

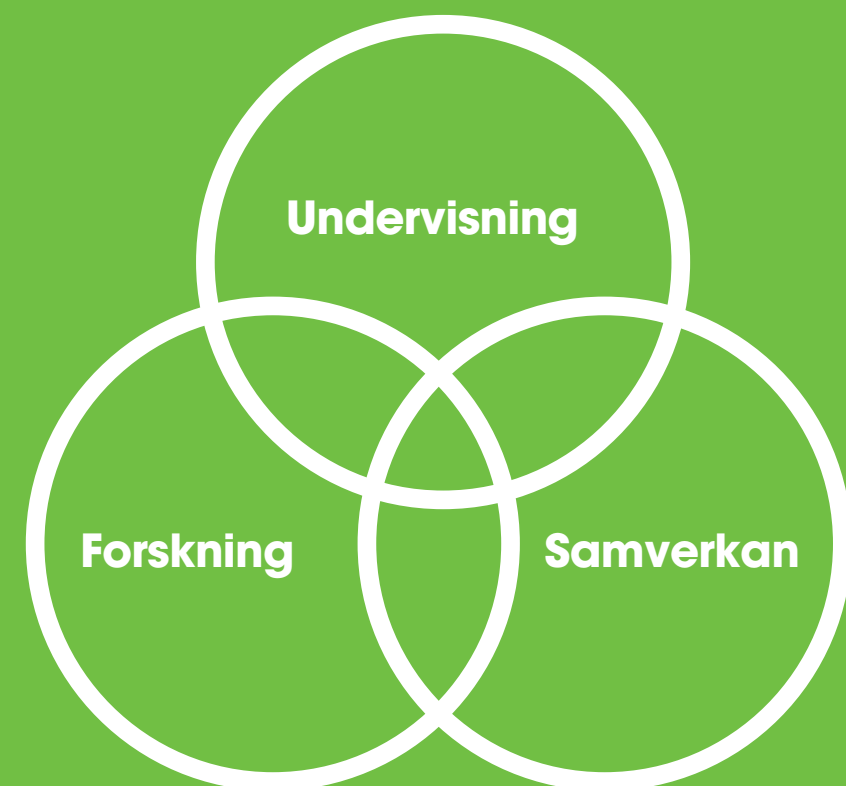


Inom forskningsmiljön *Man and Biosphere Health*, förkortat MABH (hkr.se/mabh), bedrivs forskning inom biologi, kemi, biomedicin och psykologi, men också mycket tvärvetenskaplig forskning, med fokus kring människans påverkan på ekosystem och dess effekter på biologiskt liv, mångfald och hälsa. Forskare inom MABH är också involverade i åtgärdsprogram och utveckling av nya tekniker och metoder för att kunna undersöka de negativa effekterna av människans aktiviteter.

Forskningsmiljön MABH bildades 2009 med syfte att samla högskolans forskning inom bland annat ekologi, miljöteknik, kemi och biomedicin under ett paraply. Ambitionen var att utveckla tvärvetenskapliga projekt såväl inom som utanför gruppen.

Man and Biosphere Health – en komplett akademisk miljö

Red: Ann-Sofi Rehnstam-Holm



Man and Biosphere Health – en komplett akademisk miljö

Red: Ann-Sofi Rehnstam-Holm

Kristianstad University Press 11:2018

Tryck: Högskolan Kristianstad, Kristianstad 2018

ISBN: 978-91-87973-35-2

Kristianstad University Press

© 2018 Respektive författare

Tillägnet	4
Förord	6
Forskningsanknuten grundutbildning – utbildningsanknuten forskning?	8
Vad är forskningsanknuten utbildning inom laborativ utbildning?	8
English summary	15
Referenser	15
Miljö, medicin och undervisning, hur hänger det ihop? Exempel från projektet mangan och prostatacancer	16
Forskningsområdet mangan och prostatacancer	17
Referenser	20
Kan klimatförändringen öka smitta av infektions-sjukdomar via havsvatten?	22
Pågående miljöförändringar	22
Syfte	24
Hur studierna går till	24
Kort sammanfattning av uppnådda resultat	27
Fortsatta studier	29
Samverkan	30
English summary	30
Referenser	31
Gäss i jordbrukslandskapet: utmaningar och möjligheter	34
Varför behövs denna forskning?	35
Dagens jakt löser inte problemen	36
Hur jobbar vi i projektet?	36
Projektets mål i korthet	37
Vad har vi gjort hittills?	37
Gässen, MABH, Biosfärområdet och Högskolan Kristianstad	38
Vad väntar?	39

