

## Självvärdering som underlag för programutvärdering av Giftfri miljö 2010-2015

---

### Inledning

SLU:s miljöanalysprogram utvärderas med femårsintervall. Utvärderingen av programmet Giftfri miljö inkluderar perioden 2010-2015. Programmet Giftfri miljö bildades 2010 som en sammanslagning av de två miljöanalysprogrammen Djurhälsa och Organiska risksubstanser/metaller. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap (VH)- ansvarar för programmet som leds av en koordinator från VH-fakulteten tillsammans med en biträdande koordinator från fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)-. Självvärderingen har utarbetats av Pia Larsson (programkoordinator VH), Jenny Kreuger (biträdande programkoordinator NJ), Anna Norman Haldén (ny programkoordinator VH) samt Leif Norrgren (VHs representant i FOMAR).

### Programöversikt

Fokus för programmet Giftfri miljö är att bidra till att ge en helhetsbild av miljötillståndet i Sverige när det gäller förekomst och effekter av skadliga ämnen som är aktuella i svenskt miljöarbete. Programmets inriktning knyter framförallt an till det svenska miljö kvalitetsmålet *Giftfri miljö*, men även till att bistå med kompetens när det gäller internationella konventioner och införlivande av EU-direktiv inom miljögiftsområdet. Resultaten från programmet ska även generera underlag för myndigheter och näringen för uppföljning av miljömål och olika direktiv.

Verksamheten inom programmet bedrivs i projektform och består hittills huvudsakligen av utvecklingsprojekt som syftar till att utveckla metoder och robusta indikatorer för att påvisa förekomst av eller mäta medicinska och biologiska effekter av skadliga ämnen. Den mer långsiktiga verksamheten som bedrivs inom programmet är den nationella miljöövervakningen av bekämpningsmedel.

Inom programmet har det under perioden 2010-2015 bedrivits 20 projekt varav 14 med inriktning mot utveckling av terrestra och akvatiska bioindikatorer för bedömning av miljögifter, förekomst och påverkan av tungmetaller, samt förekomst och spridning av antibiotikaresistenta mikroorganismer i vattenmiljön. Inom de 6 övriga projekten har metaller och bekämpningsmedel i mark och vatten analyserats och ett projekt har utvecklat modellverktyg för att förbättra prognoser av bekämpningsmedelsförluster till yt- och grundvatten.

Nyttjandet av VH-fakultetens kompetens för att relatera förekomst av främmande ämnen till sjukdomsmekanismer och sjukdomsutveckling är en relativt ny nisch inom SLU:s fortlöpande miljöanalys. Kompetensen ger förutsättningar för att robusta biomarkörer kan tas fram till praktisk användbarhet i miljöövervakningsarbete, t.ex. för arter som ska kunna fungera som akvatiska/terrestra väckarklockor (biomarkörer/bioindikatorer) för enskilda miljögifter och samverkans effekter av flera miljögifter.

Viktiga programdelar är;

- övervakning av exponering och effekter av kemikalier inklusive läkemedel i däggdjur och vattenlevande organismer
- utveckling av metoder och indikatorer för förekomst och effekter av miljögifter för att följa trender i miljötillståndet
- analys av trender och effekter av metaller i miljön
- nationell miljöövervakning av bekämpningsmedel i ytvatten, grundvatten, sediment, nederbörd och luft
- Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB) (utvärderas separat som en centrubildning inom NJ-fakulteten och verksamheten inkluderas inte i denna självvärdering)

Institutioner med stark koppling till programmet är:

- Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
- Institutionen för kliniska vetenskaper
- Institutionen för vatten och miljö
- Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB)

Projekt som finansierats med SLUs Foma-medel under perioden framgår av Bilaga 1.

## SLU:s nisch

-SLUs kompetens inom komparativ medicin innebär att effekter vid exponering för miljögifter kan kopplas till hälsotillstånd och sjukdomsutveckling hos många djurslag tex fisk, amfibier, fåglar, vilda däggdjur, lantbrukets djur, sport och sällskapsdjur. VH-fakulteten kompetens och långa erfarenhet inom reproduktion är ett exempel på ett myndighetsprioriterat nyckelområde med stark koppling till exponering för många miljögifter med endokrinstörande effekter.

-SLUs omfattande verksamhet för att följa trender i bekämpningsmedelsanvändning, halter och effekter av enskilda ämnen eller ämneskombinationer.

-SLUs uppdrag att följa miljöfarliga ämnens spridning från såväl punktkällor tex vattenreningsverk som diffus spridning från tex skogen och jordbruks produktion.

-SLUs olika kompetensområden inom tex jordbruk, skogsbruk, livsmedelsproduktion och djurhälsa ger förutsättningar för att utveckla robusta biomarkörer relaterade till effekter hos landlevande och vattenlevande djur.

-SLUs långa tidsserier tex avseende miljötillstånd i vatten och utveckling av fiskbestånd ger unika möjligheter till retrospektiva analyser för prognostisering som kan ligga till grund för framtida riskbedömning.

## Ekonomisk sammanställning

I tabell 1 redovisas den ekonomiska omfattningen av programmet sedan 2010. Medlen till programmet för koordinering och projekt kommer från statsanslaget till SLU för fortlöpande miljöanalys och fördelningen av medlen till de olika miljöanalysprogrammen beslutas centralt på SLU. VH-fakulteten beslutar hur fördelningen av medlen sker inom programmet Giftfrimiljö. Programmet har under alla år haft en koordinator samt en biträdande koordinator. Under åren 2010-2011 tillkom extra finansiering av projekten från den s.k. energi- och klimatpropositionen. Från år 2012, då programmet fick en lägre finansiering, avslutades 5 projekt medan ett projekt (Prognossystem för bekämpningsmedelsförluster till yt- och grundvatten - Utveckling av modellverktyg) övergick i CKBs regi. Projekten i programmet med finansiering från Foma-anslaget har inte haft någon externfinansiering.

Den nationella miljöövervakningen av bekämpningsmedel bedrivs av SLU på uppdrag av Naturvårdsverket och är den programdel inom Giftfri miljö som är helt externfinansierad

Tabell 1. Anslag (tkr) 2010-2015 för SLU:s miljöanalysprogram Giftfrimiljö.

År	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Koordinatorer	310	310	310	310	317	317
Projekt	6690	7175	4000	4010	4392	4712
Summa	7000	7485	4310	4320	4709	5029

## Viktigaste resultat och avnämare

Resultaten från de olika projekten i programmet har kommunicerats i stor utsträckning vilket kan ses i den omfattande publikationslistan, bilaga 2.

- 21 rapporter
- 24 artiklar i internationella refereegranskade tidskrifter
- 20 presentationer vid internationella vetenskapliga konferenser
- 24 populärvetenskapliga avtryck i samhället

Användningen av resultaten för avnämarna har hittills mest varit aktuellt för de projekt som genererat miljöövervakningsresultat och prognossystem för bekämpningsmedelsrester och metaller. Där syns även den stora bredd på programmets inriktningar från förekomst av metaller och andra skadliga ämnen i vatten och mark till vilka effekter de skadliga ämnena har på organismer samt resistensutveckling mot antibiotika i bakterier.

Exempel på några huvudinriktningar är;

### **1. Miljögifters eventuella effekter på reproduktiv hälsa hos fisk, amfibier, mjölkkor, mink, brunbjörn och älg.**

Projektet ”Miljögiftsbelastning och effekter på reproduktionsorganen hos björn“ genomfördes i samarbete med SVA (2006-2011). Under perioden undersöktes björnar med avseende på miljögiftsbelastning och patologiska förändringar i könsorgan. Projektet visar att svenska björnar är exponerade för flera olika miljögifter med bl.a. relativt höga nivåer dioxiner och furaner i lever, ca 8 gånger högre än de som hittats

hos isbjörn. Honor hade högre halter än hanar och det fanns en korrelation till ålder där yngre björnar har högre halter än äldre. Perfluorerade ämnen och bromerade flamskyddsmedel detekterades i samtliga björnar men i låga halter.

Slutsatsen från projektet ”Mjölkkoreproduktion” är att analysen av kors reproduktionseffektivitet, mätt som tid från kalvning till sista insemination, med hjälp av GIS-metodik (GIS=graphical information systems) kan användas till att fånga upp temporala och spatiala mönster i reproduktionseffektivitet, och därmed fånga upp förändringar som kan indikera försämringar orsakade av exponering för riskfaktorer.

Slutsatser från projektet ”Påverkas den svenska älgstammens reproduktion av förändringar i klimat och miljö” visade att älgens reproduktion, både hos hondjur och tjurar, är kopplad till kroppsvikten, som i sin tur kan vara beroende av älgstammens (och annat hjortvilts) förvaltning, samt den omgivande miljön.

Projektet ”Effekter på den vilda minkens reproduktionssystem – en känslig biomarkör för kemiska föroreningar i miljö?” fokuserar framför allt på fortplantningssystemet och monitorering av s.k. cocktaileffekter och blandningar av miljögifter. Resultaten visar att vild mink är en mycket lämplig indikatorart (sentinel species).

Sammantaget visar resultaten från projektet ”Missbildningar hos tånglakens avkomma som bioindikator” att vattenkvaliteten i huvuddelen av de undersökta svenska lokalerna är bra och inte påverkar embryonalutvecklingen negativt hos tånglake. Resultaten är viktiga för bedömning av vattenkvalitetens status vid de olika undersökta lokalerna och används inom Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram Integrerad kustfiskövervakning.

De övergripande resultaten från Projektet ”Fiskhälsa i recipienter” som är en sammanslagning av de två tidigare projekten ”Embryotoxicitet hos fisk som bioindikator” och ”Dubbelkönighet hos mört” visar att förekomsten av dubbelkönighet generellt är relativt låg, med en medelförekomst av ungefär 2 %, där huvuddelen av dessa klassificeras ha en mild grad av dubbelkönighet. Sammantaget visar resultaten hittills att vattenkvaliteten i huvuddelen av de undersökta lokalerna har bra status och inte påverkar embryonalutvecklingen eller könsutvecklingen negativt hos fisk.

Projektet ”Metamorfosförändringar hos grodyngel som bioindikator” visar hittills att sköldkörtelhormonstörande påverkan i vattensamlingar vid åkermark inte verkar vara ett stort problem i Sverige även om det lokalt påvisats misstankar om påverkade grodyngel. Mycket data har även erhållits om i vilka miljöer där de olika arterna påträffas. Det rör sig om faktorer både i vattenkvalitet och miljöbetingelser. Projektet har vidare visat att dagvattendammar t.ex. längs vägar, kan vara betydelsefulla som reproduktionslokaler för groddjur även om de i vissa fall kan ha en viss negativ påverkan på embryoutvecklingen då dessa kan utsättas för de kemikalier som dammarna är konstruerade att samlas upp.

I projektet ”Utveckling av molekylära markörer för fortlöpande miljöanalys inom akvatisk toxikologi” har metodiken ändrats för att öka känsligheten och bli mer allmängiltig och resurseffektiv genom att utveckla cellbaserade reporter-gen-tester för toxisk aktivitet i vattenprover. Med dessa metoder mäts den sammantagna effekten av alla ämnen i vattenprover, såsom oxidativ stress (Nrf2-aktivitet), östrogen-,

androgen- och PPR-aktivitet. Metoden lämpar sig utmärkt för att jämföra toxisk aktivitet före och efter rening/utsläpp, i prover över tid eller geografiskt.

## **2. Halter av miljögifter inkl. metaller, bekämpningsmedel och läkemedel i vatten och fisk.**

Projektet ”Förekomst och effekter av veterinärmedicinska läkemedel i vattenmiljön”. Kemisk analys av förekommande halter av 12 veterinärmedicinska läkemedel gjordes i sju avrinningsområden med hög djurintensitet i södra Sverige. Endast trimetoprim detekterades, i ett prov och i låg halt. Analys av 18 human- och veterinärmedicinska läkemedel från inkommande och utgående vatten från ett avloppsreningsverk visade detekterbara halter av fem, företrädesvis humana läkemedel, samt på en begränsad förmåga hos reningsverket att rena vattnet för dessa. För albendazol, ett veterinär- och humanmedicinskt läkemedel, visades att ursprungssubstansen, men inte metaboliterna var embryotoxiska.

