl. 2012b), och 2) som enligt rapporter i Artportalen förekommer regelbundet i Sverige men är begränsade till störd ruderatmark. Dessa arters spridningspotential bör undersökas genom att man studerar populationers utbredning i allmänhet, och fenologi, övervintringsförmåga och uppkomsttidpunkt i synnerhet.

Utöver rapporter av fynd av arter är det av vikt att få kunskap om arternas regenerationsmönster i syfte att kunna kontrollera dem och att prioritera insatserna rätt. Vi föreslår att lokaler (cirka 50 stycken) väljs ut från rapporterna i Artportalen, och att dessa sedan besöks tre gånger om året för att notera eventuell blomning, frösättning och groningen och i förekommande fall även vegetativ regeneration.

### ***Utökad nivå: Inventering av obesprutade rutor i konventionell odling***

För att kunna genomföra inventering av ogräsfloran även i obesprutade rutor krävs ett relativt omfattande förberedelsearbete i form av kontakt och överenskommelser med berörda lantbrukare. Inventerarna på konventionella gårdar samarbetar med lantbrukarna för att säkerställa att en viss yta inte sprutas, förslagsvis 6 x 5-10 m (kort sträcka med en avstängd sprutrampssektion) i mitten av fältet, eller genom att täcka 10 rutor à 0,5 m<sup>2</sup> med plast. Denna utökade design innebär alltså ett visst merarbete för koordinatören och är beroende av en arbetsinsats av lantbrukaren. Den stora fördelen är att de data som erhålls ger en sannare bild av vilken flora som finns i fältet, än om inventeringen enbart utförs i besprutade rutor. I det senare fallet blir resultatet mer slumpartat, eftersom det blir starkt beroende av hur väl bekämpningen lyckats i det enskilda fallet (preparatval, dosstorlek, bekämpningstidpunkt, väderförhållanden).

### ***Tilläggsnivå: Riktade inventeringar i indikatorgrödor***

För att snabbare kunna fånga upp förändringar bör i inventeringen också ingå en gröda som fungerar som indikatorgröda, det vill säga där man kan

förvänta sig att arter som är nya eller mindre vanliga i åkermark kommer att sprida sig. Majs har dålig konkurrensförmåga mot ogräs och skördas sent, vilket skapar goda möjligheter för konkurrenssvaga och sent mognande ogräs. Även majs bör därför ingå i inventeringen, men eftersom det än så länge är en relativt marginell gröda (cirka 0,7 % av åkerarealen) kan inte urvalet ske på samma sätt som i det större inventeringsprogrammet. Inventeringen måste med nödvändighet göras i färre fält och vara mer geografiskt begränsad. Det är också möjligt att denna inventering bör styras till gårdar med känd "känslig" växtföljd, det vill säga omfattande mer än en gröda med lång växtsäsong. Eventuellt kan denna inventering samordnas med växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet.

## Databearbetning och leverans

### ***Basnivå: Flora- och fröbanksinventering i Mark- och grödoinventeringens fält***

De inventeringar av ogräsfloran som föreslås i åkermark kommer att generera artvisa data av förekomst i de enskilda fälten, och även ge ett mått på abundans. Data kommer också att presenteras gruppvis för funktionella grupper: perenna ogräs, krypande perenner, stationära perenner, annuella ogräs, vinterannueller, sommarannueller, örtogräs, gräsogräs. Genom fröbanksprovtagning erhålls artvisa och gruppvisa data som ett bra mått på långsiktiga förändringar i enskilda fält, trots ett omdrev på fem år.

Det stora antalet inventerade fält (400 per år för florainventeringen och 200 per år för fröbanksinventeringen) kommer att göra det möjligt att upptäcka vissa generella förändringar över tid, och även i vissa fall relatera dessa till förändringar i odlingsåtgärder, grödval, klimat, etc.

Exempel på intressanta korrelationer kan vara:

- förekomst och mängd gräsogräs relaterat till andelen höstsådd areal
- geografisk spridning av enskilda arter relaterat till klimat och/eller grödval
- relation mellan fröbankens storlek och mängd groddplantor korrelerat med t.ex. växtföljd och jordbearbetningsstrategi
- korrelation mellan bekämpningsintensitet och ogräsmängd för vissa artgrupper, t.ex. gräsogräs
- korrelation mellan förekomst av perenna respektive annuella ogräs och jordbearbetningsstrategi

Observera att värdet av vissa korrelationer förbättras väsentligt om inventeringen även omfattar obesprutade rutor (Utökad nivå, se ovan).

### ***Basnivå: Inrapportering och uppföljning i ruderatmark***

Inrapporteringen av observationer från ruderatmark till Artportalen ger data om i vilka områden och med vilken frekvens de listade ogräsarterna förekommer i Sverige. De årliga riktade uppföljningarna genererar data om de enskilda arternas i) fenologi, ii) reproduktionsförmåga, iii) övervintring och iv) populationsetablering. Analysen av data möjliggör en värdering av risken av spridning till åkermark.

För att möjliggöra effektiv och ändamålsenlig rapportering av förekomster bör ett avtal upprättas med Artportalen, till vilken spontan frivillig-rapportering redan görs av en stor mängd amatörbotanister. Rapporter lämnas därefter på ett formulär som inkluderar mer agrarspecifika punkter än vad Artportalens vanliga formulär gör. Formuläret är tänkt att vara lätt tillgängligt oavsett om rapportören går in via t.ex. Artportalen, Jordbruksverkets hemsida, eller Ogräsrådgivaren (SLU:s ogräsdatabas).

Sammanställningar av rapporterna ska ske årligen, och inkludera arternas rapportfrekvens, geografiska utbredning och förekomstmiljö (exempelvis åkermark eller ruderatmark, och i det förra fallet information om eventuell gröda). Efter det första året ska även förändringar över tid inkluderas. Utöver de rapporter som kommer via det föreslagna rapportformuläret kan Artportalens alla rapporter om de aktuella arterna nyttjas för att få generell information om utbredningen.

### ***Tilläggsnivå : Riktade inventeringar i indikatorgrödor***

Data från de riktade inventeringarna i indikatorgrödor, företrädesvis majs och sockerbetor, omfattar förekomst, uppskattad abundans och fenologi. Tidpunkten för produktion av livsdugliga frön ger en indikation på risken för spridning till grödor med kortare livscykel (tidigare skördetidpunkt). Europeiska inventeringar visar tydligt den stora diversiteten i ogräsfloran i majs, och förekomsten av arter som sällan uppträder i spannmålsgrödor med kortare livscykel (Mehrtens m.fl. 2005; Jensen m.fl. 2011).

## **Brukningssåtgärder och andra omvärldsfaktorer**

Bakgrundsdata kring odlingssystemet är mycket viktiga, såväl plats-specifika data (jordart, etc.) som brukningsmetoder (växtföljd, bearbetningssystem, etc.), för att kunna förstå observerade förändringar. Man har blivit allt mer medveten om betydelsen av återkopplingen mellan växter och marken som styr långsiktiga processer som nedbrytning och mineralisering. Platsspecifika data styr t.ex. mikroorganism- och markdjurssamhällena och kan läggas in som kovariabler i den statistiska dataanalysen för att bättre förstå odlingssystemets påverkan på organismsamhället i marken. I Appendix 1 finns en översikt över behovet av bakgrundsdata och hur detta delvis kan täckas genom samarbete med andra, befintliga program. Nedan



ger vi några exempel på varför vissa bakgrundsdata är viktiga och hur de påverkar de organismgrupper som undersöks inom ramen för detta övervakningsprogram.

### **Gröda, växtföljd och förfrukt**

I intervjuer efter säsongen bör följande information samlas in från brukarna: om fältet är ekologiskt eller konventionellt odlat, vilken gröda som har odlats innevarande år samt föregående gröda, inklusive vall / ej vall i växtföljden samt skördestatistik för området.

Stora markdjur, som t.ex. dagmaskar, reagerar oftast inte så starkt på gröda och växtföljd, medan mindre markdjur som nematoder och det mikrobiella samhället i marken påverkas i större omfattning. Marklevande mikroorganismer kan antas vara mera opåverkade av olika odlingsåtgärder jämfört med växtpatogener, vilka påverkas av växtföljden och helt styrs av grödvalet.

Insekter och spindeldjur kan reagera på växtföljden. Exempelvis visar flera studier att mycket vall i växtföljden kan ha positiva effekter på marklevande fiender som spindlar och jordlöpare. Grödan har en avgörande betydelse för vilka skadegörare som förekommer i ett fält och detta påverkar i sin tur särskilt de mer specialiserade fiendernas förekomst. Parasitsteklar är ofta relativt värdspecifika, och nyckelpigor, nätvingar och blomflugor förekommer i särskilt stor utsträckning där det finns bladlöss. Många studier har också påvisat högre artrikedom och abundans av naturliga fiender på ekologiska jämfört med konventionella gårdar.

Ogräs påverkas kraftigt av gröda och växtföljd genom att arter med olika livsformer (annueller/perenner; sommarannueller/vinterannueller; vandrande perenner/stationära perenner) gynnas eller missgynnas.

### **Fysikaliska och kemiska markegenskaper**

Tidigare studier har visat att markens egenskaper (jordart och pH, etc.) är viktiga faktorer för både svamp- och markdjursamhällets struktur. Vi vet också att detta gäller andra faktorer såsom temperatur och markfuktighet både vid tidpunkten för provtagning och under årets gång eftersom det reglerar markdjurens aktivitet, tillväxt och dödlighet (speciell under vintern).