English summary.....	40
Effekter av utsättningar av farmade änder ämnade för jakt	41
Bakgrund	42
Forskning om utsättning av änder	43
Frågeställningar och syfte.....	43
Vad har vi gjort hittills?.....	44
Vad är på gång?	45
En fråga som engagerar många.....	45
English summary.....	46
Referenser	47
Transdisciplinär forskning visar vägen mot en hållbar ekologiska utveckling	48
Ökad efterfrågan på samverkansforskning	48
Erfarenheter kring transdisciplinär forskning från projektet ECOSIMP	49
MuniComp – ett nytt projekt med transdisciplinära förtecken	53
Högskolan Kristianstads samverkansprofil	54
English summary.....	54
Referenser	55

Tillägnan

Denna skrift tillägnar vi minnet av **Arne Halling**, en omtyckt och alltid intresserad, engagerad och filantropisk medarbetare.

Den 1/12 2017 förlorade MABH sin trognaste medlem och supporter, professor em. Arne Halling, i en ålder av 79 år. Arne var en sann tvärvetenskapsman med ett förflutet som professor i parodontologi. Han tog sin tandläkarexamen 1963 i Malmö och privatpraktiserade sedan en tid. Efter specialistutbildning blev han klinikchef och övertandläkare vid Kristianstad Läns Landsting och tog en odontologie doktorsexamen. Arne hade ett stort intresse för förebyggande tandhälsovård och var verksam och sedermera chef vid Folkhälsovetenskapligt Centrum, Linköpings Universitet. Till Högskolan Kristianstad återkom han 2001 som professor. Redan innan dess hade han varit involverad i uppbyggnaden av tandhygienistutbildningen vid högskolan.



Efter pensioneringen läste Arne in och tog en magister i biologi vid 71 års ålder. Arne ägnade sedan all sin arbetstid till att studera myggor på olika sätt. Bland annat ingick han i en arbetsgrupp med Länsstyrelsen i Skåne och Smittskyddsinstitutet vad gällde beredskap för eventuell invasion av virus som sprids av myggor.

Själv minns jag som hans lärare dels hur fantastisk han var som ”vanlig” biologistudent och hur han tog hand om och brydde sig om de medstudenter som hade olika problem. Som senare kollega beundrade jag hans enorma entusiasm och aldrig sinande intresse och energi. Han var ju alltid den som fanns på plats på jobbet, även lördag och söndag. Arne hade, med sin omfattande erfarenhet, stor betydelse för sammanhållningen och utvecklingen av MABH.

Ann-Sofi Rehnstam-Holm



Förord

En komplett kunskapsmiljö ska enligt utbildningsdepartementet, Universitetskanslersämbetet och externa bidragsgivare, likväl som Högskolan Kristianstad, ha ett helhetsgrepp över forskning, samverkan och utbildning (se t.ex. Styr- och resursutredningen, Strut, U2017:05). Både samverkan och undervisning förväntas med andra ord integreras i forskningen. Vidare anges i HKR:s forskningsstrategi 2016-2020 (Dnr 2016-114-127), att stöd till forskningsmiljöer utgår till de med en tydlig koppling och relevans till prioriterade utbildningsområden och med synlighet såväl internt som externt, bidrar till kvalitet i utbildningen, och kännetecknas av hög forskningskvalitet, god publiceringsgrad och hög ansökningsaktivitet.