Resultaten från projektet ”Bakgrundshalter av metaller i svenska inlands- och kustvatten” har stor betydelse för karakteriseringen av svenska vatten och deras vattenkvalitet. Ett viktigt användningsområde är förutom en ökad förståelse av vattnen och påverkan på dessa, att resultaten kan användas till revidering av bedömningsgrunderna för klassificering av vattenkvaliteten inom Vattenförvaltningen.

Resultaten från projektet ”Metaller i humusskikt Hg, Cd, Pb – från 1980-tal till 2000-tal” visade att den sedan 70-talet kraftigt minskande depositionen av Pb, Cd och Hg (70-85% reduktion) har under perioden 80-tal till 2000-tal givit upphov till tydliga men hittills relativt måttliga minskningar i humusskiktens halter.

Inom projektet ”Skogsbrukets effekter på kvicksilverhalten i insjöfisk” är slutsatsen efter 5 års undersökningar att halter av kvicksilver i insjöfisk ökar som en effekt av skogsbruk i avrinningsområdet. Resultaten har gett värdefull information om hur och var åtgärder kan sättas in för att begränsa effekter från olika typer av markanvändning.

Resultaten från Projektet ”Prognossystem för bekämpningsmedelsförluster till yt- och grundvatten – Utveckling av modellverktyg för avrinningsområdes- och regional skala” skapade ett skraddarsytt modellverktyg för prognoser av bekämpningsmedels förluster till vattenmiljön på regionalskalan i Sverige. Verktyget (som döpts till MACRO-SE) har testats i samarbete med länsstyrelsen i Skåne och har även använts i forskningssammanhang. CKB och Hav (Havs- och Vattenmyndigheten) har finansierat den fortsatta utvecklingen av verktyget.

## **3. Spridning av antibiotikaresistenta bakterier till ytvatten**

Inom projektet ”Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotikaresistenta bakterier i akvatisk miljö” har vattenprover från sammantaget sju svenska avloppsreningsverk analyseras främst med avseende på förekomst av antibiotikaresistenta bakterier, men även på sjukdomsalstrande bakterier. Resultaten visar på stor spridning av salmonella och antibiotikaresistenta bakterier från samtliga svenska reningsverk som ingår i projektet samt förekomst av antibiotikaresistenta bakterier i reningsverkens recipienter (vatten, fisk, musslor). Halter av antibiotika har inte analyserats i projektet, men däremot effekterna av antibiotikaanvändning (d.v.s. antibiotikaresistens). De kvantitativa metoder som används inom projektet gör det möjligt att jämföra förekomst av antibiotikaresistenta bakterier före och efter rening/utsläpp, i prover över tid eller geografiskt.

#### 4. Nya metoder för att bedöma miljöförändringar i ytvatten

Projekt ”Kiselalger som miljögiftsindikator” syftar till att använda skaldeformationer som ett index för toxisk påverkan. Viktigaste resultatet är en preliminär screeningmetod för gifter (Kahlert 2012) som används sedan 2012 i pilotprojekt. Denna screeningmetod har lagts till i uppdateringen av undersökningstypen ’Påväxt i rinnande vatten’ (version 3:2, 2015-10-29). Det andra viktiga resultatet är att variationen som skaldeformationer uppträder är stora, och det är dålig känt vilka faktorer som påverkar detta. Planen är att vattenförvaltare ska kunna använda den preliminära screeningsindexen som finns idag med större säkerhet i den reguljära kiselalgsövervakningen. Indexet kommer också att vidareutvecklas genom analys av nya fältdata.

#### 5. Kemikalier i inomhusmiljö – risker ur ett folkhälsoperspektiv

Inom projektet ”Katt som indikator på hormonstörande ämnen i inomhusmiljö” som utgör en kompletterande del av ett Formas projekt (MISSE) har blod från inomhuskatter analyserats med mål att identifiera risk kemikalier med eventuell endokrin störande effekter, detta i vår inomhusmiljö. De olika persistenta organiska föroreningar som påvisats i kattblodserum finns redovisade i rapporter i relevanta vetenskapliga tidskrifter och en gradualavhandling.

För utförligare beskrivningar se bilagorna 1 och 2.

### Självvärdering av resultat

Miljöanalyser på SLU har övergripande och programvisa mål som här värderas för program Giftfrimiljö.

#### **Delmål 1: Det finns en stark koppling till forskning och undervisning vid SLU**

Kopplingen till de övriga verksamhetsgrenarna, d.v.s. undervisning och forskning är stark och har pågått under hela perioden. Kopplingen till forskning är en förutsättning för arbetet inom programmet och har resulterat i 24 publikationer i refereegranskade vetenskapliga tidskrifter samt 4 doktorsavhandlingar och 1 licentiatavhandling, se bilaga 2.

Swetox består av ett relativt nytt nätverk som har sin bas i Södertälje-Swetox, detta som ett resultat av att delar av Astra-Zenicas verksamhet lämnade Sverige. Swetox har under de första åren haft en mycket framgångsrik utveckling och har idag cirka 50 anställda, varav de flesta är forskare. I Swetox plattform ingår 11 svenska universitet, varav SLU är ett. Swetox och SLU samverkar kring forskning och utbildning främst inom grundläggande toxikologi, miljö och folkhälsa.

Svenska Miljöinstitutet (IVL) har lång tradition inom miljöövervakning och SLU har under lång tid framgångsrikt samarbete med IVL. Samverkan med IVL sker främst genom miljöövervakning och forskning.

Centrum för reproduktion i Uppsala (CRU) har en mycket framgångsrik utveckling sedan bildandet för ca 10 år sedan. CRUs fokus är reproduktionsstörningar hos domesticerade och vilda djur. CRU genomför regelbundet konferenser och workshops med världsledande forskare, forskarutbildningskurser mm. CRU har en tvärvetenskaplig ledningsorganisation och projektinriktning med ledamöter från Uppsala universitet, Akademiska sjukhuset och SLU.

Verksamheten inom programmet har även haft en god anknytning till grundutbildningen vid SLU vilket framgår av de 12 examensarbetena som har tillkommit med hjälp av deltagande i miljöanalysprojekt inom programmet, se bilaga 2.

### **Delmål 2: Verksamheten är ledande inom Europa och bidrar aktivt till internationell utveckling av vetenskapligt grundad miljöanalys**

Verksamheten bidrar starkt till internationell utveckling av vetenskapligt grundad miljöanalys vilket framgår av det stora deltagandet i internationella vetenskapliga konferenser, samt publikationerna i internationella tidskrifter, bilaga 2.

Svensk miljöövervakning kring reproduktionsstörningar hos toppredatorer i Östersjön har uppmärksammats internationellt. Detta har föranlett att SLU genom Foma-stöd fått möjlighet att stödja etablering av miljöövervakning med fokus mot marina djur på Galapagos. Projektets fokus är kunskapsöverföring, avseende provtagning, preparering av vävnader från t.ex. sjölejon, fisk och fågel som visar tecken på sjukdomar som kan relateras till miljöförändringar.

### **Delmål 3: Levererar beslutsunderlag som medger att resursutnyttjande och miljökonsekvenser kan vägas samman**

Miljöövervakningen av växtskyddsmedel levererar underlag till en miljömålsindikator ”Växtskyddsmedel i ytvatten” för uppföljning av miljömålet Giftfri miljö ([www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)).

Ett skraddarsytt modellverktyg har skapats för prognoser av bekämpningsmedelsförluster till vattenmiljön i den regionala skalan i Sverige. Verktyget (som döpts till MACRO-SE) har testats i samarbete med länsstyrelsen i Skåne och har även använts i forskningssammanhang. HaV (Havs- och Vattenmyndigheten) delfinansierar den fortsatta utvecklingen av verktyget under 2015-2016 med målet att effektivisera användningen inom vattenförvaltningen. Länsstyrelser och de regionala vattenmyndigheterna blir också viktiga avvärmare.

### **”Tredje Uppgiften”**

Verksamheter vid programmet giftfrimiljö har även bidragit stort i att uppfylla den ”tredje uppgiften” d.v.s. föra ut nya rön och kunskaper till allmänheten. Kommunikationen med allmänheten har varit i form av TV/radio-framträdanden, artiklar i pressen samt möten med allmänheten, se bilaga 2 under rubriken Populärvetenskapliga och andra avtryck i samhället.

### **Kvalitetssäkring**

SLU arbetar med systematiskt kvalitetsarbete för att långsiktigt arbeta för att SLU:s miljödata är kvalitetsgranskade och tillgängliga. Det finns en stödorganisation för detta inom SLU som har tagit fram en kvalitetsguide för IT arbete med riktlinjer och mallar för självgranskning och hur man kan planera förbättringar för att nå önskade kvalitetsnivåer. Alla pågående projekt inom Giftfri miljö med ett undantag har under 2015 har påbörjat kvalitetssäkringsarbetet och uppnått delmål 1 för kvalitetssäkringen inom SLU, d.v.s. de har genomfört en självvärdering och sammanställt en åtgärdsplan. Två av projekten har uppnått fastställd målnivå. Då startåret för kvalitetsarbetet var 2013 har de redan avslutade projekten inte arbetat med SLU:s kvalitetsguide för IT-arbete, utan enligt gängse normala kvalitetssäkringsrutiner och vetenskapliga metoder.

## Samverkan med avnämare

All verksamhet inom miljöanalysprogrammet Giftfri miljö sker i samverkan med avnämare. Programmet har en extern referensgrupp med representanter för Havs- och vattenmyndigheten, Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Referensgruppen lämnar årligen synpunkter på pågående och planerad verksamhet inom programmet utifrån ett avnämarperspektiv. Programmets koordinatörer har organiserat årliga workshops med inblandade aktörer (projektledare, forskare, referensgrupp, kommunikatörer) där alla pågående projekt presenterats och diskuterats så att referensgruppen har haft möjlighet att utvärdera projektens relevans för miljöövervakning och tillsammans med projektledarna och koordinatörerna kunnat se framtida möjligheter.

Programmets koordinatörer deltar i mån av möjlighet på ämnesspecifika konferenser och workshops som anordnas av myndigheter eller andra organisatörer på nationell och internationell nivå för att följa med utvecklingen och få en bra omvärldspaning inom området.

Enskilda projekt i programmet har även sina egna referensgrupper där det tillkommer avnämare på regional nivå t ex representanter från länsstyrelser, miljökonsulter och kommunala vatten- och avloppsreningsverk.

I andra projekt sker samverkan med t ex trafikverket, Svenska Miljöinstitutet (IVL) och Vinnova. I de projekt som fokuserar på Östersjöregionen finns även internationell samverkan kopplat till det avslutade EU projektet Baltic Compass (<http://www.balticcompass.org/>).

### *Exempel på projekt utveckling i samverkan med avnämare;*

Inom projektet Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotika-resistenta bakterier i akvatisk miljö har nätverk etablerats mellan SLU/VH och reningsverk i södra Sverige (Mälardalen, Östergötland). Detta nätverk kommer att utgöra den bas som krävs för en framtida övervakning. Samarbetet fungerar bra och reningsverken är mycket intresserade av resultaten från projektet. Ett exempel på aktivitet är att projektansvarig i samarbete med Tekniska Verken i Linköping 2015 arrangerade en workshop vid vilken erfarenheter från Foma-projektet redovisades. Diskussioner med SNV om att på sikt få in projektet i en förvaltningsfas har initierats. Exempel på positiva bieffekter från detta projekt är att nya externt finansierade projekt har kommit till stånd; Fullskalig ozonering i Knivsta reningsverk i samarbete med Umeå universitet, KTH och Sahlgrenska akademien (stöd Havs och vattenmyndigheten); Ozonering, membranfiltrering och UV-bestrålning i Simrishamns reningsverk i samarbete med Svenska Miljöinstitutet (IVL) (stöd Vinnova); Medverkan i en global studie i vilken Uppsala reningsverk kommer att ingå som svenskt reningsverk i en omfattande studie avseende förekomst av bakterier, virus och parasiter i avloppsvatten (stöd DTU, Danmark).