### **Markbearbetning, bekämpningsmedel och gödsling**

Även om det finns en stor variation i respons på markbearbetning har de flesta organismgrupper större abundans eller biomassa under minskad jordbearbetning. I allmänhet verkar större organismer som dagmaskar vara mer känsliga för jordbearbetning än mindre organismer, mest på grund av de fysiska störningarna i marken. Markorganismer reagerar också

starkt på hur mycket och vilken typ av organiskt material t.ex. skörderester som kommer in i nedbrytningssystemet. Många jordburna växtpatogener överlever t.ex. i föregående års skörderester, vilket kan göra sjukdomarna mer problematiska under minskad jordbearbetning. En viktig faktor här är naturligtvis insatser riktade direkt mot växtpatogener, som till exempel fungicidbekämpning. För att man ska kunna utvärdera informationen från patogena svampar på grödprover är därför detaljerna kring pesticid-användningen viktiga.

Herbicidanvändning är den faktor som utövar det starkaste selektionstrycket gentemot ogräsen. Förutom en kraftig reducering av ogräsen täthet, gynnar den kemiska bekämpningen såväl motståndskraftiga arter som vissa genotyper inom arten. Även jordbearbetningsstrategin bidrar till att forma ogräsfloran. Vändande bearbetning missgynnar perenna ogräs, och i stor utsträckning missgynnas även annuellerna, även om fröbanksdynamiken är för komplicerad för att kunna sammanfattas enkelt.

### **Omgivande landskap och kantzoner**

För insekter, spindeldjur och ogräs är det angeläget att inte bara ha information om fältet men även att beskriva åkerkanterna och det omgivande landskapet. GIS-data skattas runt varje mätplats med hjälp av exempelvis Blockdatabasen och Topografiska kartan. Relativ täckning av skog, plöjd jordbruksmark och gräsmarker inom 2-5 km radie i landskapet mäts. Landskapets utformning påverkar insekter och spindlar som är rörliga och utnyttjar flera olika habitat i sin livscykel. I varje inventerat fält och fältkant tas koordinater samt vilken gröda som odlas. Dessutom uppskattas växtsamhällets sammansättning och blomförekomst som utgör alternativa resurser och boplatser för insekter. Planttäthet av grödan mäts eftersom detta är en god indikator för intensiteten med vilken grödan odlas. Ogräsförekomst kan eventuellt utelämnas, men utgör ett mått på mångfalden i grödan.

### **Förvaltning av datainsamling och datahantering**

För att datainsamlingen ska vara effektiv och säker krävs att både inmatningen av data och överföringen till lagringsmedia är genomtänkta, användarvänliga och felsäkra. I det förslag till program som här beskrivs görs datainsamlingen i första hand av fältpersonalen (normalt säsongsanställd personal) eller av laboratoriepersonal vid t.ex. artbestämning av insamlade prover. Ett inmatningsprotokoll i digitalt format underlättar inmatningen och möjliggör funktioner för att förebygga felinmatningar redan vid källan. Sådana inmatningsfel är ofta mycket svåra eller omöjliga att rätta till i efterhand, eller åtminstone mycket tidskrävande. Det digitala formatet gör också att överföringen av data underlättas, och inget särskilt arbets-

moment behövs för inmatning av data i efterhand. För fältinventerare behövs då en digital handdatorenhet som är användarvänlig samt väder- och stöttålig,

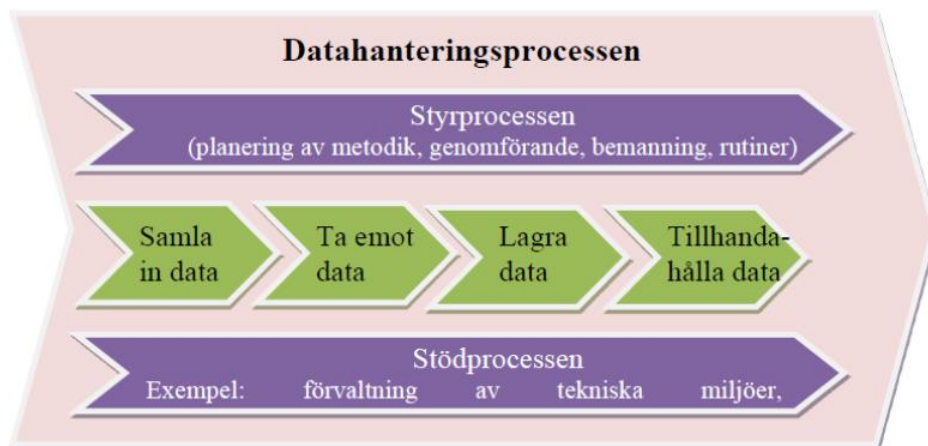
1. Robusta och användarvänliga Inmatningsformulär, eventuellt med felkontroller
2. Genomtänkta rutiner för förberedelser, support och uppföljning för datainsamling, inklusive utbildning och kompetensutveckling för fältinventerare och laboratoriepersonal
3. System för överföring av data till mellanlagring (t.ex. mappar på en server) och vidare till en databas
4. Rimlighets- och fullständighetskontroller, helst så tidigt som möjligt i datahanteringskedjan
5. Databas med genomtänkt struktur som underlättar både dataförvaltning och uttag av data
6. System för metadata samt dokumentation av metoder och datakvalitet

Redan innan datainsamlingen påbörjas bör alltså all utrustning för datainsamling tas fram och testas, inklusive handdatorer, formulär och system för dataöverföring. Hela datahanteringskedjan fram till analys och tillgängliggörande av data måste tänkas igenom och förberedas.

Inom SLU finns organisationen Miljödatastöd, som stöd för att utveckla och samordna arbetet med kvaliteten och tillgängliggörande av data inom datahanteringen för miljöanalys. För varje verksamhet ska ett antal krav vara uppfyllda (Andersson m.fl. 2013), exempelvis:

- Det ska finnas en verksamhetsbeskrivning, en datahanteringsplan och en förvaltningsplan, som beskriver innehållet, hur förvaltningen är organiserad och vilka kvalitetskrav den uppfyller
- Alla metoder och rutiner ska vara ordentligt testade och dokumenterade
- Hela datahanteringskedjan ska vara effektiv och kvalitetssäkrad
- Felrättning sker enligt en kontrollerad ändringshantering
- Användare ska lätt kunna hitta och få tillgång till data och resultat

På SLU samordnas arbetet med datahantering inom verksamhetsområdet Fortlöpande miljöanalys med stöd i en kvalitetsguide och ett system för självvärdering, som har som syfte att underlätta, dokumentera och samordna arbetet med datakvalitetsfrågor i hela verksamheten (Andersson m.fl. 2013; Figur 4).



Figur 1. Datahanteringsprocessen i SLU:s miljöanalys. Styr- och stödprocesserna är övergripande processer medan samla in data, ta emot data, lagra data samt tillhandahålla data räknas till kärnprocesserna. För fullständig processbeskrivning se Bilaga 1.

Figur 4: Datahanteringsprocessen i SLU:s miljöanalys. Styr- och stödprocesserna är övergripande processer medan samla in data, ta emot data, lagra data samt tillhandahålla data räknas till kärnprocesserna. (Hämtad från Andersson m.fl. 2013)

Som grund för utvärderingen och för att belysa datas användbarhet och kvalitet är det angeläget att bearbetning och analys av data planeras i god tid. Resurser för analyser och dataförvaltning måste vara tydligt avsatta i budgeten, och fleråriga planer för hur ofta och i vilket format resultaten ska redovisas tas fram i samråd med Jordbruksverket.

## Kostnader för datainsamling och förvaltning

Mark- och grödoinventeringens provtagning utförs av personal från Hushållningssällskapen, vilket har fördelen att de har lokalkännedom och finns tillgängliga i respektive region. För ett mindre program är det också en fördel att inte behöva bygga en organisation för att administrera egen fältpersonal. I de större miljöövervakningsprogrammen på SLU, t.ex. Riksskogstaxeringen och NILS, som har en tillräcklig volym för att det ska vara hållbart, finns dock mångårig erfarenhet av att ordna en sådan organisation med egen säsongsanställd personal. Fördelen med det är att man har större flexibilitet i planeringen, större möjlighet att styra hur inventeringen ska genomföras och att ha en mer omfattande, skraddarsydd utbildning av fältpersonalen. I ett större program för åkermarksövervakning kan man därmed laborera med olika lösningar för att samordna provtagningen och/eller låta samma personal utföra olika fältmoment under olika delar av säsongen. I denna rapport finns inte utrymme för att diskutera det i detalj, och vi kan inte utgå ifrån en sådan samordning radikalt sänker kostnaderna för själva datainsamlingen, men det bidrar säkerligen till att

underlätta kvalitetssäkring, dataförvaltning och administration för ett så komplext och omfattande program som det som här beskrivs.

## **Löpande datainsamling**

Datainsamlingen utgörs av både fältdatainsamling, artbestämning på laboratoriet och vissa andra laboratorieanalyser. Hur fördelningen mellan dessa ser ut beror på vilket alternativ som väljs. I viss mån kan provtagningen i fält utföras av samma personal, men provtagningen görs till stor del vid olika tidpunkter och med olika utrustning, så vi räknar inte med att kostnaderna kan pressas så mycket genom samordnad provtagning. Det behövs ytterligare arbete för att klargöra detaljerna i hur fältprovtagningen ska organiseras.