Inom forskningsmiljön ”Man and Biosphere Health”, förkortat MABH (www.hkr.se/mabh), bedrivs forskning inom biologi, kemi, biomedicin och psykologi, men också mycket tvärvetenskaplig forskning, med fokus kring människans påverkan på ekosystem och dess effekter på biologiskt liv, mångfald och hälsa. Forskare inom MABH är också involverade i åtgärdsprogram och utveckling av nya tekniker och metoder för att kunna undersöka de negativa effekterna av människans aktiviteter. Forskningsmiljön MABH bildades 2009 med syfte att samla högskolan forskning inom bland annat ekologi, miljöteknik, kemi och biomedicin under ett paraply. Ambitionen var att utveckla tvärvetenskapliga projekt såväl inom som utanför gruppen. Vid starten utgjordes gruppen av 19 medlemmar. Idag har den vuxit till 35, varav 30 är aktiva forskare och 32 lärare. MABH:s forskare har ett stort internationellt nätverk och samarbetar med forskare från många länder. Under åren har också ett ökat samarbete utvecklats med Kristianstads Vattenrike med årliga biosfärkonferenser i gemensam regi. Ett annat kännetecken för MABH är den starkt tillämpade kopplingen till olika typer av samhällsproblem vilket gör att många projekt sker i samverkan med Region Skåne, kommuner och näringsliv och andra aktörer, liksom med internationella lärosäten och biosfärsområden. Detta gör MABH till en för högskolan unik forskningsmiljö med potential att bidra till utvecklingen av ett mer hållbart samhälle såväl nationellt som internationellt.

Alla forskare, doktorander och adjunkter som ingår i MABH är också lärare. Dessa lärare undervisar inom ett mycket brett fält inom uppskattningsvis 12 olika program vid Högskolan Kristianstad. Direkt relaterad till forskningsmiljön är utbildningarna inom biologi, kemi, landskapsvetenskap, miljöstrategi, VA- och kretslopp, biomedicin och biomedicinsk laboratorievetenskap, men det förekommer också betydande lärarinsatser inom Gastronomiprogrammet, Sjuksköterskeprogrammet, Beteendevetenskapliga programmet och samtliga lärarutbildningar. MABH:s medlemmar bidrar också både med ämneskunskap och didaktik i lärarutbildningarna. Sammantaget innebär denna undervisning att ett mycket stort antal studenter på HKR möter lärare och forskare som ingår i MABH.

I denna publikation ges några exempel på hur forskningen inom MABH:s områden sker i samverkan med både studenter och omgivande samhälle. I den första artikeln diskuteras forskningsanknuten grundutbildning med exempel från området mikrobiologi och i artikel två och tre beskrivs olika biomedicinska forskningsprojekt där studenter är involverade. Samtliga dessa tre artiklar har tillämpade kopplingar till såväl medicinska problem som miljöproblem. I artikel fyra och fem beskrivs forskning inom förvaltning av gäss respektive effekten av att sätta ut farmade änder för jakt. Båda dessa områden har en tydlig samverkansprofil. Slutligen, i artikel sex beskrivs ett omfattande transdisciplinärt projekt kring ekosystemtjänster med stor samhällsrelevans. Urvalet av artiklar är på intet sätt heltäckande, utan utgör exempel på hur samverkan med avnämare och studenter berikar forskningen, likväl som att forskningen berikar undervisningen och utgör ett betydande stöd för en hållbar samhällsutveckling i samverkan. Vi inom MABH vill på detta sätt förtydliga att vi utgör en komplett kunskapsmiljö såväl enligt nationella som interna kriterier.

Ann-Sofi Rehnstam-Holm, Professor
Forskningsmiljöledare för Man & Biosphere Health
Fakulteten för Naturvetenskap,
Högskolan Kristianstad.

Forskningsanknuten grundutbildning – utbildningsanknuten forskning?

Ann-Sofi Rehnstam-Holm, professor i mikrobiologi, Fakulteten för Naturvetenskap, Högskolan Kristianstad
ann-sofi.rehnstam-holm@hkr.se

Carolina Axelsson, doktorand i mikrobiologi och universitetsadjunkt, Fakulteten för Naturvetenskap, Högskolan Kristianstad, Medicinska fakulteten Lunds Universitet
lina.axelsson@hkr.se

Begreppet forskningsanknuten utbildning kan definieras på ett flertal sätt. Idealt ska studenterna inom sin utbildning stöta på forskning genom att få kännedom om aktuell forskning och vara praktiskt involverade i forskningsprojekt. För att detta ska uppnås bör majoriteten av lärarna vara forskningsaktiva inom för utbildningen relevanta områden och att ett vetenskapligt förhållningssätt till kunskap förmedlar på bästa pedagogiska sätt – också detta förankrat i forskning. I den här artikeln ger vi exempel på hur studenter har involverats i våra forskningsprojekt både på högskolan, på universitetssjukhuset i Lund och vid internationella universitet och forskningsstationer.

Vad är forskningsanknuten utbildning inom laborativ utbildning?