Inom projektet "Mjölkproduktion" var två av deltagarna i projektet anställda vid Svensk Mjolk, numera Växa Sverige, som är den huvudsakliga rådgivarorganisationen när det gäller reproduktion hos mjölkkor och därmed även avnämare av resultaten från projektet. Samspelet med avnämarna var värdefullt och fungerade mycket bra.



Inom projektet ”Minkens reproduktionssystem biomarkör för kemiska föroreningar i miljön” är de viktigaste avnämarna Kemikalieinspektionen, särskilt via Nätverket för Högfluorerade Ämnen som drivs tillsammans med Livsmedelsverket. Även Nätverket för Hormonstörande Ämnen som drivs av Kemikalieinspektionen visar stort intresse resultaten. För dessa två nätverk har projektet varit särskilt inbjudet för att muntligt redovisa resultaten. Genom kontakter med Naturvårdsverket har vi fått positiv kommentarer på projektets aktiviteter. Projektet har inte haft externa uppdragsgivare.

Inom projektet ”Fiskhälsa i recipienter” har miljöhandläggare vid länsstyrelser visat stort intresse för undersökningar av dubbelkönighet hos fisk och toxicitetsbedömningar av avloppsvatten, då de ofta själva saknar möjligheter och kompetens att utföra denna typ av undersökningar. Kontakter har även knutits med yrkesfiskare i samband med provfisken samt med IVL Svenska Miljöinstitutet i samband med andra liknande projekt.

Inom projektet ”Grodyngel som bioindikator” har insamling av grodyngel skett i samråd med och efter tillståndsgivande av de berörda länsstyrelserna i Stockholms, Uppsala, Skåne och Västra Götalands län. Vidare har kontakter med Trafikverket upprätthållits för informationsutbyte om konstruerade dagvattendammar. Åtterrapporering av data sker kontinuerligt samt information om insamlade arter presenteras i artportalen.se.

Inom projekt ” Utveckling av en biologisk miljögiftsindikator – kiselalger” finns välutvecklat nätverk och samverkan med externa uppdragsgivare, avnämare av resultat, samt andra utförare. Tillsammans med miljökonsulter, Medins Havs och Vattenkonsulter AB och länsstyrelsen i Skåne har SLU utvecklat indikatorn och implementerat i kiselalgstandarden i samarbete med Havs- och vattenmyndigheten. Även samarbete med WATERS är positivt. Det preliminära indexet kommer att vidareutvecklas i samarbete med ”Delprogrammet kiselalger”, samt ett nytt projekt finansierat av HaV (Kvantifiering av pesticidorsakade biologiska effekter på bentiska samhällen i jordbrukspåverkade vattendrag).

Projektet ”Skogsbrukets effekter på kvicksilverhalten i insjöfisk” utvecklades ursprungligen genom ett samarbete mellan skogsstyrelsen och SLU. Varje år har genomförs möten tillsammans med skogsstyrelsen, naturvårdsverket, vattenmyndigheter och länsstyrelser för att diskutera utformning och resultat. Det är kontinuerlig kontakt med avnämare och inför 2016 diskuteras förslag hur resultaten ska utvärderas för att planera projektets i framtiden. Myndigheterna har uttryckt ett behov att få mer information av hur markanvändning och åtgärder kan påverka förändringarna av kvicksilver i fisk. Koncentrationer av kvicksilver i fisk en avgörande indikator i vattenförvaltningen för att uppnå de högt ställda kraven i vattendirektivet.

Inom projektet ”Prognossystem för bekämpningsmedelsförluster till yt- och grundvatten” utvecklades prognosverktyget inom ramen för EUs Vattendirektiv. Verktyget MACRO-SE har testats i samarbete med länsstyrelsen i Skåne och har även använts i forskningssammanhang. Havs- och Vattenmyndigheten delfinansierar den fortsatta utvecklingen av MACRO-SE under 2015-2016 med målet att effektivisera användningen inom vattenförvaltningen. Samverkan med avnämare sker numera inom ramen för CKBs referensgrupp samt genom direkta kontakter med HaV och är välfungerande.

## Synergier med forskning och utbildning

Arbetet inom programmet sker i nära kontakt med forskningen då de flesta projekten varit under uppbyggnad och i en metodutvecklingsfas. Som framgår av mängden av referee granskade publikationer, rapporter och avhandlingar i publikationslista, bilaga 2, så finns stora synergieffekter mellan pågående forskning och miljöanalysprojekt.

- 24 artiklar i internationella refereegranskade tidskrifter
- 4 doktorsavhandlingar
- 1 licentiatavhandlingar
- 20 presentationer vid internationella vetenskapliga konferenser

Flera av forskarna har bidragit till att skapa internationell samverkan och konkreta forskningssamarbete har initierats genom de olika projekten inom programmet och pågår nu med Miljökemi vid Stockholms universitet, Miljö- och biogeokemi vid Umeå universitet, Chemistry & Biology vid VU University Amsterdam, Nederländerna och Inst. för biokemi och veterinär folkhälsovetenskap vid SLU inom ramen för MiSSE-projektet. Genom deltagande vid internationella vetenskapliga konferenser, se bilaga 2, har det även skapats många internationella forsknings- och miljöanalyskontakter.

Ett annat exempel som kopplar samman utbildning/Foma/forskning är Minor Field Studies i Uganda där veterinär studenter studerat spridning av zoonotiska bakterier och förekomst av antibiotika resistens i anslutning till Ugandas största slakteri, t.ex. i vatten och marabustorkar.

## Enkel SWOT-analys

### SLU- internt perspektiv

Styrkor	Svagheter
Synergier med fakulteter/forskare	Osäkerhet vad gäller resurstilldelning
Synergier med flera ämnesområden	Viss otydlighet för vissa forskare vad förflöpande miljöanalys är och hur verksamheten bäst kan utvecklas inom detta område
Kvalitetssäkrade data	Svårigheter att få långsiktig finansiering för nya övervakningsprogram så att projekt kan övergå i en förvaltningsfas
SLU nya campus och därigenom en god infrastruktur	
SLUs kemiska analys kompetens inom miljögiftsområdet	
SLUs långa tidsserier tex avseende bekämpningsmedel och metaller	
SLU möjligheter att genomföra studier på såväl evertebrater och vertebrater från fisk till däggdjur	

**Utblickande perspektiv**

<b>Möjligheter</b>	<b>Hot</b>
Utökat samarbete kring Östersjön, t.ex. genom Bonus och andra EU program	Swetox-konsortiet
Utökat samarbete med kommuner kring utveckling av bättre reningsverk	
Vilda djur inom FoMa, i samarbete med SVA	
Kunskapsutveckling inom nya miljögiftsområden som sätter SLU på kartan (PFOS, läkemedel, naopartiklar mm)	
Swetox-konsortiet	
Förutsättningar för flera av projekten att gå in i förvaltningsfas inom ett par år.	Krav på att projekt måste gå in i en förvaltningsfas för att säkerställa medels tilldelning över en längre tid
Möjlighet att koppla samman abiotiska vattenparametrar, t.ex. vattentemperatur och pH med näringsämnen och miljögifter för framtida riskbedömning	

**Trender och framtid**

Spridning av toxiska ämnen från samhällen ut till den omgivande miljön är en essentiell framtids fråga som måste studeras då främmande ämnen i olika kemiska former från tex våra bostäder når recipienter via avloppsreningsverk och dagvatten. Dagens kunskap baseras på traditionella analyser främst baserat på kemiska analyser av enskilda ämnen som redan är kända, men med förutsättningslös kemisk analys (s.k. non-target screening) kan man i framtiden på ett bättre sätt studera även de i dag okända miljöföroreningarna. Vid traditionella analyser underskattas också risker med att många skadliga ämnen kan vara associerade till partiklar av olika slag tex nanomaterial. Områdena 'non-target screening' och 'toxiska ämnen/nanomaterial' och risker med detta kan vidareutvecklas vid SLU genom samverkan mellan kemister och toxikologer inom programmet Giftfri miljö. Vid SLU finns möjligheter att studera t.ex nanopartiklars upptag och effekter på ultrastrukturell nivå dvs hur/om celler påverkas ur olika perspektiv som leder fram till cellskador och därigenom funktionella störningar. För att utveckla området ytterligare kan även samverkan med andra Foma program och Swetox nybildade plattform för nanopartiklar ge synergistiska effekter.

Spridning av antibiotikaresistenta bakterier till och via miljön är högt på den nationella agendan, och har bl.a. uppmärksammats i den handlingsplan som tagits fram av Jordbruksverket och Socialstyrelsen i samverkan med andra myndigheter och som presenterade under 2015

(<http://www.socialstyrelsen.se/nyheter/2015mars/myndighetsgemensamhandlingsplanskaminskaantibiotikaresistensen>). Miljön ses i denna handlingsplan som ett område som det måste satsas mer på när det kommer till förekomst och spridning av antibiotikaresistens. Intresset för förekomst och spridning i vattenmiljön från samhällets sida visas även i det arbete som görs inom området från andra myndigheter (SVA, SLV, SMI) när det gäller dricksvatten och råvatten. Ett fortsatt och ökat behov av övervakning av tillståndet i miljön när det gäller antibiotikaresistens är att vänta mot bakgrund av det alltmer allvarliga läget för människor och djur globalt och nationellt.

Vilda djurs hälsa t.ex. fisk, amfibier, älg, björn, vildsvin och mink ingår i programmet Giftfri Miljö, dessa är viktiga som livsmedel och som miljöindikatorer. SLU har genom centrum för vilt- och fisk forskning unika möjligheter att tillsammans med fakulteterna stor potential att utveckla vilt forskning ur olika perspektiv.

Behovet av förfinande analyser för att bedöma toxiska ämnens risker är stort. De nya metoder såväl kemiska som biologiska som utvecklats inom forskningen bör succesivt implementeras till förvaltningsfas inom Foma.

## Programutveckling

*Ta en aktiv roll för att i samarbete med andra aktörer – nationellt och internationellt – utveckla miljöanalys för att möta behovet till följd av den snabba utvecklingen inom området*

Programmet ska fortsätta verka för att projekten ska skapa kontakter inom och utomlands så att insamlade data kan samutnyttjas. I flera av våra projekt fokuserar vi nu på Östersjöregionen, vilket för vattenburna ämnen är relevant. Undersökningar av antibiotikaresistenta bakterier i ytvatten ingår i EU-projektet Baltic Compass. Projektet rör Östersjöregionen och fokuserar på djurproduktion som källa till spridning av mikroorganismer, antibiotika och antibiotikaresistenta bakterier.

*Effektivisera datainsamling och stärka kvalitetsarbetet kopplat till hantering och tillhandahållande av data*

Projekt inom programmet bör publicera relevanta data i databaser i enlighet med kvalitetsguiden och att dessa data görs tillgängliga via webben. De data som inte kan ingå i befintliga databaser ska länkas via programmets hemsida/projekthemsidorna.