Arbetstiden för fältinventerarna kan fördelas som antingen 20 arbetsdagar om 8 timmar (motsvarande vanligt kontorsavtal), eller som för fältavtalet i Umeå: 16 arbetsdagar om 10 timmar. Enligt fältavtalet i Umeå ska fältinventerarna arbeta i två arbetsperioder per månad, med fyra dagars arbete, en dag ledigt och ytterligare fyra dagars arbete för varje period. Däremellan har man en längre ledighet om 4-5 dagar då man har betald hemresa, alltså två hemresor per månad. Denna typ av fältavtal kan vara effektivt för att minska reskostnaderna.

Kostnaden för fältinventering är enligt uppskattning från befintliga inventeringar (Skoglig resurshushållning) ungefär 450 kr per timme, inklusive omkostnader, resor och overhead. Om man räknar 8 timmar per dag för 20 dagar eller 10 timmar för 16 dagar i månaden, så motsvarar det ganska precis 70 000 kr i månaden för en fältinventerare.

Enligt erfarenheter på SLU fördelar sig totalkostnaderna för själva fältinventeringen (utom kontorspersonalens arbete med support) som i tabell 2.

*Tabell 2: Kostnader för fältdatainsamling, per månad.*

Kostnad	kr / mån	andel
Lön inkl. overhead	46 000	66 %
Traktamente och förrättningstillägg	14 000	20 %
Hyrbilar	6 000	8 %
Andra resor	2 000	3 %
Andra omkostnader	2 000	3 %
<b>Summa</b>	<b>70 000</b>	<b>100 %</b>

En stor del av kostnaderna för markfauna, insekter och spindeldjur går till artbestämning efter fältsäsongen, och det kommer alltså att behövas ett antal särskilt utbildade personer som har artbestämning som sin huvudsakliga arbetsuppgift. I arbetet ingår också lagring och arkivering av proverna, liksom inmatning av resultaten i formulär inför överföring till databasen.

Proverna för mikroorganismer kommer att skickas till speciella laboratorier för sekvensering, eftersom det är det mest kostnadseffektiva alternativet. Även kostnaden för sekvensering kommer naturligtvis att påverkas av antal organismgrupper som ingår i programmet. Kostnaderna är inte direkt proportionella till antalet prover, utan blir lägre per prov ju större provserier som analyseras.

Hantering av proverna fram till sekvensering avser vi dock att göra vid SLU, det vill säga mottagning, lagring, beredning av proverna, extraktion av DNA och PCR. Antalet organismgrupper som ingår kommer att påverka kostnaderna för extraktion och PCR enligt de olika designförslagen.

Med den dimensionering och de inventeringsmoment vi beskriver ovan, uppskattar vi att den totala årliga kostnaden för datainsamlingen blir som följer, i antingen en enklare basnivå eller en något mer omfattande utökad nivå (Tabell 3; se beskrivningen för varje organismgrupp, ovan).

*Tabell 3: Totala kostnader för datainsamling på basnivå eller utökad nivå, per år.*

	Basnivå, kr	Utökad nivå, kr
Växtpatogener och mikroorganismer	1 840 000	2 240 000
Markfauna	4 238 000	4 763 000
Insekter och spindeldjur	2 510 000	4 732 000
Ogräs	1 014 000	1 199 000
<b>Summa</b>	<b>9 602 000</b>	<b>12 934 000</b>

Den tilläggsnivå som beskrivs för varje organismgrupp (se ovan) utgörs till stor del av särskilda, mer tidskrävande arbetsmoment, exempelvis utökad provtagning styrd till vissa grödor. Därför redovisas denna tilläggsnivå här separat (Tabell 4). Denna kostnad ska alltså läggas till kostnaden för basnivån eller den utökade nivån, ovan.

*Tabell 4: Totala kostnader för datainsamling på tilläggsnivån (utöver basnivå/utökad nivå), per år.*

	Tilläggsnivå, kr
Växtpatogener och mikroorganismer	467 000
Markfauna	830 100
Insekter & spindeldjur	550 000
Ogräs	105 000
<b>Summa</b>	<b>1 952 100</b>

## Investeringar inför första året

Följande engångsinvesteringar behövs inför första årets datainsamling, och de uppskattade kostnaderna redovisas i tabell 5:

- Utrustning för kylförvaring (mikroorganismer, markfauna)
- Frystork (mikroorganismer)
- Datorer för bioinformatik (mikroorganismer)
- Ackreditering av laboratorium
- Flyttning av en sugfälla
- Inköp av fältutrustning (sporfällor, fallfällor, slaghåvar, markborrar)
- Inköp av utrustning för artbestämning i laboratorium (mikroskop m.m.)
- Fälthanddator med applikation för dokumentation och navigering i fält, GPS, system för dataöverföring till kontoret
- Formulär för inmatning av artuppgifter från laboratoriet till databasen

*Tabell 5: Totala kostnader för investeringar inför första årets datainsamling, basnivå/utökad nivå*

	Basnivå	Utökad nivå
Växtpatogener och mikroorganismer	300 000	350 000
Markfauna	1 002 000	1 002 000
Insekter och spindeldjur	120 000	190 000
Ogräs	105 000	175 000
<b>Summa</b>	<b>1 527 000</b>	<b>1 717 000</b>

## Ledning, datahantering och förvaltning

En mer fördjupad utredning behövs för att man ska få en realistisk bild av kringkostnader för t.ex. administration och support av datainsamling. En underskattning av sådana kostnader i uppstartsskedet kan leda till problem, förseningar och i förlängningen ökade kostnader och sämre kvalitet.

För administration av programmet behövs en tydlig organisation med flera fast anställda personer, som har som huvuduppgift att leda och administrera programmet. I ledningsarbetet ingår strategisk och operativ planering, ekonomi, ledning och stöd till laboratorieverksamheten samt administration av fältinventering, inklusive utbildning och support till fältpersonal. Programmet kommer också att behöva förvalta en hel del



laboratorie- och fältutrustning. Programmet bör ha personal som är ansvarig för dataförvaltning och databearbetning som grund för analyser, och det är viktigt att klargöra vilka behov som finns för regelmässig resultatrapportering i förhållande till mer tillfälliga eller situationsstyrda utredningar eller specialanalyser.

Följande funktioner kommer att behövas för ledning och förvaltning av ett löpande miljöövervakningsprogram:

1. Projektledare och ekonomiansvarig
2. Koordinator för markägarkontakter m.m.
3. Ansvariga för utrustning, utbildning och support för laboratorie- och fältpersonal
4. System- och databasansvarig
5. Metodik- och analysansvariga

Esseen m.fl. (2007) beskriver i detalj den typ av förberedelser och den utveckling av verktyg och rutiner som behövs för ett storskaligt, rikstäckande miljöövervakningsprogram med många inventeringsmoment. Erfarenheterna av att implementera de system som Esseen m.fl. (2008) förutser för NILS-programmet visar också att de synbart höga kostnaderna och de stora kraven på planering inte är orealistiska, utan nödvändiga för en effektiv verksamhet. En erfarenhet är också att ju tidigare man kan börja planera för och igångsätta sådana system, desto mer ändamålsenlig blir verksamheten och desto fler problem förebygger man. Till skillnad från NILS-programmet (Esseen m.fl. 2007) kommer ett åkermarksövervakningsprogram att i hög grad göra datainsamlingen i form av artbestämning och sekvensering i laboratorium, medan fältregistreringarna är mindre omfattande. Det ställer lägre krav på fältdatahantering och dataöverföring från fält, men högre krav på provhantering och arkivering m.m.

Innan noggranna och tillförlitliga uppskattningar kan tas fram, så krävs ett omfattande utredningsarbete, och det kan göras först när omfattningen och inriktningen på datainsamling och leveranser är någorlunda klar. Förslagsvis görs detta arbete under början av 2015, om medel finns. De kostnader vi visar nedan är alltså mycket grova uppskattningar (Tabell 6):

Den gemensamma administrationen av programmet kommer att i hög grad behöva hantera en omfattande laborativ verksamhet, med stora krav på kompetent personal och avancerad laborativ utrustning. Dessutom kommer ett flertal olika fältmoment att pågå samtidigt, och förberedelser, samordning och support av fältdatainsamlingen kräver att det ständigt finns personer på plats på kontoret. Rutiner för rekrytering av säsongsanställd personal behövs. Provhänteringen från fält till laboratorium och vidare till provarkiv förutsätter att utrustning och rutiner för detta är väl omhändertagna och finns på plats när de behövs.