Inom de vetenskapliga områden dit medlemmarna i MABH hör finns en lång tradition av forskningsanknytning av utbildningen. Det är t.ex. en

självklarhet att majoriteten av lärarna är aktiva forskare, liksom att många av studenterna genomför sina examensarbeten inom forskningsprojekt. Detta är speciellt tydligt inom den ”vita biologin”, dvs de biologigrenar som är laboratoriefokuserade. Vid HKR representeras dessa främst av cell- och molekylärbiologi respektive biomedicinsk laboratorievetenskap. En betydande orsak till att studenterna inom dessa områden blir mer styrda i sina val av examensprojekt hänger ihop med de omfattande kostnaderna för både förbrukningsmaterial och apparatur samt de extra arbetstimmar som handledarna måste lägga ner för att hjälpa studenterna i arbetet på laboratoriet. Vidare finns det ett tydligt säkerhetsskäl. Att utan handledning låta studenter hantera instrument som kostar betydande summor eller att låta dem hantera kemikalier eller biologiska prover medför såväl en ekonomisk risk som en säkerhetsrisk. Följaktligen måste de laborativa handledarna under den första tiden av ett examensarbete eller en verksamhetsförlagd utbildning försäkra sig om att studenten behärskar instrument och metoder samt följer säkerhetsrutiner innan de kan arbeta på egen hand.

Internationell forskningsanknytning av utbildningen

Studenterna har också möjligheter till VFU och/eller examensarbetsstudier utomlands genom bland annat ERASMUS eller MFS stipendier. Inom tidigare och nu pågående forskningsprojekt har vi i vår grupp engagerat ett flertal studenter som varit viktiga medarbetare i internationella projekt, där studenternas finansiering för resa och uppehälle betalats genom dessa stipendier. Studenterna har ofta en större möjlighet än vi forskare att stanna kvar utomlands och arbeta inom de internationella projekten en längre tid, speciellt om de har möjligheter att kombinera VFU och examensarbetskurserna.

Hur jobbar vi med forskningsanknytning?

I denna artikel ger vi exempel på hur studenter har engagerats under VFU och/eller examensarbeten inom vårt forskningsprojekt som handlar om antibiotikaresistens hos tarmbakterier som förekommer i miljön eller ute i samhället.

Utökad resistens mot β -laktamantibiotika hos tarmbakterier

Under det senaste årtiondet har infektioner som orsakas av multiresistenta gram-negativa bakterier blivit ett allvarligt problem. Dessa bakterier benämns ha en utökad resistens mot β -laktamer (extended spectrum β -lactamase, ESBL), vilket innebär att bakterierna

bär på enzymer som kan bryta ner inte bara vanliga penicilliner, utan också antibiotikagrupperna cefalosporiner och ibland även karbapenemer (Swedres-Svarm, 2016). Redan idag finns det inom denna grupp bakteriestammar som är resistenta mot alla kända antibiotika, vilket i framtiden kommer att få stor inverkan på vår förmåga att bekämpa och kontrollera både komplicerade men också relativt vanliga infektioner i samhället, som till exempel urinvägsinfektioner. I dessa fall återstår bara behandling med kolistin, ett gammalt antibiotikum som inte använts för behandling av infektioner hos människor på årtionden p.g.a. dess giftighet.

Ökningen av antibiotikaresistens hos bakterier orsakas av överanvändning och felanvändning av antibiotika, men också av komplexa interaktioner mellan olika bakterier och antibiotika i miljön. Reservoiren för de gener som kodar för antibiotikaresistens finns hos miljöbakterier i jord och vatten. Så har t.ex. den vanligaste resistensmekanismen inom ESBL-gruppen, genfamiljen CTX-M, spridits till vanliga tarmbakterier genom att genen flyttats från kromosomen hos bakterier inom släktet *Kluyvera* till plasmider (Cantón, 2008). Plasmider är mobila genetiska element som lätt kan förflyttas och spridas mellan olika gramnegativa bakterier både ute i miljön, i reningsverken eller i människors och djurs tarmar. Därefter har den stora variationen bland dessa gener uppstått genom mindre mutationer, vilket resulterat i ungefär 800 olika varianter. ESBL-producerande bakterier delas i de nordiska länderna upp i grupperna ESBL_A, ESBL_M och ESBL_{CARBA}. ESBL_A är den vanligaste gruppen och den genfamilj som dominerar är CTX-M med över 100 varianter (Bonnet, 2004; Rossolini et al., 2008). ESBL_M domineras av genen CMY och ESBL_{CARBA} av genvarianterna OXA-48 och NDH-1.