Strategier för att definiera en beslutspunkt när metodutvecklingen ska övergå till förvaltningsfas/driftsfas, ska utformas inom programmet

*Inrikta verksamheten i ökad utsträckning på fördjupade analyser, synteser och prognoser*

Detta sker redan i stor utsträckning inom programmet. Vi skall följaktligen fortsätta att verka för att resultat som framkommer inom miljöövervakningen samt att olika enskilda projekt inom programmet skall utgöra underlag för myndigheter och näringen för uppföljning av miljömål och olika direktiv. Detta kommer ske både genom att fördjupa arbetet med olika prognosystem och indikatorer. Arbetet inkluderar att presentera data när det gäller halter och exponering av skadliga ämnen i miljön, samt analyser där man vägt in de skadliga effekterna som uppkommit hos organismer och/eller människor till följd av dessa (dessa data kan fås från såväl egna som andras foma-projekt/-program). För att kunna tolka om åtgärder

har lett till positiva trender eller om det finns negativa trender, krävs dock data under längre tid, varför vi kommer att satsa på längre projekt inom områden där dessa saknas (åtminstone 5-6 år – detta blir ett viktigt mål i den fortsatta planeringen av programmet). För områden där långsiktiga data redan finns kan även kortare syntesprojekt att vara värdefulla att prioritera.

#### *Bygga upp en fakultetsövergripande samverkansform inom miljögifter i vattenområdet*

För att effektivisera programmet Giftfri Miljö är det önskvärt att se över möjligheter till ökad samverkan mellan mindre projekt inom Giftfri Miljö och andra program i tematiska områden. Detta skulle befrämja samutnyttjande av t.ex. vattenprover/extrakt i en språngvis teststrategi som inleds med t.ex. in vitro tester som åtföljs av mer specifika tester på mer eller mindre avancerad nivå som kan spegla konsekvenser i näringskedjan. Dessutom bättre samverkan mellan fakulteternas miljöanalysverksamhet.

Programmet deltar också som samtalspartner med programmet Kust och Hav om bildandet av samverkansforum inom vattenområdet. I ett sådant samarbete kan de projekt inom programmet som har medicinsk kompetens, relatera förekomst av främmande ämnen till sjukdomsmekanismer (biologiska verkningsmekanismer) och sjukdomar.

#### *Verka för hög kvalitet och kreativitet inom all verksamhet*

Den höga kvaliteten och kreativiteten skall bibehållas och stärkas genom prioritering av projekt där nära samverkan med forskning inom berörda områden sker och genom att stimulera att data som kommer fram inom miljöövervakningen publiceras internationellt. Programmet kommer att stimulera forskares och doktoranders medverkan i miljöanalysarbete genom informationsspridning om verksamheten inom programmet, vilket förstärker syntesarbetet inom foma och bygger upp foma-kompetens bland forskare.

## Bilaga 1: Projekt från program giftfrimiljö 2010-2015

### Avslutade projekt

#### **Prognossystem för bekämpningsmedelsförluster till yt- och grundvatten - Utveckling av modellverktyg**

##### **2009-2011**

Målet med projektet som löpte under åren 2010-2011 var att utveckla ett prognosverktyg för läckage av bekämpningsmedel till vattenmiljön på regional skala i Sverige för användning inom forskningen och som verktyg för miljömålsuppföljning och påverkansanalyser inom ramen för EUs Vattendirektiv. Ett skraddarsytt modellverktyg skapades för prognoser av pesticidförluster till vattenmiljön på regional skala i Sverige. Verktyget (som döpts till MACRO-SE) har testats i samarbete med länsstyrelsen i Skåne och har även använts i forskningssammanhang. Den fortsatta utvecklingen av verktyget sker inom CKB och HaV (Havs- och Vattenmyndigheten) har delfinansierat utvecklingen under 2015-2016 med målet att effektivisera användningen inom vattenförvaltningen. Samverkan med avnämare sker numera inom ramen för CKBs referensgrupp samt genom direkta kontakter med HaV och är välfungerande. Projektledare Nicholas Jarvis (Institutionen mark och miljö).

#### **Miljögiftsbelastning och effekter på reproduktionsorganen hos björn**

##### **2006-2011**

Provtagningar genomfördes 2006-2009 från björnar skjutna under licensjakt och från björnar som obducerats vid SVA. Könsorgan från 426 björnar (303 hanar, 122 honor) undersöktes. Leverar från 20 björnar analyserades avseende metaller och miljögifter dessutom analyserades dioxier/furaner och PCB:er från ytterligare 30 björnar. Cystor vid sidan om sädesledaren påvisades över hälften av hanarna i en mindre delstudie på 24 björnar. Liknande cystor har experimentellt framkallats hos mus genom exponering för syntetiskt östrogen och har iakttagits hos svenska uttrar. I övrigt påvisades bara sporadiska sjukliga förändringar såsom kryptorkism, testikeldegeneration och interstitialcellstumörer. Metallhalterna överensstämde i stort med tidigare funna halter hos brunbjörn i Sverige. Nivåerna av dioxiner och furaner i lever är relativt höga, ca 8 gånger högre än de som hittats hos isbjörn. Honor har högre halter än hanar. Det finns också en korrelation till ålder där yngre björnar har högre halter än äldre. Perfluorerade ämnen har detekterats i samtliga prover (PFOS, PFNA, PFDA och PFUdA) men i låga halter. Även låga halter bromerade flamskyddsmedel (Polybromerade difenyletrar) är detekterade i samtliga prover. Vidare har 20 olika pesticider analyserats varav bara fungiciden propiokonazol har påvisats. Projektet visar att svenska björnar är exponerade för flera olika miljögifter. Dioxiner och vissa PCB kongener har påvisats i förhållandevis höga halter. Inga sjukliga förändringar i könsorganen som kan påverka björnarnas reproduktion har påvisats. Avnämare till projektet: SVA, naturvårdsverket och kemikalieinspektionen. Projektledare: Elisabet Ekman (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

#### **Mjölkkoreproduktion**

##### **2009-2011**

Analysen av kors reproduktionseffektivitet, mätt som tid från kalvning till sista insemination, med hjälp av GIS-metodik (GIS=graphical information systems) visade på tydliga mönster i olika delar i Sverige. Vissa områden hade betydligt bättre effektivitet än andra och sådan information kan användas till att rikta rådgivningen till områden som har störst behov. I analysen av eventuella effekter av miljöindikatorer på reproduktionseffektiviteten ingick 21 olika mineraler i jord och mossor, men ingen av dessa hade något samband med effektiviteten. Slutsatsen är dock att angreppssättet kan användas till att fånga upp temporala och spatiala mönster i reproduktionseffektivitet, och därmed fånga upp

förändringar som kan indikera försämringar orsakade av exponering för riskfaktorer. Angreppssättet är det viktigaste utfallet av projektet och det skulle vara värdefullt att tillämpa för husdjursorganisationerna i Sverige som är de främsta avnämarna. Projektledare Ulf Emanuelsson (Institutionen för kliniska vetenskaper).

## **Påverkas älgens reproduktion av förändringar i miljö och klimat**

### **2009-2014**

Projektets mål var att ta fram lämpliga indikatorer, utöver de älgobservationer/spillningsinventeringar som redan görs idag, för användning i ett övervakningssystem av den svenska älgpopulationens reproduktion i ett fortlöpande miljöanalysarbete. Slutsatser av studien visade att älgens reproduktion, både hos honddjur och tjurar, är kopplad till kroppsvikten, som i sin tur kan vara beroende av älgstammens (och annat hjortvilts) förvaltning, samt den omgivande miljön. Tack vare att älgkor/-kvigor GPS-märktes kunde projektet även visa att älgkalvar dör i mycket högre utsträckning på Öland än på fastlandet under sommarperioden vilket tidigare inte har varit känt. Denna sommardödlighet är sannolikt orsaken till det låga antalet observerade kalvar på Öland. Fodertillgången för korna under sen dräktighet och under digivningsperioden hade sannolikt varit undermålig, vilket kan bero på konkurrens om fodret, samt effekter av klimatet. I sammanhanget blir fenologiska effekter på älgens foderväxter av stort intresse, dvs om de klimatförändringar som pågår kan ha påverkat vårens ankomst så att älgarnas tillgång till näringsrikt foder har påverkats negativt. Infektion med anaplasma-bakterier var vanlig hos älg i södra Sverige. Älg utsätts även för andra vektorburna mikroorganismer (Hepatit E virus, *Rickettsia helvetica*). En negativ effekt på älgkalvars hälsa och överlevnad kan därför inte uteslutas. Kopparstatus hos öländska älgar kan spela in i reproduktionsframgången, och det förefaller som att produktiva älgkor balanserar på gränsen till kopparbrist. Detta gäller inte tjurar, som inte har samma reproduktiva kostnad som kor. Anledningen är mest troligt miljö- och följaktligen även foderrelaterad. Projektledare: Anne-Marie Dalin (Institutionen för kliniska vetenskaper).

## **Katt som indikator på människors bostadsmiljö**

### **2009-2012**

Blodprover som kommer in till klinisk kemisk laboratorium utnyttjas för bestämning av olika komplexa organiska föreningar i kattens blod. De föreningar som analyseras används som flamskyddsmedel i möbiltyger och elektronisk utrustning av olika slag, eller är rester av bekämpningsmedel och industrikemikalier som inte bryts ner i naturen. Det finns misstankar om att dessa komplexa ämnen stör hormonbalansen hos människor och djur vilket kan påverka fertiliteten eller orsaka sjukdomar av olika slag. Anledningen till att just katter är intressanta för dessa undersökningar är deras normala beteende att regelbundet slicka sin päls vilket gör att de får i sig relativt stora mängder av föroreningar som finns på damm i våra bostäder. De olika persistenta organiska föroreningar som påvisats i kattblodserum finns redovisade i rapporter i relevanta vetenskapliga tidskrifter och en gradualavhandling. De viktigaste avnämarna har varit Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket och Livsmedelsverket förutom vetenskapssamhället. En vidareutveckling av projektet sker dock inom ramen för projektet MiSSE (Bedömning av hormonstörande ämnen i blandningar med inriktning på sköldkörtelpåverkan - med katter som modell för människors inomhusexponering av kemikalier). <http://www.aces.su.se/misse/> <https://www.facebook.com/MiSSE.forskningsprojekt?fref=ts> som beviljats medel för fem år av FORMAS. Projektledare: Bernt Jones (Institutionen för kliniska vetenskaper) Åke Bergman (Stockholms universitet).

## **Veterinärmedicinska läkemedel i vattenmiljön**

### **2007-2011**

I projektet studerades embryotoxicitet av 15 veterinärmedicinska läkemedel. Letala och subletala effekter relaterades till faktiska halter av läkemedlen i exponeringsmediet. Antiparasitära medel

visades ha högsta toxiciteten, medan antibiotika var betydligt mindre toxiskt. No observed effect concentrations (NOEC) grundades på subletala effekter för 5 av de studerade läkemedlen. Skillnaden mellan tillsatt och uppmätt koncentration var stor för flera läkemedel, vilket visar behovet av att mäta faktiska koncentrationer (Carlsson et al. *Aquat Tox*, 2013, 126, 30-41). Kemisk analys av förekommande halter av 12 veterinärmedicinska läkemedel gjordes i sju avrinningsområden med hög djurintensitet i södra Sverige. Endast trimetoprim detekterades, i ett prov och i låg halt. Analys av 18 human- och veterinärmedicinska läkemedel från inkommande och utgående vatten från ett avloppsreningsverk visade detekterbara halter av fem, företrädesvis humana läkemedel, samt på en begränsad förmåga hos reningsverket att rena vattnet för dessa. För albendazol, ett veterinär- och humanmedicinskt läkemedel, visades att ursprungssubstansen, men inte metaboliterna var embryotoxiska (Carlsson et al. *Reprod Toxicol*, 32, 129-137). Projektledare: Agneta Oskarsson (Institutionen för Biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap) och Johan Patring (Institutionen för vatten och miljö)