Förutom normala projektledningsuppgifter finns följande arbetsuppgifter som är specifika för ett löpande åkermarksövervakningsprogram:

- Hålla kontakt med brukare och samla in uppgifter om brukande
- Förhandling med brukare om ev. bekämpningsmedelsfria ytor
- Ta fram fält för inventeringar riktade till vissa grödor
- Administrera och ge support till fältinventerare, i synnerhet för insekter och spindeldjur
- Hålla kontakt med Växtskyddscentraler, signaler om nya skadegörare
- Aktivera och styra inventering på tilläggsnivån
- Sköta och förvalta laboratorieutrustning
- Hantera lagring och arkivering av prover

Ett nystartat miljöövervakningsprogram kräver en noggrann utvärdering av arbetssätt och kvalitet, i så tidigt skede som möjligt. Ju snabbare problem och oklarheter åtgärdas, desto mer lättadministrerat och kvalitetssäkrat kommer programmet att bli på något års sikt. En stabil och långsiktig tillförlitlig dataserie kräver att kvalitetsproblem åtgärdas så snabbt som möjligt. Samtidigt som jämförbarhet över tiden förutsätter en viss stabilitet, så kommer också nya omvärldskrav, ny teknik och nya erfarenheter väcka behov av revideringar och tillägg i innehåll, metodik och arbetssätt. Sådana förändringar måste vara väl förberedda och förankrade hos beställare och andra intressenter. En stabil och kompetent operativ ledning som samtidigt kan bevaka strategiska frågor och vidmakthålla goda kontakter med omvärlden (inklusive forskare inom olika specialområden) är av största betydelse för kvaliteten och effektiviteten hos programmet.

I ledningen av programmet ingår också att knyta och vidmakthålla kontakter med brukare för insamling av information om brukningsåtgärder och grödor, liksom för överenskommelse om eventuella bekämpningsfria ytor inom fälten. Datainsamlingen måste utformas så att det utgör minsta möjliga störning för brukaren, så att en god och konstruktiv, kontinuerlig dialog kan upprätthållas.

*Tabell 6: Grov uppskattning av totala förvaltningskostnader för ett löpande program, per år.*

Ungefärliga förvaltningskostnader per år:	
Projektledning, ekonomi och planering	500 000
Koordination: omvärldsdata, utrustning och fältsupport	700 000
Databaser, inmatning/rättning och dokumentation	1 000 000
Databearbetning, analyser och rapportering	800 000
<b>Summa</b>	<b>3 000 000</b>

För att sammanfatta blir de totala kostnaderna för att driva programmet alltså uppskattningsvis 12,6 miljoner kr per år för basnivån och 15,9 miljoner kr på den utökade nivån (Tabell 3; Tabell 6). Tilläggsinventeringen kostar ungefär 2,0 miljoner kr per år (Tabell 4), vilket på den mest ambitiösa nivån alltså blir en totalkostnad för det löpande programmet på ungefär 18 miljoner kr per år, med reservation för att kostnaderna för ledning och förvaltning måste utredas vidare..

Investeringar för utrustning m.m. inför igångsättandet av det löpande programmet motsvarar en engångskostnad på 1,5-1,7 miljoner kr (Tabell 5). Till det kommer arbetet med att förankra och utveckla förslaget och att göra metodtester, där bland annat ingår att planera, utforma och dimensionera ledningen och förvaltningen av programmet. En mer detaljerad plan för det arbetet har inte tagits fram inom detta projekt, men det kan vara lämpligt att det utvecklingsarbetet och testerna genomförs under år 2015 och 2016 (se nedan).

## Tillgängliggörande av resultat

Redan i ett tidigt stadium i ett löpande miljöövervakningsprogram är det viktigt att planera för hur resultaten i slutänden ska presenteras för beställare och andra användare samt för allmänheten. Det påverkar beräkningen av löpande kostnader, eftersom man måste dimensionera för alla steg av datahantering, analys och rapportering, men en genomtänkt och grundligt genomförd utredning av vad som ska tillgängliggöras och i vilken form är också till stor hjälp när man ska styra innehållet och dimensioneringen. I kommunikationen mellan beställare och utförare av miljöövervakning är det en stor hjälp att så tidigt och så konkret som möjligt klargöra hur leveranser ska se ut och vilka mål de ska sträva mot.

Det finns många olika format och möjliga inriktningar för hur resultaten ska presenteras och tillgängliggöras:

1. Standardrapportering, ev. årsrapport till beställaren
2. Utvärderingar och tematiska sammanställningar
3. Underlag för offentliga utredningar, rapportering, miljömålsindikatorer
4. Underlag för rådgivning och utformning av styrmedel, exempelvis bevakning av ökande och invasiva skadegörare i samverkan med andra aktörer
5. Användning inom forskning
6. Webbportal

Exempelvis kan olika typer av standardrapporter tas fram med vissa intervall, exempelvis en gång per inventeringsvarv, vart femte år. En möjlighet är också att mer frekvent ta fram tematiska rapporter. Som jämförelse tar Riksskogstaxeringen fram årliga rapporter som innehåller både generell statistik baserad på glidande medelvärden och särskilt framtagna resultat inom ett specifikt ämnesområde (jfr. Nilsson m.fl. 2013).

Baserat på en plan för hur data ska sammanställas och hur leveranserna ska se ut, bör också vissa rutiner för standardanalyser tas fram, exempelvis skript som underlättar formatering eller aggregering av data för bearbetningar som görs regelmässigt.

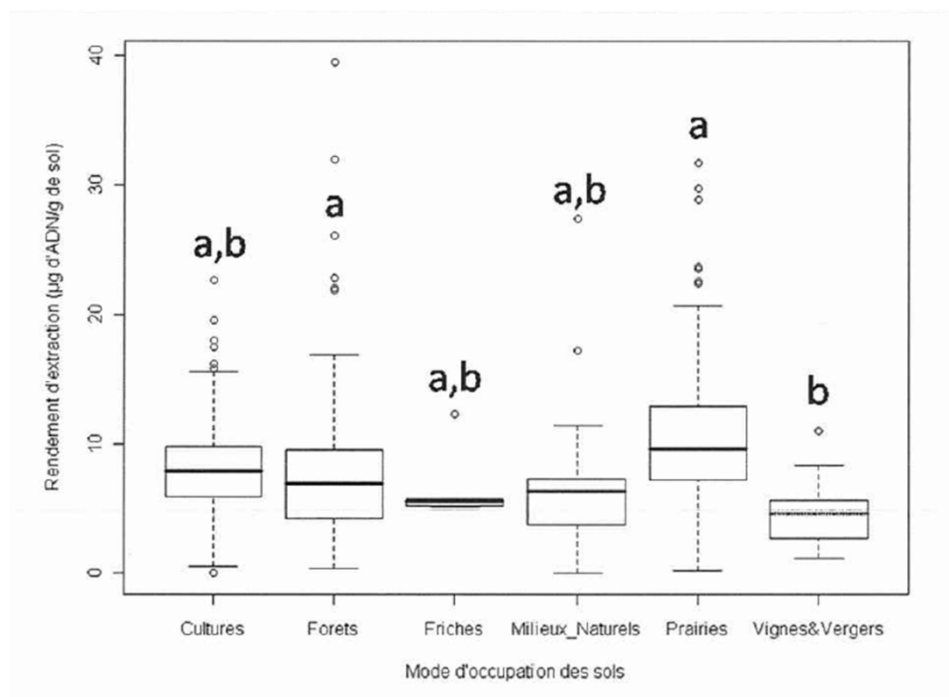
#### **Dataredovisning: exempel från Frankrike**

Ett exempel på ett i viss mån liknande initiativ som den åkermarksövervakning som beskrivs i denna rapport, är det pågående programmet ECOMIC-RMQS i Frankrike (Ranjard m.fl. 2010), där jordprover har tagits i ett rutnät över hela landet. Provtagningen är alltså inte begränsat till odlingsjord. Genom programmet har man bland annat uppmärksammat att jordar i vingårdar har en mycket låg mikrobiell biomassa och diversitet. Detta har nu resulterat i ett uppföljningsprojekt för att utreda orsaker till och konsekvenser av den låga diversiteten och ett projekt tillsammans med vinodlarna där man undersöker möjligheter att modifiera brukningsmetoderna och utveckla odlingsystem som möjliggör goda produktionsmöjligheter utan att utarma markmikrofloran (P. Plassart, muntl.).

Här presenteras utvalda data från programmet som exempel på hur markbiologisk artinformation kan presenteras och utvärderas.

### Exempel 1:

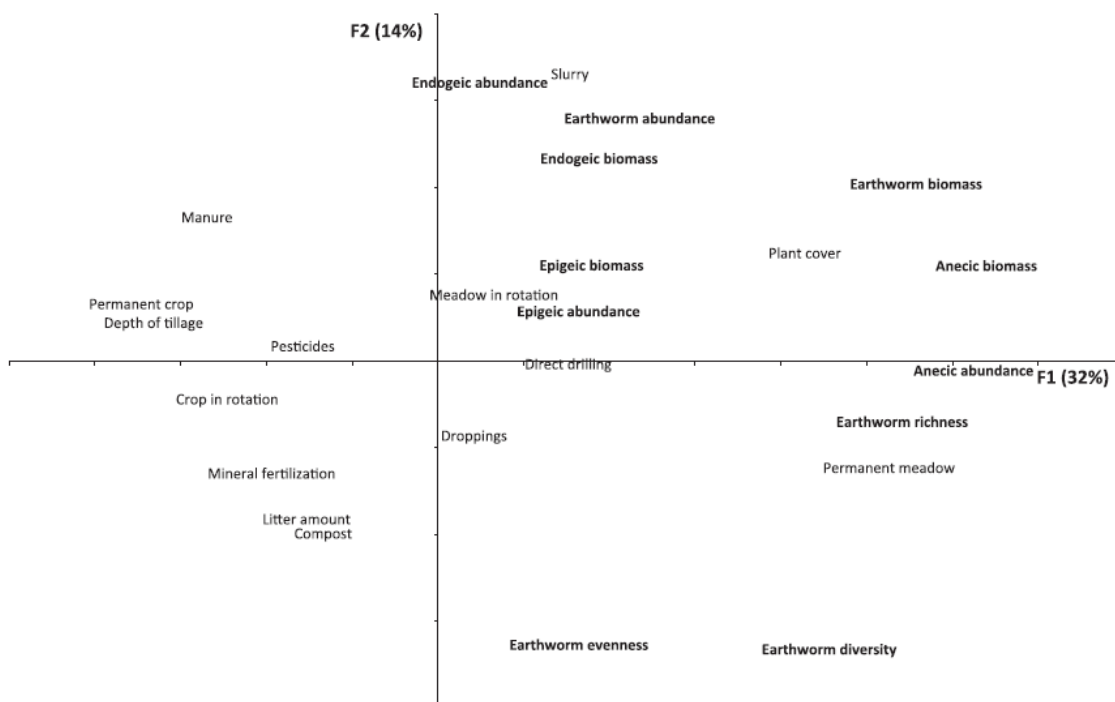
För att sammanfatta grövre mått såsom index och biomassamätningar i olika grödor kan medelvärden och variation för olika typer av exempelvis brukningsmetoder (Figur 5)