## **Missbildningar hos tånglakens avkomma som bioindikator**

### **2010-2012**

Projektet bedrevs i samarbete med det EU-finansierade projektet ”Balcofish (2009-2012)” som belyste hälsotillståndet hos tånglake i Östersjön. Undersökningar av tånglakens hälsa ingår i flera Östersjöländers miljöövervakningsprogram. Målet med detta FOMA-projekt var att utveckla och integrera ett bedömningsprotokoll för utvecklingsmissbildningar som förekommer hos tånglakens avkomma. Bedömningsprotokollet användes tidigare rutinmässigt i andra länders miljöundersökningar och är nu integrerat även i svenska tånglakeundersökningarna. De övergripande resultaten visade att förekomsten av missbildningar av tånglakens avkomma är generellt låg i Sverige jämfört med undersökta lokaler i Danmark och Tyskland vilket indikerar bra vattenstatus i svenska lokaler. Resultaten visar dock att tånglake fångad i vissa lokaler på västkusten har högre förekomst av utvecklingsmissbildningar jämfört med tånglake fångad på östkusten. Orsaken till detta är oklart, men kan bero skillnader i kemikalieexponeringsmönster vid de olika lokalerna. Sammantaget visar resultaten från projektet att vattenkvaliteten i huvuddelen av de undersökta svenska lokalerna är bra och inte påverkar embryonalutvecklingen negativt hos fisk. Resultaten är viktiga för bedömning av vattenkvalitetens status vid de olika undersökta lokalerna som hjälp för bedömning av miljö kvalitetsmålen Giftfri miljö, Hav i balans, Levande kust och skärgård, Ingen övergödning samt Ett rikt växt- och djurliv. Resultaten används inom Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram Integrerad kustfiskövervakning, där utförare av delprogrammet Kustfiskebestånd idag är Inst Akvatiska resurser, SLU, och Göteborgs marina forskningscentrum. Integrerad kustfiskövervakning ger underlag för att bedöma störningar på ekosystemnivå. Projektledare Stefan Örn (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

## **Bakgrundshalter av metaller i svenska inlands- och kustvatten**

### **2008-2012**

Projektet har syftat till att ge en kartering av bakgrundshalter av metaller i svenska vatten där inga lokala föroreningskällor förekommer och har utmynnat i en rad olika delprojekt även som spinn-off utanför själva projektet i samarbete med Naturvårdsverket. Resultaten har stor betydelse för karakteriseringen av svenska vatten och deras vattenkvalitet. Ett viktigt användningsområde är förutom en ökad förståelse av vattnen och påverkan på dessa, att resultaten kan användas till revidering av bedömningsgrunderna för klassificering av vattenkvaliteten inom Vattenförvaltningen där viktiga informationsmottagare är Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten, Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna. Resultaten av deras arbete ingår sedan i den svenska rapporteringen till EU enligt Vattenförvaltningsförordningen (Vattendirektivet), samt Marina direktivet. Foma-projektet har övergått till ett mer reguljärt projektuppdrag gentemot NV. Däremot så har nya kriterier för bedömning av metaller med hjälp av modeller så som Biotic Ligand Model (BLM) eller enklare verktyg efterfrågats från flera olika myndigheter. Många svenska ytvatten med



höga humushalter och låg jonstyrka ligger utanför kalibreringsområdet, vilket gör att det finns behov för ytterligare uppföljning och utveckling av nu framtagna verktyg. Projektledare: Lars Sonesten (Institutionen för vatten och miljö).

## **Metaller i humusskikt, från 1980-tal till 2000-tal**

### **2010-2012**

Syftet med projektet var att i svenska skogsmarkens humusskikt och övre mineraljordsskikt följa eventuella förändringar i metallhalter, främst för de fjärrspridda metallerna Pb, Cd och Hg, mot bakgrund av minskad deposition. Resultaten visade att den sedan 70-talet kraftigt minskande depositionen av Pb, Cd och Hg (70-85% reduktion) har under perioden 80-tal till 2000-tal givit upphov till tydliga men hittills relativt måttliga minskningar i humusskiktens halter. Halterna är ännu inte jämvikt med den lägre belastningen. Anpassningen är särskilt långsam för Hg. En omfördelning har också skett i mineraljordens övre skikt, ledande till såväl ökning (Pb, Hg) som minskning (Cd, Hg) av metallerna. Resultat finns på persondatorer och utskrifter. Projektledare Lage Bringmark (Institutionen för vatten och miljö).

## **Bakgrundshalt HG abborre i sjö**

### **2011-2012**

Halterna av kvicksilver i sediment har inte en direkt korrelation med halter av kvicksilver i fisk i svenska insjöar. Tar man hänsyn till vattenkemi och svavel koncentrationen har vi dock kunnat påvisa att sediment har en stark koppling till hur kvicksilver ackumuleras i abborre. Paleolimnologiska data ska appliceras för att beräkna bakgrundshalter av kvicksilver i fisk. Resultaten är av intresse för vattenmyndigheter för att bedöma hur mycket nuvarande halter av kvicksilver i fisk avviker från bakgrundshalter av kvicksilver i fisk. Bakgrundshalterna ska användas för att bedöma hur stor avvikelser är från gränsvärden för kvicksilver enligt vattendirektivet och vilka sjöar som är mest påverkade av mänsklig påverkan med avseende på kvicksilver. Projektledare Staffan Åkerblom (Institutionen för vatten och miljö).

## **Pågående projekt**

### **Minkprojektet – ett miljöövervakningsprogram för miljögifter och dess effekter hos vilda däggdjur**

#### **2006--**

Syftet med projektet är att utveckla ett robust och känsligt övervakningssystem för exponering för miljögifter och deras effekter hos vilda däggdjur i Sverige. Modelldjur är vild mink eftersom den är en lämplig indikatorart, d.v.s. kan fungera som en varningsklocka för läget i naturen. Minken är en toppredator och är även relativt stationär, vilket gör att den kan spegla lokala miljöföroreningar. Som invasiv art är den dessutom lovligt jaktbyte året om. Framför allt fokuserar projektet på fortplantningssystemet och monitorering av s.k. cocktaileffekter och blandningar av miljögifter. Resultaten visar att vild mink är en mycket lämplig indikatorart (sentinel species).

- Det går bra att få tag på material genom kontakter med jägare runt om i Sverige
- Minkarna är lätta och inte så dyra att transportera (skickas frysta med post)
- Vissa minkhannar har höga halter av miljögifter, särskilt PFOS men även PCB m.fl
- Höga halter av miljögifter hittas i alla ålderskategorier och kan variera mellan årstider
- Reproduktionen hos minkhannar har studerats och ett protokoll för robusta reproduktionsparametrar har tagits fram
- Det finns ett samband mellan miljögifter och reproduktionsparametrar på minkhannar

- Vild mink kan spegla den lokala kontamineringen av miljögifter

Data på PFAS för ett screeningprojekt för PFAS och bekämpningsmedel som Naturvårdsverket utför: ”Högfluorerade ämnen i den svenska miljön -sammanställning av data från 2000 till 2015. Delprojekt inom Regeringsuppdraget för Screening av förekomsten av miljögifter 2015”. Projektledare: Sara Persson och Ulf Magnusson (Institutionen för kliniska vetenskaper).

## **Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotikaresistenta bakterier i akvatisk miljö**

### **2010--**

Det övergripande syftet med projektet är att öka kunskapen om i vilken utsträckning antibiotikaresistenta bakterier och sjukdomsalstrande bakterier (salmonella, campylobakter) släpps ut från kommunala avloppsreningsverk i Sverige. Dessutom har studerats om musslor/fisk kan utgöra reservoarer för dessa bakterier och därmed öka risken för smittspridning. Projektet fokuseras mot studier av behandlat utgående vatten från 5-7 svenska avloppsreningsverk. Vattenprov analyseras med avseende på antal fekala indikatorbakterier (*E.coli* och enterokocker), förekomst av zoonotiska bakterier (Salmonella, Campylobakter) och antibiotikaresistens. Riktade tekniker (selektiv agar, ESBL/AmpC test, genotypisk karaktärisering) har använts och utvecklats för att specifikt leta efter ESBL -producerande *E. coli* och vankomycinresistenta enterokocker (VRE). ESBL och VRE har valts ut eftersom de är några av de största resistenshoten inom vården idag. Ytterligare en anledning till valet av ESBL är att andra aktörer i Sverige såsom SVA och SLV studerar spridning av ESBL med vatten och samordningsvinster därmed kan erhållas. Resistensbestämning har utförts med en mikrodilutionsmetod (VetMIC). Även salmonella-isolat har resistensbestämts. Under 2015 har metoder utvärderats och använts för att kunna kvantifiera förekomsten av ESBL, vilket är ett avgörande steg för att följa graden av förekomst över tid och mellan olika reningstekniker. Resultaten visar på stor spridning av salmonella och antibiotikaresistenta bakterier från samtliga svenska reningsverk som ingår i projektet. Halter av antibiotika har inte analyserats i projektet, men däremot effekterna av antibiotikaanvändning (antibiotikaresistens). Projektets befinner sig i en utvecklingsfas och de viktigaste avnämarna är Svenskt Vatten, regionala reningsverk och myndigheter som SNV, SLV och HAV. Projektledare: Leif Norrgren och Anna Norman Haldén (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

## **Fiskhälsa i recipienter**

### **2009--**

Projektet fokuseras främst mot kommunala reningsverk och industriella punktkällor för att undersöka om dessa belastar vattenmiljön med kemikalier som kan påverka hälsan hos fisken som lever i recipientvattnet. Undersökningar görs dels på lab genom att studera störningar på embryonalutvecklingen hos sebrafisk som exponeras för utgående avloppsvatten. Vid påvisade störningar kommer undersökningarna även att kompletteras med mätningar av specifika genetiska biomarkörer som visar på exponering för vissa grupper av kemikalier, t ex könshormonstörande ämnen, dioxinliknande kemikalier, metaller och kemikalier som orsakar oxidativ stress. Vidare görs även i projektet undersökningar av förekomsten av dubbelkönighet hos vild hanlig mört i svenska vattendrag. De övergripande resultaten visar att förekomsten av dubbelkönighet generellt är relativt låg, med en medelförekomst av ungefär 2%, där huvuddelen av dessa klassificeras ha en mild grad av dubbelkönighet. Sammantaget visar resultaten från programmet att vattenkvaliteten i huvuddelen av de undersökta lokalerna har bra status och inte påverkar embryonalutvecklingen eller könsutvecklingen negativt hos fisk. Projektet har under utvärderingsåren framförallt haft kontakt med länsstyrelser i berörda regioner där vattenprovtagning och fiskundersökningar skett. Projektet kan bidra med information till beslutsunderlag för kommuner och länsstyrelser i samband med rekommendationer till branschorganisationer och lokala avloppsreningsverk, samt nationella mottagare t.ex. myndigheter med ansvar för miljöövervakning (Naturvårdsverket) och regulatoriskt arbete

(Kemikalieinspektionen). Projektledare: Stefan Örn (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

## **Grodyngel som bioindikator**

**2010--**

Syftet med detta projekt är att undersöka om det föreligger påverkan av kemikalieexponering hos vilda grodyngel. Påverkan gäller dels sköldkörtelhormonstörande och könshormonstörande kemikalier. Vidare studeras biomarkörer som speglar effekter av dioxinliknande kemikalier, metaller och kemikalier som orsakar oxidativ stress. Projektet har visat att undersökningar av grodyngel är relativt genomförbar samtidigt som de kan ge mycket information om vattenlokalens påverkan på biologiska organismer. Grodynglen har under hela uppväxten varit knuten till en enskild vattenlokal och därmed kan uppmätta eventuella effekter direkt kopplas till kvaliteten hos vattenlokalen. Under projektets gång har fler parametrar inkluderats så att mer information kan erhållas ur materialet. Detta projekt visar hittills att sköldkörtelhormonstörande påverkan inte verkar vara ett stort problem i Sverige även om det lokalt påvisats misstankar om påverkade grodyngel. Det kan i dessa fall vara kopplat till förekomst av vissa bekämpningsmedel, om än i mycket låga koncentrationer. Mycket data har även erhållits om i vilka miljöer där de olika arterna påträffas. Det rör sig om faktorer både i vattenkvalitet och miljöbetingelser. Projektet har vidare visat att dagvattendammar t. ex. längs vägar, kan vara betydelsefulla som reproduktionslokaler för groddjur även om de i vissa fall kan ha en viss negativ påverkan på embryoutvecklingen då dessa kan utsättas för de kemikalier som dammarna är konstruerade att samla upp. Viktigaste avnämare är länsstyrelser och kommuner som får information om kvaliteten av småvatten på ett sätt som de annars inte har resurser att undersöka. Projektledare: Gunnar Carlsson (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