Figur 5: Exempel på redovisning av hur enklare mått, i detta fall mängd extraherat DNA, kan redovisas per landskapstyp. I exemplet är mängden DNA lägre i vingårdarna (boxen längst till höger). Bokstäverna ovanför boxarna markerar statistiskt signifikanta skillnader mellan de olika kategorierna, där boxen till höger (vingårdar och fruktodlingar, markerad med b) är skild från nummer två (skogar) och nummer 5 (gräsmarker) från vänster.

## Exempel 2

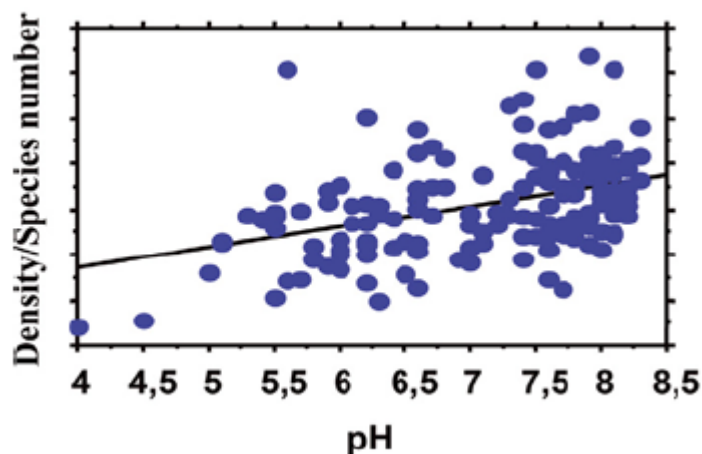
I en delstudie undersöks odlingssystemets påverkan på olika markorganismer. Exemplet (Figur 6) visar effekten av olika miljövariabler på förekomst och sammansättning av daggmaskar. Efter att data korrigerats för effekter av jordart och provtagningstidpunkt kunde effekter av odlingssystem och miljöfaktorer urskiljas. Man såg bland annat att daggmaskar generellt såväl som uppdelat på olika ekologiska grupper var vanligast i permanent vall (Ponge m.fl. 2013).



Figur 6: Exempel på redovisning av odlingssystemets påverkan på markorganismer från det franska programmet ECOMIC-RMQS. Analysen kallas Partial redundancy analysis. Daggmaskdata är markerade med fetstil, miljövariabler anges i normal text (Ponge m.fl. 2013).

### Exempel 3

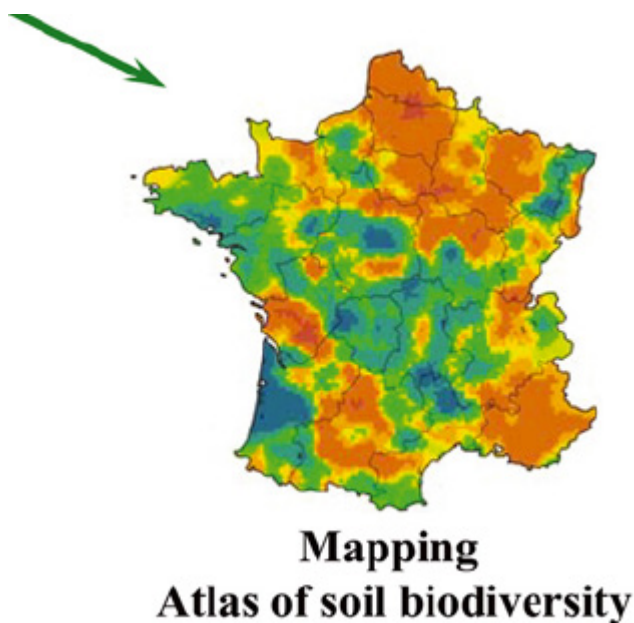
Enkla data som biomassa, eller olika typer av index kan analyseras med avseende på effekter av kontinuerliga miljövariabler såsom pH (Figur 7).



Figur 7: Exempel från programmet ECOMIC-RMQS som visar effekter av kontinuerliga miljövariabler, exempelvis pH, på förekomst eller diversitet av olika organismgrupper (Ranjard m.fl. 2010).

#### Exempel 4:

För vanliga arter som antas representeras väl i provtagningen och för index av olika slag kan redovisning i form av kartor vara en möjlighet (Figur 8). Vid en provtagning som är inriktad mot odlingsmark måste det även framgå av redovisningen hur intensiv provtagningen varit i olika regioner.



*Figur 8: Ett exempel från programmet ECOMIC-RMQS där data redovisats i form av utbredning över landets yta (från Ranjard m.fl. 2010).*

### Fortsatt planering och utredning

De förslag som presenteras i denna rapport är första steget mot ett eventuellt löpande miljöövervakningsprogram. Innan ett sådant program kan gå igång i full skala, är det ett stort antal förberedelser som måste göras, som kräver planering, tid och resurser och som påverkar hur det slutgiltiga resultatet blir.

### Detaljer i metodik och design

Detta utvecklingsprojekt har tills nu fokuserat på att lägga grunden med ett rikstäckande, representativt stickprov som så långt möjligt är gemensamt för alla organismgrupper och som maximerar samordningen med befintlig åkermarksövervakning. Detta kommer förmodligen att utgöra den volymmässigt största och mest grundläggande delen av övervakningsprogrammet. För att en rättvisande totalbild av tillståndet i hela landet ska



kunna ges och en möjlighet till jämförelser mellan regioner och landskaps-typer i hela landet, så är en sådan basnivå helt nödvändig. Alla mer fördjupande och riktade moment i ett övervakningsprogram måste på olika sätt förhålla sig till och bygga vidare på denna grunddesign. Innan ett så omfattande program drar igång måste förslagen förankras och utvärderas av flera olika berörda intressenter. Om det då blir förändringar i grunddesignen, kommer det i sin tur att i hög grad påverka eventuella tilläggsmoment.

Följande moment har diskuterats som nästa steg i utvecklingsarbetet, med fokus på tilläggsnivån med fördjupad eller riktad inventering av skadegörare samt fördjupning kring samordningen med Växtskyddscentralerna och deras prognos- och varningsverksamhet:

1. Fördjupning kring tilläggsnivån – konkretisering av det praktiska genomförandet, organisation och förväntade resultat. Utformning av ett signalsystem för hur riktade inventeringar av invasiva, nyinkomna och expanderande skadegörare kan utformas, med underlag från t.ex. växtskyddscentralernas prognos- och varningsverksamhet och från Artportalen. Finns andra behov av att styra delar av stickprovet, t.ex. så att både konventionell och ekologisk odling blir väl representerat?
2. Konkretisering av samordningen med växtskyddscentralerna, i form av exempelvis möten, seminarier och workshops. Där bör diskuteras hur man ska maximera samordningen samt, praktiska frågor och plan för genomförande, konsekvenser och vinster för den pågående verksamheten. Kan exempelvis en del av växtskyddscentralernas avräkningar av skadegörare styras utifrån den här föreslagna designen, och förbättrar det i så fall representativiteten och möjligheten till jämförelser?
3. Ytterligare förankring och behov av förberedelser inför igångsättande av ett löpande miljöövervakningsprogram, inklusive en mer detaljerad tidsplan och behov av utrustning. En mer detaljerad genomgång av vilka personal- och lokalresurser som behövs, exempelvis certifiering av laboratorier.

Så snart den ungefärliga omfattningen och inriktningen av det blivande programmet börjar klarna, så är det angeläget att genomföra metodtester som belyser samordningen och arbetsflöden för de olika delar som ska ingå i det löpande programmet. Själva datainsamlingen och provhanteringen bygger på väl utprovade standardmetoder, så det huvudsakliga behovet gäller att belysa hur delarna hänger samman i det praktiska arbetet, vilka eventuella samordningsvinster som finns och vilka gemensamma rutiner som måste vara upparbetade för att arbetet ska fungera effektivt och stabilt.

## Tidsplan för fortsatt utveckling och etablering

### Behov av ytterligare förberedelser

Innan ett löpande miljöövervakningsprogram kan gå i full, löpande drift krävs ett antal ytterligare steg i utvecklingsarbetet. Som nämns ovan, så återstår en del arbete med att utforma och förankra förslagen kring tilläggsnivån som handlar om riktade inventeringar och samordningen med växtskyddscentralernas verksamhet. Förhoppningsvis kan detta arbete till stor del genomföras redan under 2014.

Många delar av det vidare arbetet är dock beroende av att vi har en ungefärlig uppfattning om programmets omfattning och organisation, och där behövs en tydlig signal från beställaren om vad som är en önskvärd och realistisk omfattning och inriktning. När omfattningen av själva datainsamlingen och förväntningarna på resultatleveranser har tagit tydligare form, finns förutsättningarna för att mer i detalj utforma förslag till administration och förvaltning av ett löpande program. Först då kan vi göra en riktigt genomarbetad uppskattning av de löpande kostnaderna, och delvis är det också en prioriteringsfråga hur mycket av fördjupande analyser och utvärderingar som ska ingå i det löpande uppdraget, och hur mycket som görs separat, av andra aktörer och/eller med annan finansiering.

För att uppskattningen av löpande kostnader ska bli realistisk behöver alltså den långsiktiga planeringen påbörjas så tidigt som möjligt. Att skapa en datahanteringskedja som redan från början är så genomtänkt, lättanvänd och "felsäker" som möjligt (se ovan), förebygger många tekniska problem och behov av rättningar och korrigeringar i efterhand. Detta gäller inte bara stegen fram till databasen, utan i lika hög grad utplock från databasen, beräkningar och analyser. En ständig diskussionsfråga inom miljöövervakning är om de långsiktiga programmen bara ägnar sig åt att samla in data, eller om något användbart också kommer ut av dem. Den frågan vill man helst kunna svara på från dag ett, och då måste det också finnas resurser avsatta för att plocka ut, sammanställa och presentera resultat.

Sammanfattningsvis ingår följande moment i planeringen av etableringsarbetet:

1. Genomarbetad plan och kostnadsuppskattning för administration och förvaltning
2. Förberedelser och plan för fältarbete, personalbehov och löpande rutiner
3. Utformning av datahanteringskedja och systemförvaltning
4. System för insamling och hantering av omvärldsdata, kontakt med brukare
5. Flerårsplan för rapportering och utvärdering

Man behöver också ta ställning till i vilken mån det behövs regelrätta metodtester, för att man ska få en realistisk bild av kostnaderna för datainsamlingen. Som nämns ovan, är många av de metoder vi föreslår standardmetoder, men det vi behöver testa är helheten, inklusive samordning och ledning av datainsamlingen, support till en stor grupp fältinventerare, överföring av data och kostnader för resor. Andra frågor är att utvärdera kontakten med brukarna och möjligheten att få uppgifter om för att kunna styra inventeringen på tilläggsnivån. För att sådana tester ska bli realistiska och rättvisande, måste de ha en viss omfattning (ett antal inventerare, ett stort geografiskt område), och det måste finnas tid för utvärdering. Troligen behöver en stor del av året innan igångsättandet av det löpande programmet ägnas åt sådana tester.

6. Fältinventering och insamling av prover för alla ingående fältmoment
7. Överföring och felkontroll av data från fält
8. Provhäntering, artbestämning och inmatning av data i formulär

När ramarna för verksamheten är satta, så kan det konkreta förberedelsearbetet sätta igång. En kritisk fas är förstås rekrytering av personal. I första skedet behövs en programledning som kan utforma de administrativa verktygen och leda arbetet med att etablera programmets verksamhet. Eventuell kan man i början utse en tillfällig "etableringsgrupp", där några eller alla kan gå vidare med att leda det löpande programmet. Därefter behöver man rekrytera den personal som ska bygga och använda systemen för laboratoriearbete, förvaltning och datahantering, exempelvis laboratoriepersonal och databasansvariga. Lokaler och utrustning måste införskaffas.

I det konkreta arbetet med etablering av den löpande verksamheten ingår t.ex. följande:

9. Rekrytering och utbildning av personal
10. Etablering av organisation och administrativa rutiner
11. Ackreditering av laboratorium
12. Inköp av utrustning, utformning av arbetsinstruktioner, formulär, lagring och arkivering
13. Skapande av databas samt verktyg för dataöverföring och kvalitetssäkring
14. Etablering av analysrutiner och -verktyg, webbportal

### **Förslag till tidsplan**

Innan ett långsiktigt, löpande miljöövervakningsprogram sätter igång i full skala, behöver alltså en mängd förberedelser göras, för att alla detaljer i utformningen ska vara väl genomtänkta och förankrade, och för att utrustning, administration och personal ska finnas på plats:

Hösten 2014: Förankring av förslagen, remisser och workshops, besked om ev. fortsatt utveckling

År 2015: Utformning och kostnadsberäkning för ledning, administration och dataförvaltning, rekrytering och organisation av etableringsgrupp, planering

År 2016: Etablering av förvaltning, inköp av utrustning, metodtester, organisation av laboratorieverksamhet, utvärdering och justering av rutiner, instruktioner och arbetsverktyg

År 2017: Igångsättande av löpande miljöövervakning i full skala

## Referenser

- Adolfsson M, Génétay C, Moström J, Norman P & Sohlenius R 2011. Kulturmiljöövervakning genom NILS-programmet, ver. 1.0. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- Andersson I, Hallbäcken L, Lindroth S, Adelsköld G, Barret-Ripa M, Asplund M & Kyllmar K 2013. Kvalitetsguide för datahantering inom SLU:s fortlöpande miljöanalys. SLU, Miljödatastöd. Uppsala.
- Andersson L, Andersson M, Milberg P, Norell L & Pye A 2012. Metodutveckling för fortlöpande inventering av ogräsfloras sammansättning. Jordbruksverket, Rapport 2012:10, Bilaga 2 a. Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10\\_Bil\\_2.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10_Bil_2.pdf)
- Andersson L (2012) Direkta och indirekta effekter av ett förändrat klimat på förekomsten av ogräs. Vässa växtskyddet för framtidens klimat – hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat. Rapport 2012:10, Bilaga 2 b, Jordbruksverket, Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10\\_Bil\\_2.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10_Bil_2.pdf)
- Andersson L, Karlsson LM, Milberg P & Pye A (2012) Metod för detektering och uppföljning av förekomst av arter som är potentiellt framtida ogräs eller expanderande ogräs. Vässa växtskyddet för framtidens klimat – hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat. Rapport 2012:10, Bilaga 2 c, Jordbruksverket, Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10\\_Bil\\_2.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10_Bil_2.pdf)
- Andreasen C & Stryhn H 2008. Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Research* 48, 1–9.
- Andrén O, Lindberg T, Paustian K, Rosswall T 1990. Ecology of arable land – organisms, carbon and nitrogen cycling. *Ecological Bulletins* 40:201-222.
- Berlin A 2012. Rapport om användning av sporfällor för detektion och prognos av växtpatogener. Jordbruksverket, Rapport 2012:10, Bilaga 3. Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10\\_Bil\\_3.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10_Bil_3.pdf)
- Boag B & Yeates GW 2001. The potential impact of the New Zealand flatworm, a predator of earthworms, in Western Europe. *Ecological Applications* 11:1276–1286.
- Bommarco R, Wetterlind S & Sigvald R 2007. Cereal aphid populations show strong density dependence in non-crop habitats. *Journal of Applied Ecology* 44:1013-1022.
- Bongers T 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83:14-19.

- Coleman DC, Crossley DA Jr, Hendrix PF 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Elsevier Academic Press, 2nd edition.
- Eriksson J, Mattsson L & Söderström M 2010a. Tillståndet i svensk åkermark och gröda. Data från 2001-2007. Naturvårdsverket, Rapport 6349. Stockholm.
- Eriksson Å, Sandring S, Cronvall E, Gallegos Torell Å, Glimskär A, Bergman K-O, Hedström Ringvall A & Svensson J 2010b. Uppföljning av kvalitetsförändringar i ängs- och betesmark via NILS år 2010. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 316. Umeå.
- Esseen P-A, Christensen P, Förste J, Holm S, Högström M, Lagerkvist K, Marklund L, Ringvall A, Stensson J, Sundquist S, Wikberg J & Åkesson H 2008. Från datafångst till datavärdskap – översyn av datahanteringen i Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS). SLU, inst. för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 208. Umeå.
- European Commission 2010. *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Final report [Contract 07.0307/2008/517444/ETU/B1]
- Faber JH, Creamer RE, Mulder C, Römbke J Rutgers M, Sousa JP, Stone D & Griffiths BS 2013. The practicalities and pitfalls of establishing a policy-relevant and cost-effective soil biological monitoring scheme. *Integrated Environmental Assessment and Management* 9:276–284.
- Glimskär A, Löfgren P & Ringvall A 2005. Uppföljning av naturvärden i ängs- och betesmarker via NILS – statistisk utvärdering och förslag till design. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, Arbetsrapport 146. Umeå.
- Hill MO 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Hyvönen T, Ketoja E, Salonen J, Jalli H & Tiainen J 2003 Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 97:131-149.
- James SW, Porco D, Decaëns T, Richard B, Rougerie R & Erséus C 2010. DNA barcoding reveals cryptic diversity in *Lumbricus terrestris* L., 1758 (Clitellata): resurrection of *L. herculeus* (Savigny, 1826). *PLoS ONE* 5 (12): e15629.
- Jensen PK, Bibard V, Czembor E, Dumitru S, Foucart G, Froud-Williams R-J, Jensen JE, Saavedra M, Sattin M, Soukup J, Palou AT, Thibord J-B, Voegler W & Kudsk P 2011. Survey of weeds in maize crops in Europe. DJF Report Agricultural Science no 149, April 2011, 44 pp.
- Jordbruksverket 2012a. Vässa växtskyddet för framtidens klimat. Hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat. Jordbruksverket, Rapport 2012:10. Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10.pdf)