## **Utveckling av molekyllära markörer för fortlöpande miljöanalys inom akvatisk toxikologi**

**2006--**

Projektets syfte är att utveckla känsliga, robusta och mekanistiskt informativa molekyllära markörer för toxikologiska effekter i akvatisk miljö för fortlöpande miljöanalys. I projektet utvecklas en panel av in vitro-metoder, baserade på molekyllära markörer för toxiska mekanismer, till exempel oxidativ stress och hormonstörande effekter. Metoderna, som mäter den totala effekten av kemikalier i vattenprover, är enkla och känsliga och ett stort antal prover kan analyseras till rimlig kostnad. Testsystemet möjliggör uppföljning av miljömålen för akvatisk miljö i stor skala. Från början var projektet inriktat på att mäta uttryck av specifika gener i prover från fisk (zebrafisk, mört och spigg) och groda, som indikerar olika effekter och mekanismvägar t ex allmän toxicitet, hormonstörande effekter, stressrespons, nukleära receptorer. Skillnader i genuttryck har observerats och relaterats till kön och utvecklingsstadium liksom till exponering för miljöföroreningar i laboratorieexponerade djur. Senare har metodiken ändrats för att öka känsligheten och bli mer allmängiltig och resurseffektiv genom att utveckla cellbaserade reporter-gen-tester för toxisk aktivitet i vattenprover. Med dessa metoder mäts den sammantagna effekten av alla ämnen i vattenprover, såsom oxidativ stress (Nrf2-aktivitet), östrogen-, androgen- och PPR-aktivitet. Metoden lämpar sig utmärkt för att jämföra toxisk aktivitet före och efter rening/utsläpp, i prover över tid eller geografiskt. Genom samarbete med Inst för Vatten och Miljö, SLU, har biotester integrerats med kemisk analys av pesticider och andra miljöföroreningar. Projektledare: Agneta Oskarsson, Johan Lundqvist (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap).

## Utveckling av en biologisk miljögiftsindikator – kiselalger

2010--

Syftet för projekten är att kunna använda skaldeformationer på kiselalger som en akvatisk biologisk miljöindex som indikerar toxisk påverkan av metaller och herbicider. Projektet fokuserar på laborexperiment med kiselalgs kulturer för att hitta förklaringar till den stora variationen i skaldeformationer som man observerar i fältprover. Planen är att vattenförvaltare ska kunna använda den preliminära screeningsindexen som finns idag med större säkerhet i den reguljära kiselalgsövervakningen. Indexet kommer också att vidareutvecklas genom analys av nya fältdata. Screeningsmetoden upptäcker giftpåverkan huvudsakligen med hjälp av andelen missbildade (deformerade) kiselalgsskal i ett prov, som ökar signifikant vid tungmetall- och bekämpningsmedelspåverkan. Värdet > 1 % är en indikation på en möjlig påverkan. Det andra viktiga resultatet är att variationen som skaldeformationer uppträder är stora, och det är dåligt känt vilka faktorer som påverkar detta. Viktigaste avnämare är alla Svenska myndigheter inblandade i 'Delprogrammet kiselalger' inom de gemensamma delprogram för miljöövervakning, ledda av länsstyrelserna samt inblandade miljökonsulter. Vidare avnämare är forskningsprojekt där möjligheten att använda kiselalger som giftindikatorer studeras. Insamlade fältdata, metalldata och analysen av kiselalger inkl. deformationerna har kontinuerligt levererats till Datavärdskapet för sjöar och vattendrag (Institutionen för Vatten & Miljö) och håller nu (vinter 2015/2016) på att implementeras i den nya databasen Miljödata MVM. Projektledare: Maria Kahlert (Institutionen för vatten och miljö).

## Skogsbrukets effekter på kvicksilverhalter i svensk insjöfisk

2009--

Genom upprepade provfiskeri i skogssjöar kommer effekterna av skogsbruk på kvicksilverhalten i insjöfisk att studeras. Kontrollerade avverkningar inom avrinningsområdet genomförs tillsammans med provfiskeri före och efter denna avverkning. Projektet syftar även till att kartlägga orsakerna till att trender av kvicksilverhalter varierar mellan olika avrinningsområden efter avverkning. Denna kartläggning sker genom en mer detaljerad undersökning av ackumulering av kvicksilver i sjöns ekosystem. FOMA-projektet har påvisat att sjöar där omfattande avverkningar har genomförts i avrinningsområdet har halterna av kvicksilver i abborre ökat. Denna trend har jämförts med trender av kvicksilver i fisk från motsvarande sjöar (referenssjöar) där avverkning inte har skett över samma tidsperioder. I dessa referenssjöar har halterna av kvicksilver sjunkit under samma period. Slutsatsen efter 5 års undersökningar är att halter av kvicksilver i insjöfisk ökar som en effekt av skogsbruk i avrinningsområdet. Resultaten från FOMA-projektet kompletterar andra undersökningar av transporter av kvicksilver i bäckar från skogsområden med avverkningar. Ökade transporter av kvicksilver är en indikation på hur avverkning kan mobilisera kvicksilver från marken och därmed öka belastningen till akvatiska ekosystem. Den slutgiltiga ackumuleringen av kvicksilver i fisk är av stor betydelse för var och hur åtgärder inom vattenförvaltning görs samt hur man utformar rekommendationer till markägare och skogsbolag vid avverkningar. Resultaten har gett värdefull information om hur och var åtgärder kan sättas in för att begränsa effekter från olika typer av markanvändning. Skogsstyrelsen, vattenmyndigheter och länsstyrelser har deltagit i diskussioner om hur dessa resultat kan användas vid rådgivning och vattenförvaltning. Projektledare: Staffan Åkerblom (Institutionen för vatten och miljö).

## Pilot projekt under 2015

### Vildsvin som miljögiftsindikator

Inom projektet "Reproduktionsmönster och potential hos vildsvin i Sverige" kommer vi göra en delstudie, pilotstudie, där vi ska analysera Pb och Cd i njurar och lever hos vildsvin i olika åldrar. Vildsvin är allätare, bökar i jord och lever i nära anslutning till fuktiga marker som kärr och sjöar. Insamling av materialet till pilotstudien pågår och görs i samband med ordinarie vildsvinsjakt under

hösten 2015. Huvudprojektet finansieras av Naturvårdsverket (1.1 milj kr) och Svenska Jägarförbundet (250 tkr) FOMA medel 75 tkr ska användas för analyser av Pb och Cd. Projektledare: Anne-Marie Dalin (Institutionen för kliniska vetenskaper).

### **Passiva provtagare Syftet är att fortsätta testa passiva provtagare för växtskyddsmedel i fält.**

Under året har passiva provtagare använts i 6 år i Skåne under maj, juni samt sep/okt parallellt med vanlig momentanprovtagning samt biologisk provtagning. Delarna som foma finansierar ingår i ett större projekt finansierat av CKB samt Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten för utveckling av passiva provtagare för analys av växtskyddsmedel. Resultaten samt slutsatser kring hur provtagarna kan användas kommer att sammanställas i en rapport under 2016. Projektledare: Mikaela Gönczi (Institutionen för vatten och miljö).

## Löpande miljöövervakning

### **Nationell miljöövervakning av bekämpningsmedel**

#### **2002--**

Sedan 2002 genomför SLU, Institutionen för vatten och miljö, på uppdrag av Naturvårdsverket miljöövervakning av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). [Programmet](#) omfattar provtagning av ytvatten, grundvatten, sediment, regnvatten och luft, samt analyser av ca 130 olika substanser, i syfte att följa utvecklingen när det gäller förekomsten av bekämpningsmedel i miljön. Resultaten presenteras i årliga [rapporter](#) och data finns tillgängliga i en publik [databas](#). Dataunderlag från undersökningarna av ytvatten levereras till miljömålsansvarig myndighet (KemI) och utgör underlag för miljömålsindikatorn 'Växtskyddsmedel i ytvatten'. Data från regionala undersökningar av bekämpningsmedel sammanställs i en separat regional [pesticiddatabas](#). Projektledare: Jenny Kreuger (Institutionen för vatten och miljö).

## Bilaga 2: Vetenskapliga uppsatser, rapporter, examensarbeten m.m. relaterade till miljöanalysprogram Giftfrimiljö 2010-2015

### Rapporter

#### 2010

1. Graaf, S., Adielsson, S., Kreuger, J. (2010) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) – Årssammanställning 2009. SLU, Institutionen för mark och miljö, Ekohydrologi 120, 57 pp.
2. Johansson, A.-K., Baumann, P., Darnerud, P.O., Franzén, M., Hallgren, S., Håkansson, H., Jöborn, A., Lindgren, J., Lindskog, B., Lindquist, N.-G., Oskarsson, A., Petersson Grawé, K., Peensalu, R., Rudquist, G., Viatte, L. (2010) Farliga ämnen i livsmedel. Underlag till Miljömålsberedningens arbete med en strategi för en giftfri miljö. Rapport från beredningens expertgrupp. Miljömålsberedningen M 2010:04, 2012-02-20.
3. Löf, E. (2010) Geografiskt informationssystem används för att studera skillnader i mjölkgårdars fruktsamhetsresultat. Forskning special 3, Svensk Mjölk.
4. Åkerblom S. (2010) The performance of environmental monitoring programmes of Hg in freshwater ecosystems: Conclusions from the workshop held November 25 2010. SLU, Institutionen för vatten och miljö, 2011:8, 147 pp.

#### 2011

5. Graaf, S., Adielsson, S., Kreuger, J. (2011) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) – Årssammanställning 2010. SLU, Institutionen för mark och miljö, Ekohydrologi 128, 73 pp.
6. Sjöberg, K., Pihl Karlsson, G., Svensson, A., Wängberg, I., Brorström-Lundén, E., Potter, A., Hansson, K., Rehngrén, E., Persson, K., Areskoug, H., Kreuger, J. (2011) Nationell miljöövervakning – Luft. Data t.o.m. 2009. IVL Svenska Miljöinstitutet. IVL Rapport B 1968, 106 pp.

#### 2012

7. Ericsson, G., Dalin, A.M., Malmsten, J. (2012) Insamling av käkar och reproduktionsorgan i Växjö, Kronoberg 2011/2012. SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö, Rapport 2015:5, 12 pp.
8. Förllin, L. (2012) BALCOFISH, Final report, 2011. January 31 2012. Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap. 30 pp.
9. Kahlert, M. (2012) Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Länsstyrelsen Blekinge län, Rapport 2012:12, 40 pp.
10. Köhler, S. (2012) Faktorer som styr skillnader mellan totalhalter och lösta halter metaller i ett antal svenska ytvatten. SLU, Institutionen för vatten och miljö, 2012:21, 60 pp.
11. Nanos, T., Boye, K., Kreuger, J. (2012) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) – Årssammanställning 2011. SLU, Institutionen för mark och miljö, Ekohydrologi 132, 78 pp.
12. SOU 2012:38. (2012) Minska riskerna med farliga ämnen! Strategi för Sveriges arbete för en giftfri miljö. Delbetänkandet från Miljömålsberedningen, Stockholm. (Agneta Oskarsson deltog som expert/referensperson.)

#### 2013

13. Ericsson, G., Neumann, W., Malmsten, J., Dalin, A.M., Dettki, H., Nilsson, K., Andersson, E., Nordström, Å., Stenbacka, F. (2013) Årsrapport GPS-älgarna Öland 2012/2013; Rörelse, reproduktion och överlevnad. SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö, 2013:4, 14 pp.