- Jordbruksverket 2012b. Övervakningssystem för odlingslandskapets natur- och kulturvärden. Jordbruksverket, Rapport 2012:25. Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_25.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_25.pdf)
- Kibblewhite MG, Jones RJA, Montanarella L, Baritz R, Huber S, Arrouays D, Micheli E, Stephens M (eds) 2008. Environmental Assessment of Soil Monitoring Volume VI: Soil Monitoring System for Europe. EUR 23490 EN/6, Office for the Official Publications of the European Communities Luxembourg, 72 pp.
- Magurran AE 2004. Measuring Biological Diversity, Blackwell Publishing.
- Marklund H 2008. Sötvatten – revision av nationell miljöövervakning 2007. Naturvårdsverket, Rapport 5870. Stockholm.
- Mehrtens J, Schulte M & Hurler K 2005. Unkrautflora in Mais: Ergebnisse eines monitorings in Deutschland. *Gesunde Pflanzen* 57:206-218.
- Murchie AK & Gordon AW 2013. The impact of the 'New Zealand flatworm', *Arthurdendyus triangulates*, on earthworm populations in the field. *Biological Invasions* 15:569-586.
- Naturvårdsverket 2012. Sammanställd information om ekosystemtjänster. Skrivelse 2012-10-31, Naturvårdsverket. Stockholm.
- Nilsson P, Cory N, Fridman J & Kempe G 2013. Skogsdata 2013. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Olika mått på skogens ålder och trädslagssammansättning. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning. Umeå.
- Pielou EC 1966. Measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13:131-&.
- Ponge JF, Peres G, Guernion M, Ruiz-Camacho N, Cortet J, Pernin C, Villenave C, Chaussod R, Martin-Laurent F, Bispo A & Cluzeau D 2013. The impact of agricultural practices on soil biota: A regional study. *Soil Biology and Biochemistry* 67:271-284.
- Rabinowicz E & Kaspersson E 2010. Redovisning av uppdrag om halvtidsutvärdering av Landsbygdsprogram för Sverige 2007–2013. SLU, NL-fakulteten och inst. för ekonomi. Uppsala.
- Ranneby B, Cruse T, Hägglund B, Jonasson H & Swärd J 1987. Designing a new national forest survey for Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 177.
- Ralstogi G, Coaker GL & Leveau HJ 2013 New insights into the structure and function of phyllosphere microbiota through high-throughput molecular approaches. *FEMS Microbiology Letters* 348:1-10.
- Ranjard L, Dequiedt S, Jolivet C, Saby NPA, Thioulouse J, Harmand J, Loisel P, Rapaport A, Fall S, Simonet P, Joffre R, Boure NCP, Maron PA, Mougél C, Martin MP, Toutain B, Arrouays D & Lemanceau P, 2010. Biogeography of soil microbial communities: a review and a description of the ongoing french national initiative. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 359-365.

- Ringvall A, Ståhl G, Löfgren P & Fridman J 2004. Skattningar och precisionsberäkning i NILS – Underlag för diskussion om lämplig dimensionering. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, Arbetsrapport 128. Umeå.
- Ruf A & Beck L 2005. The use of predatory soil mites in ecological soil classification and assessment concepts, with perspectives for oribatid mites. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62:290–299.
- SIS 2011a. Soil quality – Sampling of soil invertebrates – Part 1: Hand-sorting and formalin extraction of earthworms, SS-EN ISO 23611-1:2011.
- SIS 2011b. Soil quality – Sampling of soil invertebrates – Part 2: Sampling and extraction of micro-arthropods (Collembola and Acarina), SS-EN ISO 23611-2:2011.
- SIS 2011c. Soil quality – Sampling of soil invertebrates – Part 4: Sampling, extraction and identification of soil-inhabiting nematodes, SS-EN ISO 23611-4:2011.
- Statskontoret 2012. Miljöövervakning – kartläggning och analys. Statskontoret 2012:12. Stockholm.
- Stouffer DB & Bascompte J 2010. Understanding food-web persistence from local to global scales. *Ecology Letters* 13:154-161.
- Ter Heerdt GNJ, Verweij GL, Bekker RM & Bakker JP 1996. An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 1:144-151.
- Thierfelder T 2012. Statistisk genomlysning av Jordbruksverkets växtskyddscentralers prognos- och varningsverksamhet. Jordbruksverket, Rapport 2012:10, Bilaga 10. Jönköping.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_10\\_Bil\\_10.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_10_Bil_10.pdf)
- Turbé A, De Toni A, Benito P, Lavelle P, Lavelle P, Ruiz N, van der Putten WH, Labouze E & Mudgal S 2010. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG Environment).



## Bilagor

*Appendix 1. Informationsbehov för gård, åker, jord m.m. inom ett övervakningsprogram och samordning med pågående program (mark- och grödoinventeringen, blockdatabasen)*

	Övervaknings- program Basdesign	Mark- och grödo- inventeringen	Block- databasen
<b>Landskapsstruktur /-utformning</b>			
Relativ täckning av skog, plöjd jordbruksmark och gräsmarker inom 2-5 km radie	x		x
Odlade grödor i landskapet	x		
<b>Ruderatmarkstyp</b>	x		
<b>Åker</b>			
Fältstorlek	x		x
Gröda	x		
Följearter	x	x	
Förfukt, förförfukt	x		
Generell växtföljd	x		
Ogräsförekomst	x		
Planttäthet	x		
Växtsamhällets sammansättning och blomförekomst	x (i fältkant)		
Växtföljd med/utan vall	x		
<b>Gårdinformation</b>			
Ekologisk/konventionell drift	x		
<b>Skördestatistik</b>			
för fältet	x		
för området	x	SCB	
Makronäringsämnen (höstvet, vårkorn, havre)		x	
Spårelement		x	
<b>Herbicer</b>			
Frekvens	x		
Typ (örtogräs-/gräsherbicer)	x		
Tidpunkt (höst/vår)	x		
<b>Gödsling</b>			
Frekvens	x		
Typ (mineralgödsel, stallgödsel, gröngödsling)	x		
<b>Jordbearbetning</b>			
Stubbearbetning (frekvens + tidpunkt)	x		
Plöjning (frekvens + tidpunkt)	x		
System med/utan plöjning	x		

<b>Jordinformation</b>			
Jordart	x	x	
Texturanalys (kornstorlek)	x		
Bulk densitet [g cm <sup>-3</sup> ]	x		
Volym luftfyllda porer [%]	x		
P-status	x	x	
K-status	x	x	
pH	x	x	
Organiskt C i översta markskiktet	x	x	
C/N	x	x	
N	x	x	
Makronäringsämnen (höstvet, vårkorn, havre)		x	
Spårelement		x	
Radioaktivt cesium i jord och vall		utvalda regioner	
<b>Klimat, väderdata</b>			
vid insamling: markfuktighet	x		
Marktemperatur (månatsmedel, 10 cm djupt)	x		
Nederbörd (månatsmedel)	x		
<b>Koordinater</b>	x	x	x

*Appendix 2. Kostnader för inventering av växtpatogener och andra mikroorganismer i åkermark (grön = basnivå; orange = utökad nivå inkl. bas; gul = tilläggsnivå).*

	Basdesign		Utökad design basdesign + provtagning av sporfallor + sekvensering av mykorrhiza		Tillägg  exempel: kostnader för 50 prover	
<b>Totalt antal fält</b>	1000		1000			
<b>Omloppstid [år]</b>	5		5			
<b>Antal fält per år</b>	200		200			
<b>Antal besök per fält</b>	1		1			
<b>Antal personer / fält</b>	1		1			
<b>Antal fält per dag</b>	2		2			
<b>Antal prover per år</b>	200		200		50	
<b>Initialkostnader</b>	Arbets- tid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbets- tid [månader]	Material- kostnad [SEK]		
<b>Initialkostnader som material m.m.:</b>						
Frystork	200 000		200 000			
Datorer bioinformatik	100 000		100 000			
Sporfallor, 10 st			50 000			
	Person- månader	0	0	0		
	Material [SEK]	300 000	350 000	350 000		
<b>Initialkostnad totalt [SEK]:</b>	300 000		350 000			
<b>Övervaknings- kostnader</b>	Arbets- tid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbets- tid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbets- tid [månader]	Kostnad [SEK]
<b>Provtagning:</b>						
Resor och provtagning	5,0		5,0			
Kyllagring		50 000		50 000		
Provtagningsmaterial		25 000		25 000		
Provtagning sporfallor			1,0	10 000		
Resor och provtagning					1,5	
Kyllagring						10 000
Provtagningsmaterial						6 000
<b>Provberedning</b>						
jordprover		360 000	1,0	10 000		

växtdelar		70 000	1,0	10 000		
sporfällor			0,5	5 000		
jordprover					0,25	2 500
växtdelar					0,25	2 500
<b>DNA extraktion och PCR</b>						
DNA - jord	1,0	50 000	1,0	50 000		
DNA - växtdelar	1,0	100 000	1,0	100 000		
DNA - sporfällor			1,0	50 000		
DNA - jord					1,0	12 000
DNA - växtdelar					1,0	20 000
<b>Sekvensering</b>						
sekvensering - jord						
1. svamp		50 000		50 000		
2. bakterier				50 000		
3. oomyceter, mykorriza, etc				50 000		
sekvensering - växt		50 000		50 000		
sekvensering - sporer				50 000		
1. svamp						10 000
2. bakterier						10 000
3. oomyceter, mykorriza, etc						10 000
sekvensering - växt						10 000
<b>Uppskattning av biomassa jord</b>		50 000		50 000		
<b>Uppskattning av biomassa jord</b>						12 000
<b>Provarkivering</b>		25 000		25 000		6 000
<b>Provarkivering</b>						6 000
<b>Dataanalys:</b>						
Bioinformatik/stat jord	2,0		4,0			
Bioinformatik/stat växt	3,0		3,0			
Bioinformatik/statistik sporer			2,0			
Bioinformatik/stat jord					0,5	
Bioinformatik/stat växt					0,5	
<b>Artbestämningsresurs:</b>	2,0	30 000	2,0	30 000		
	<b>Person- månader</b>	<b>14</b>		<b>22,5</b>		<b>5</b>
	<b>Material [SEK]</b>	<b>860 000</b>		<b>665 000</b>		<b>117 000</b>
<b>Övervaknings- kostnader totalt [SEK]:</b>		<b>1 840 000</b>		<b>2 240 000</b>		<b>467 000</b>



Appendix 3. Kostnader för inventering av markfauna i åkermark (grön = basnivå; orange = utökad nivå inkl. bas; gul = tilläggsnivå).

	Basdesign		Utökad design basdesign + provtagning av insektslarver och rovkvalster		Tillägg exempel: kostnader för 50 fält (plattmaskar, invasiva nematoder)	
<b>Totalt antal fält</b>	1 000		1 000		50	
<b>Omloppstid [år]</b>	5		5			
<b>Antal fält per år</b>	200		200			
<b>Antal besök per fält</b>	1		1		1	
<b>Antal personer / fält</b>	2		2		2	
<b>Antal fält per dag</b>	2		2		2	
<b>Initialkostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]		
<b>Initialkostnader som material m.m.:</b>						
Kylrum		100 000		100 000		
Utdrivningsapp. för mesofauna (Tullgren)		270 000		270 000		
Utdrivningsapp. för nematoder (Baermann)		130 000		130 000		
Mikroskop nematoder		200 000		200 000		
Luppar		140 000		140 000		
Luppar för nematoder		160 000		160 000		
Lampor		2 000		2 000		
	Person- månader	0		0		
	Material [SEK]	1 002 000		1 002 000		
<b>Initialkostnad totalt [SEK]:</b>		1 002 000		1 002 000		
<b>Övervaknings- kostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Kostnad [SEK]
<b>Provtagning:</b>						
Resor och provtagning	10,0		10,0			
Fältverktyg		38 000		38 000		
Förbrukningsmat. i lab.		210 000		210 000		
Resor och provtagning					2,5	
Fältverktyg						7 600
Förbrukningsmat. i lab.						52 500

<b>Provberedning</b>			
Handsortering och artbest. daggmaskar	24,0	24,0	
Utdrivning och artbest. collemboler	14,0	14,0	
Utdrivning och artbest. nematoder	7,0	7,0	
Artbest. insektslarver		3,0	
Artbest. rovkvalster		3,0	
Handsortering och artbest. plattmaskar			6,0
Utdrivning och artbest. nematoder			2,0
<b>Dataanalys:</b>			
Datainläggning	2,0	2,0	
Datainläggning		1,5	
Datainläggning			0,5
	<b>Person- månader</b>	<b>57</b>	<b>65</b>
	<b>Material [SEK]</b>	<b>248 000</b>	<b>248 000</b>
			<b>11</b>
			<b>60 100</b>
<b>Övervaknings- kostnader totalt [SEK]:</b>	<b>4 238 000</b>	<b>4 763 000</b>	<b>830 100</b>

Appendix 4. Kostnader för inventering av insekter och spindeldjur i åkermark (grön = basnivå; orange = utökad nivå inkl. bas; gul = tilläggsnivå).

	Basdesign		Utökad design basdesign + skadegörarinventering i raps, korn, baljväxter		Tillägg exempel: inventering av 50 fält (inkl. naturliga fiender)	
<b>Totalt antal fält</b>	1000		1550		50	
<b>Omloppstid [år]</b>	5		5			
<b>Antal fält per år</b>	200		310			
<b>Antal besök per fält</b>	6		6		6	
<b>Antal personer / fält</b>	1		1		1	
<b>Antal fält per dag</b>	4		3		3	
<b>Antal sugfällor</b>	6		6			
<b>Initialkostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]		
<b>Initialkostnader som material m.m.:</b>						
Flyttning av sugfälla		50 000		50 000		
Mikroskop		70 000		70 000		
Mikroskop				70 000		
	Person- månader	0		0		
	Material [SEK]	120 000		190 000		
<b>Initialkostnad totalt [SEK]:</b>	120 000		190 000			
<b>Övervaknings- kostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Kostnad [SEK]
<b>Provtagning:</b>						
Fältinventering	15,0		15,0			
Resor för fältinv.		40 000		40 000		
Material (fällor m.m.)		10 000		10 000		
Driftskostnad sugfällor		50 000		50 000		
Arbete drift sugfällor	3,5		3,5			
Material för sugfällor		25 000		25 000		
Urval av fält			2,5			
Fältinventering			22,5			
Resor för fältinv.				40 000		
Material (fällor m.m.)				10 000		
Fältinventering					5,0	



Resor för fältinv.			20 000
Material (fällor m.m.)			4 000
<b>Provberedning</b>			
Artbest. naturliga fiender, pollinatörer	7,5	7,5	
Artbest. sugfällor	6,0	6,0	
Material laboratorium	5 000	5 000	
Artbest. nat. fiender		4,0	
Material laboratorium		2 000	
Artbest. nat. fiender			1,0
Material laboratorium			1 000
<b>Dataanalys:</b>			
Datainläggning	1,0	1,0	
Grundläggande statistisk utvärdering	1,0	1,0	
Datainläggning		1,0	
Grundläggande statistisk utvärdering		1,0	
Datainläggning			0,5
Grundläggande statistisk utvärdering			1,0
	<b>Person- månader</b>	<b>34</b>	<b>65</b>
	<b>Material [SEK]</b>	<b>130 000</b>	<b>182 000</b>
<b>Övervaknings- kostnader totalt [SEK]:</b>	<b>2 510 000</b>	<b>4 732 000</b>	<b>550 000</b>

Appendix 5. Kostnader för inventering av ogräs i åkermark (grön = basnivå; orange = utökad nivå inkl. bas; gul = tilläggsnivå).

	Basdesign		Utökad design basdesign + inventering i obesprutade rutor		Tillägg exempel: inventering av indikatorgröda i 50 fält	
<b>Totalt antal fält</b>	2000 (fröbank 1000)		2000 (fröbank 1000)		50	
<b>Omloppstid [år]</b>	5		5		1 till 5	
<b>Antal fält per år</b>	400 (fröbank 200)		400 (fröbank 200)		50	
<b>Antal besök per fält</b>	1		1		2	
<b>Antal personer / fält</b>	1		1		1	
<b>Antal fält per dag</b>	4		4		4	
<b>Ruderatmark: antal populationer</b>	50		50		50	
<b>Initialkostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]		
<b>Initialkostnader som material m.m.:</b>						
Anpassning formulär till Artportalen	0,5		0,5			
Information till uppgiftslämnare	1		1			
Metodutveckling obesprutade rutor			1			
	<b>Person- månader</b>	<b>1,5</b>		<b>2,5</b>		
	<b>Material [SEK]</b>	<b>0</b>		<b>0</b>		
<b>Initialkostnad totalt [SEK]:</b>	<b>105 000</b>		<b>175 000</b>			
<b>Övervakningskostnader</b>	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Material- kostnad [SEK]	Arbetstid [månader]	Kostnad [SEK]
<b>Provtagning:</b>						
<u>Åkermarksinventering</u>						
Fältinv., lön inkl. kurs	5,0		5,0			
Material				10 000		
Provtagning fröbank	0,8	40 000	0,8	40 000		
<u>Ruderatmarksinvent.</u>						
Bestämning av lokaler, koordinering	2,5		2,5			
Fältinventering, lön	1,0		1,0	10 000		
Resor, material		35 000		35 000		

Förbered obesprutade Inventering av obesprutade ytor Fältinventering		1,0 1,0		1,0
<b>Provberedning</b>				
Konc. av fröbanksprover: hyra av utrust. Beredning/avräkning av fröbanksprover	2,0	3 000	3 000	
Växthushyra		40 000	40 000	
<b>Dataanalys:</b>				
Statisisk bearbetning	1,5		1,5	
Statisisk bearbetning			0,5	
Statisisk bearbetning				0,5
	<b>Person- månader</b>	<b>12</b>	<b>15,3</b>	<b>1,5</b>
	<b>Material [SEK]</b>	<b>118 000</b>	<b>128 000</b>	<b>0</b>
<b>Övervaknings- kostnader totalt [SEK]:</b>		<b>1 014 000</b>	<b>1 199 000</b>	<b>105 000</b>