14. Lindström, B., Larsson, M., Nanos, T. & Kreuger, J. (2013) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) - Årssammanställning 2012. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2013:14, 82 pp.
15. Neumann, W., Ericsson, G., Hågeryd, A., Andersson, E., Å , Dettki, H., Stenbacka, F., Edenius, L., Malmsten, J., Dalin, A.M. (2013) Årsrapport GPS-älgarna Växjö 2012/2013: Rörelse, hemområden och reproduktion. SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö, 2013:6, 15 pp.
16. Neumann, W., Ericsson, G., Dettki, H., Bergqvist, G., Andersson, E., Nordström, Å., Stenbacka, F., Edenius, L., Malmsten, J., Dalin, A.M. (2013) Årsrapport SYDÄLG Öster Malma 2012/2013: Rörelse, hemområden och reproduktion, SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö, 2013:5, 14 pp.
17. Sjöberg, K., Pihl Karlsson, G., Svensson, A., Wängberg, I., Brorström-Lundén, E., Hansson, K., Potter, A., Rehngren, E., Sjöblom, A., Areskoug, H., Kreuger, J., Södergren, H., Andersson, C., Holmin Fridell, S., Andersson, S. (2013) Nationell Miljöövervakning – Luft. Data t.o.m. 2011. IVL Rapport B 2109, 106 pp.

## 2014

18. Sjöberg, K., Brorström-Lundén, E., Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Hansson, K., Wängberg, I., Potter, A., Kreuger, J., Lindström, B., Areskoug, H., Alpfjord, H., Andersson, C. (2014) Sakrapport 2013. Data från övervakning inom Programområde Luft t.o.m. år 2013. IVL Rapport C 53, 120 pp.

## 2015

19. Goedkoop, W., Kahlert, M. (2015) Biologiska effekter av bekämpningsmedel i vattendrag - Erfarenheter från 6 års studier av bottenfauna och kiselalger i jordbruksbäckar. CKB rapport 2015:2. Sveriges lantbruksuniversitet. ISBN: 978-91-576-9355-6.
20. Lindström, B., Larsson, M., Boye, K., Gönczi, M., Kreuger, J. (2015) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Långtidsöversikt och trender 2002-2012 för ytvatten och sediment. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2015:5, 135 pp. ISBN: 978-91-576-9320-4.
21. Lindström, B., Kreuger, J. (2015) Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Årssammanställning 2013. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2015:10, 88 pp.

## Referee granskade vetenskapliga artiklar

### 2011

1. Carlsson, G., Patring, J., Ullerås, E., Oskarsson, A. (2011) Developmental toxicity of albendazole and its three main metabolites in zebrafish embryos. *Reprod. Toxicol.* 32, 129-137.
2. Huser, B., Köhler, S., Wilander, A., Johansson, K., Fölster, J. (2011) Temporal and spatial trends for trace metals in streams and rivers across Sweden (1996-2009). *Biogeosciences* 8, 1813-1823.

### 2012

3. Huser, B., Fölster, J., Köhler, S. (2012) Lead, zinc, and chromium concentrations in acidic headwater streams in Sweden explained by chemical, climatic, and land-use variations. *Biogeosciences* 9, 4323-4335.
4. Mattsson, A., Ullerås, E., Patring, J., Oskarsson, A. (2012) Albendazole causes stage-dependent developmental toxicity and is deactivated by a mammalian metabolism system in a modified zebrafish embryo toxicity test. *Reprod. Toxicol.* 34, 31-42.
5. Norrgran, J., Jones, B., Lindquist, N.G., Bergman, A. (2012) Decabromobiphenyl, polybrominated diphenyl ethers, and brominated phenolic compounds in serum of cats diagnosed with the endocrine disease feline hyperthyroidism. *Arch Environ Contam Toxicol.* 63, 161-8.
6. Persson, S., Brunström, B., Bäcklin, B.M., Kindahl, H. Magnusson, U. (2012) Wild mink (*Neovison vison*) as sentinels in environmental monitoring. *Acta vet Scand.* 54 (Suppl 1), S9.

7. Åkerblom, S., Nilsson, M.B., Yu, J., Ranney, B., Johansson, K. (2012) Temporal change estimation of mercury concentrations in northern Pike (*Esox lucius* L.) in Swedish lakes. *Chemosphere* 86, 439-445.

## 2013

8. Carlsson, G., Patring, J., Kreuger, J., Norrgren, L., Oskarsson, A. (2013). Toxicity of 15 veterinary pharmaceuticals in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Aquatic toxicology* 126, 30-41.
9. Persson, S., Rotander, A., van Bavel, B., Bäcklin, B.M., Brunström, B., Magnusson, U. (2013) Influence of age, season, body condition and sampling area on concentrations of chlorinated and brominated contaminants in wild mink (*Neovison vison*) in Sweden. *Chemosphere* 90, 1664-1671.
10. Persson, S., Rotander, A., Kärman, A., van Bavel, B., Magnusson, U. (2013) Perfluoroalkyl acids in subarctic wild male mink (*Neovison vison*) in relation to age, season and geographical area. *Environ Int.* 59, 425-30.
11. Rousselle, C., Ormsby, J.N., Schafer, B., Lampen, A., Platzek, T., Hirsch-Ernst, K.I., Warholm, M., Oskarsson, A., Juul Nielsen, P., Holmer, M.L., Emond, C. (2013) Workshop Report: International workshop on endocrine disruptors: Exposure and potential impact on consumers health. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 65, 7-11.

## 2014

12. Bundschuh, M., Goedkoop, W. och Kreuger, J. 2014. Evaluation of pesticide monitoring strategies in agricultural streams based on the toxic-unit concept — Experiences from long-term measurements. *Science of The Total Environment*, volume 484, 84–91.
13. Malmsten, J., Söderquist, L., Thulin, C.G., Gavier-Widen, D., Yon, L., Hutchings, M.R., Dalin, A.M. (2014) Reproductive characteristics in female Swedish moose (*Alces alces*) with emphasis on puberty, timing of oestrus and mating, *Acta vet scand* 56:23
14. Malmsten, J., Dalin, A.M. (2014) Reproductive failure in moose (*Alces alces*) due to embryonic mortality and unfertilized oocytes. *Acta Theriologica* 59, 449-455.
15. Malmsten, J., Widén, D.G., Rydevik, G., Yon, L., Hutchings, M.R., Thulin, C.G., Söderquist, L., Aspan, A., Stuen, S., Dalin, A.M. (2014) Temporal and spatial variation in *Anaplasma phagocytophilum* infection in Swedish moose (*Alces alces*). *Epidemiology and Infection* 142, 1205-1213.
16. Olsson, A., Malmsten, J., Frössling, J., Bölske, G., Aspan, A., Dalin, A.M., Lindberg, A. (2014). Surveys on *Coxiella burnetti* infections in Swedish cattle, sheep, goats and moose, *Acta vet scand*, 56:39.
17. Rousselle, C., Ormsby, J.N., Schafer, B., Lampen, A., Platzek, T., Hirsch-Ernst, K.I., Warholm, M., Oskarsson, A., Juul Nielsen, P., Holmer, M.L., Emond, C. (2013) Workshop Report: International workshop on endocrine disruptors: Exposure and potential impact on consumers health. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 65, 7-11.
18. Steffens, K., Jarvis, N.J., Lewan, E., Lindström, B., Kreuger, J., Kjellström, E. & Moeys, J. 2014. Direct and indirect effects of climate change on herbicide leaching – a regional scale assessment in Sweden. *Science of the Total Environment*, 514, 239-249
19. Åkerblom, S., Bignert, A., Meili, M., Sonesten, L., Sundbom, M. (2014) Half a century of changing mercury levels in Swedish freshwater fish. *Ambio* 43, 91-103.

## 2015

20. Ahrens, L., Daneshvar, A., Lau, A.E. & Kreuger, J. 2015. Characterization of five passive sampling devices for monitoring of pesticides in water. *Journal of Chromatography A*, 1405, 1-11. DOI: 10.1016/j.chroma.2015.05.044
21. Norrgran, J., Jones, B., Bignert, A., Athanassiadis, I., Bergman, Å. (2015) Higher PBDE serum concentrations may be associated with feline hyperthyroidism in Swedish cats. *Environ Sci Technol.* 49, 5107-5114.
22. Persson, S., Magnusson, U. (2015) Environmental pollutants and alterations in the reproductive system in wild male mink (*Neovison vison*) from Sweden. *Chemosphere* 120, 237-245.



23. Persson, S., Jensen, T.H., Blomström, A.L., Appelberg, M.T., Magnusson, U. (2015) A leutian mink disease virus in free-ranging mink from Sweden. *PLoS One* 10(3): e0122194.
24. Pohl, J., Örn, S., Norrgren, L., Carlsson, G. (2015) Toxicological evaluation of water from stormwater ponds using *Xenopus tropicalis* embryos. *Wetlands Ecology and Management* 23, 1091–1098.

## Doktorsavhandlingar

1. Persson, S. (2013) The wild male mink as a sentinel for endocrine-disrupting chemicals and reproductive toxicity. Doctoral Thesis 2013:65. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. ISBN 978-91-576-7869-0.
2. Malmsten, J. (2014) Reproduction and health of moose. Doctoral Thesis 2014:19. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. ISBN 978-91-576-7987-1.
3. Norrgran Engdahl, J. (2015) Cats as biomarkers for exposure to POPs in home environment - with focus on brominated chemicals and associations to feline hyperthyroidism. Doctoral Thesis. Stockholm University. ISBN 978-91-7649-190-4.
4. Steffens, K. (2015) Modelling climate change impacts on pesticide leaching. Doctoral Thesis 2015:35. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. ISBN 978-91-576-8269-7.

## Licentiatavhandling

1. Rydh Stenström, J. (2013) Mixture toxicity of pesticides and biological effects in agricultural streams. Licentiate Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. ISBN 978-91-576-9168-2.

## Examensarbeten

1. Tjernström, M. (2010) Aleutian disease in wild mink in Sweden. Degree project Veterinary programme. SLU Dep. of Clinical Sciences (handledare: Ulf Magnusson, Sara Persson)
2. Bighiu, M. A. (2012) Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) for accessing microbial contamination and antibiotic resistant bacteria in freshwaters. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Energy and Technology. <http://stud.epsilon.slu.se/4791/>
3. Blix, M. (2012) Äggstocksaktivitet hos älgar (*Alces alces*) under älgjaksperioderna i Jämtland. (handledare: Anne Marie Dalin, Jonas Malmsten), SLU, 30 hp.
4. Naghavian, S.N. (2012) Experimental zinc stress on benthic diatoms assemblage growth in Fyrisån water. MSc thesis, Dept. of Aquatic Sciences and Assessment, SLU, 46 p.
5. Törnmarck, C. (2012) Reproduktionsstörningar hos vild svensk mink (*Mustela vison*). Uppsala: SLU, Dept. of Biomedical Sciences and Veterinary Public Health (handledare: Gunnar Carlsson, Stefan Örn,)
6. Rakovic, J. (2014). Effects of the carotenoid inhibiting herbicide diflufenican on the photosynthesis of benthic algae. BSc thesis, Dept. of Aquatic Sciences and Assessment, SLU, 19 pp.
7. Svanström, P. (2014) Pathogens and antibiotic resistant bacteria in abattoir waste and animals, a study involving abattoir wastewater, earthworms and Marabou storks. Degree project ISSN 1652-8697, BVF, SLU (handledare: Leif Norrgren)
8. Jaclyn, M. (2014). Postharvest effects of Mercury on Perch in Swedish lakes. Examensarbete. 30 hp. Institutionen för Vatten och Miljö (SLU) (handledare: Staffan Åkerblom)
9. Thorell, J. (2014) Cleaning process of abattoir wastewater with focus on bacterial pathogens. Degree project 1652-8697, BVF, SLU (handledare: Leif Norrgren)
10. Nesrin Negm: (2015) Bioaccumulation of Poly- and PerfluoroalkylSubstances (PFASs) and Mercury in European Perch (*Perca fluviatilis*). Spatial distribution and forest clear-cut (CC) effects in Swedish lakes. Institutionen för Vatten och Miljö. (handledare: Staffan Åkerblom)

11. Gonçalves, S. (2015) Effects of metal contamination on diatoms: Toxicity of copper to *Nitzschia palea* and alterations of zinc to the volatile metabolome and biochemical status of *Achnanthes minutissimum*. BSc thesis at University of Aveiro, Portugal.
12. Junhui Jiang (2016) Toxicity of pulp mill sediments from River Ångermanälven on zebrafish (*Danio rerio*) embryos. MSc Uppsala University 30 Hp (Handledare Stefan Örn, Gunnar Carlsson).

## Presentationer i internationella sammanhang vid vetenskapliga konferenser

### 2010

1. Stevenson, M., Emanuelson, U., Gustafsson, H., Löf, M. & Söderström, M. (2010) Determinants of reproductive performance in Swedish dairy herds, 2001-2009. GEOVET 2010, Sydney, Australien, 1-3 december, 2010.

### 2011

2. Dalin A.-M., Malmsten J. (2011) Annual Conference of the Wildlife Disease Association, Quebec city, Kanada, 14-19 aug.
3. Dalin A.-M., Malmsten J. (2011) 1st international workshop on reproductive disorders in Baltic vertebrate wildlife - BALTREP", Uppsala, 7-8 dec 2011.
4. Huser Brian, Fölster Jens, Köhler Stephan (2011). Time trends of trace metals in Swedish streams. 26th meeting of the ICP-Waters Programme Task Force, Helsinki. NIVA report SNO 6096-2010

### 2012

5. Carlsson, G., Patring, J., Kreuger J., Norrgren, L. and Oskarsson, A. (2012) Hazard assessment of 15 veterinary pharmaceuticals in zebrafish embryos. Abstract at Eurotox, June 17-20, 2012, Stockholm, Sweden
6. Dalin A.-M., Malmsten J. (2012) 7th International Moose Symposium" i Bialowieza, Polen, 7-10 augusti
7. Kahlert, M. (2012) Diatoms in Swedish streams with low to high toxin contamination. 6th European Diatom Meeting, Innsbruck 22-25.3.
8. Kahlert, M. (2012) Using diatoms as biological screening method for heavy metals, pesticides and other hazardous substances? A study on Swedish streams. 22nd International Diatom Symposium, Genth, 26-31.8.
9. Oskarsson, A. (2012) Environmental contaminants and food safety. Nordic Environmental Chemistry Conference, Helsinki. Meeting Abstract. Acta Vet. Scand., 54 (Suppl. 1), 55.
10. Rotander A, Persson S, Kärrman A, Bavel Bv, Magnusson U. (2012) Perfluoroalkyl acids (PFAAs) in Swedish Wild Mink. Abstract for poster presented at a satellite meeting on Perfluoro compound in conjunction with the Nordic Environmental Chemistry Conference (NECC2012) in Helsinki.

### 2013

11. Hagberg, J., Rotander, A., Persson, S., Magnusson, U, van Bavel, B. (2013) Levels of polybrominated dibenzo-p dioxins and furans in minks from Sweden [abstract] Sixth International Symposium On Flame Retardants, April 7-10, San Francisco, California
12. Ljungvall K, Magnusson U, Norrby M, Bergquist J, Pettersson J, Persson S.(2013) Heavy metals in female mink in Sweden [abstract]. Workshop on female reproduction and endocrine disrupting chemicals, November 5-6, Centre for Reproductive Biology Uppsala, Sweden.
13. Malmsten J. (2013)"1st International Workshop on Moose Health", Uppsala, 23-24 Okt. Management challenges with growing ungulate populations
14. Persson S, Rotander A, Kärrman A, van Bavel B, Magnusson U.(2013) Perfluoroalkyl acids and the anogenital distance in wild male mink (*Neovison vison*) [abstract]. 7th Copenhagen Workshop on Endocrine Disruptors (COW) 28-31 May, Copenhagen, Denmark

15. Persson S, Rotander A, Kärrman A, van Bavel B, Magnusson U. (2013) Perfluoroalkyl acids and the anogenital distance in wild male mink (*Neovison vison*) [abstract]. 7th Copenhagen Workshop on Endocrine Disrupters (COW) 28-31 May, Copenhagen, Denmark

## 2014

16. Persson, S., Rotander, A., Kärrman, A., van Bavel, B. & Magnusson, U. (2014) Associations between the anogenital distance and environmental concentrations of perfluoroalkyl acids and DDE in wild male mink (*Neovison vison*) Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe 24th Annual Meeting, 11-15 May, Basel.

## 2015

17. Kahlert, M. Development of diatom indicators for assessing inland waters. WATERS scientific symposium "Tools for assessing status of aquatic ecosystems", Malmö, 6-7.5.
18. Lundqvist J, Kreuger J, Oskarsson A (2015). Integrated chemical and toxicological profiling of surface water samples from Swedish rural areas SETAC, Barcelona maj
19. Oskarsson A, Tröger R, Kreuger J, Ahrens L, Wiberg K and Lundqvist J (2015) Society of Toxicology 2015, konferens i San Diego, USA, i mars: Oxidative stress response in samples from surface water and a drinking water treatment plant
20. Persson S., Rotander A., van Bavel B., Bäcklin B-M., Brunström, B., Magnusson, U. (2015) Wild mink as a sentinel species in environmental monitoring. European Otter Workshop, June 8-11, Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Sweden

## Populärvetenskapliga och andra avtryck i samhället

## 2011

1. Kahlert, M. Kiselalger som indikator på miljögifter. Miljöövervakningsdagarna i Örebro 20-21/9. Dagarna presenterades också översiktligt i en Artikel i Nerikes Allehanda <http://www.lansstyrelsen.se/orebro/Sv/miljo-och-klimat/tillstandet-i-miljon/miljoovervakning/Pages/miljoovervakningsdagarna-2011.aspx>

## 2012

2. Press-release i samband med publiceringen av Chemosphere-artikeln om minkprojektet resulterande i 20 tal tidningsartiklar och ett inslag i SVT.
3. Tv-program, "Mitt i Naturen – Vad händer med Ölands älgkalvar?", 8 nov 2012.
4. TV- nyheter/ inslag mink <http://www.svtplay.se/video/963475/16-1-09-10>
5. TV- nyheter/ inslag katt flammskyddsmedel Publicerad 15 oktober 2012 - 18:00–Uppdaterad 15 oktober 2012 - 19:04 Katter ska visa hormonstörande ämnen. Nytt forskningsprojekt
6. Inslag på SVT Östnytt om antibiotikaresistens i avloppsvatten 18 juli 2012: <http://www.svt.se/nyheter/regionalt/ost/resistena-bakterier-sprids-rakt-ut-fran-reningsverken>
7. Antibiotika resistens Tv Radio inslag 2012-06-11. Smittsamma och resistenta bakterier sprids från reningsverk Länk till SvT Rapport-inslaget om larmet i Örebro. [http://svt.se/2.33831/1.2783214/multiresistenta\\_bakterier\\_i\\_hjalmaren](http://svt.se/2.33831/1.2783214/multiresistenta_bakterier_i_hjalmaren)

## 2013

8. Kreuger, J., Nanos, T. & Larsson, M.K. 2013. Miljöövervakning av kemiska bekämpningsmedel speglar utvecklingen. I: Gifter & Miljö 2013 – Om tillståndet i svensk landmiljö (Ed. Hedlund, B. Hellström, A., Ricklund, N. & Lilja, K.), pp 7-9. Naturvårdsverket.
9. Malmsten, J och A-M Dalin, Viltundersökning, livmodern avslöjar fruktsamheten, Svensk Jakt, 2013, nr 9, 70 - 71
10. Mitt i Naturen, 6 nov. 2012 "Vad händer med Ölands älgkalvar".
11. Mink Föreläsning på workshop "Hormonstörande ämnen i miljön - vilka paralleller kan vi dra mellan miljö och hälsa" 23 oktober 2013, Kemikalieinspektionen

12. Mink Föreläsning på workshop om miljöföroreningar i yt- och dricksvatten, 23 maj 2013, Svenska Kemistsamfundet/Swedish Chemical Society, Uppsala
13. Mink Inslag Sveriges Radio Uppland 14 november 2013

## 2014

14. Goedkoop, W. och Kreuger, J. 2014. Påverkas växter och djur i våra vatten av bekämpningsmedel? Artikel i Sötvatten 2014 - Om miljötillståndet i Sveriges sjöar, vattendrag och grundvatten, 20-24. Havs- och vattenmyndigheten.
15. Gönczi, M. och Kreuger, J. 2014. Rester av bekämpningsmedel i vatten trots lagar och miljömål. Artikel i Gifter & Miljö 2014 - Om påverkan på yttre miljö och människor, 4-7. Naturvårdsverket.
16. Norman Haldén A (2014) Foma-projektet ”Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotikaresistenta bakterier i akvatisk miljö” presenterades vid Antibiotikaforum, Stockholm 2014-11-18. Presentation med titeln ” Förekomst av antibiotikaresistenta bakterier i avloppsvatten och i vattenmiljön”
17. Foma-projektet ”Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotikaresistenta bakterier i akvatisk miljö” nämns i bloggosfären: <http://www.ansvarsblogg.se/miljo/antibiotikaforum-2014/>
18. Jakob Ottoson (2014) “Bivalves as reservoirs of antibiotic resistance in the environment”. Presentation vid Nordic One Health Conference - Interdisciplinary meeting on infectious diseases and antibiotic resistance, The Swedish research councils FORMAS and Vetenskapsrådet supported our Fifth Scientific Meeting on One Health, 28 April 2014. <http://www.onehealth.se/ohs/asm2014>
19. Nyhetsbrev Framtidens djur nr 6 (2014) Miljögifter påverkar fortplantningsorganen hos vilda minkar <http://www.slu.se/miljogiftmink>
20. SLU Magazine New Insights - Research and knowledge from the Swedish University of Agricultural Sciences, notis om projektet (2014)
21. Pressmeddelande - Miljögifter och tecken på feminisering hos vilda minkar, 14 oktober (2014). Togs upp av Sveriges radio/Vetenskapsradion, TT, Ny Teknik, Svenska dagbladet och ett flertal sidor på nätet (ffa jakt och forsknings-sidor)

## 2015

22. Lena Bäckman Lägerdal Artikel i Svenskt Vatten ”Antibiotikaresistenta bakterier i vattenmiljö”, nr. 1 2015, s 24: [https://www.paperton.com/shelf/reader/magazine\\_id/14313/whitelabel/svensktvatten-2/uid/926216/token/cea3cad83a0725aa048f5918f5eb1fd11422df4f#page/24](https://www.paperton.com/shelf/reader/magazine_id/14313/whitelabel/svensktvatten-2/uid/926216/token/cea3cad83a0725aa048f5918f5eb1fd11422df4f#page/24)
23. Anna Norman Haldén (2015), Presentation av resultat från Foma-projektet ”Patogena mikroorganismer, läkemedel och antibiotikaresistenta bakterier i akvatisk miljö” vid Workshop inom det SI-finansierade Östersjöprojektet ”Sewage treatment plants as point sources for zoonotic microorganism, antibiotic-resistant bacteria and pharmaceuticals in the Baltic Sea Region”, 25 nov 2015, Linköping, Sverige.
24. Ann-Katrin Hallin, Grodyngels utveckling berättar om hormonstörande ämnen artikel i Miljötrender 2015. [http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/miljoanalys-dok/populart/miljotrender/2015/miljotrender\\_lowres\\_web.pdf](http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/miljoanalys-dok/populart/miljotrender/2015/miljotrender_lowres_web.pdf)