Vi har i ett flertal projekt som handlar om ESBL-resistens involverat studenter och i de flesta av dessa fall har studenterna arbetat med analyser både under deras verksamhetsförlagda kurser och examensarbeten.

Förekomst av ESBL resistenta tarmbakterier i Helge Å

I vårt projekt som handlar om att undersöka antibiotikaresistens hos tarmbakterier i Helge Å:s vattensystem har vi engagerat ett relativt stort antal studenter. Många av projekten har handlat om att sätta upp och optimera olika detektionsmetoder samt att analysera de över tusen

bakterieisolat vi samlat på oss inom projektet under några år. Studenterna har med andra ord varit viktiga kuggar för att driva projektet framåt. Samtidigt behöver studenterna mycket handledning för att klara av dessa studier, d.v.s. det är definitivt inte så att studenterna utnyttjas som ”gratis arbetskraft”. Normalstudenten behöver minst en veckas initial handledning, då handledaren i princip måste ägna all tid åt studenten både för träning och kontroll av studenten så de arbetar på ett laboratoriesäkert sätt. Därefter kan handledningen gradvis trappas ned, men med dagliga diskussioner kring resultat eller när det uppstår problem med analyserna. Det innebär att handledaren lägger ner betydligt mycket mer tid för att hjälpa studenten än vad som ges i tidsersättning, men eftersom arbetet sker inom handledarens egen forskning finns det en större vilja att lägga ner mycket tid på studenten, inte minst därför att man måste kunna lita på resultaten.

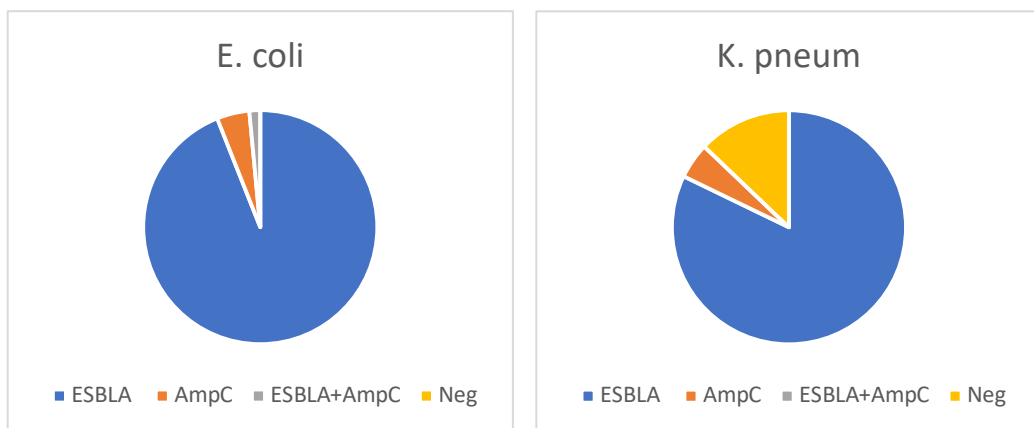


Fig. 1. Fenotypisk uttryck av ESBL-relaterad resistens hos omvärldsisolat av Escherichia coli respektive Klebsiella pneumoniae, Helge Å 2014.

Antibiotikaresistens hos friska individer i Guatemala

Hösten 2017 startade vi ett samarbete med forskare vid Universidad de Valle, Guatemala City. Upprinnelsen till projektet var en kontakt som etablerats av MABH medlemmarna prof. Jean Lacoursièr och bitr prof. Lena Vought via deras internationella engagemang och den inbjudan de fick av en tidigare masterstudent vid HKR. Vi hade en student på det biomedicinska analytikerprogrammet som visade stort intresse för att genomföra VFU och examensarbete utomlands och eftersom studenten i

fråga talade spanska flytande var ett projekt i Guatemala extra lämpligt. Genom att hjälpa studenten att skriva en MFS ansökan kunde studentens deltagande finansieras.

Projektet gick primärt ut på att analysera ett flertal friska individers tarmbakterier (*E. coli*) för förekomst av antibiotikaresistens. Vistelsen och projektet blev lyckat både för forskningssamarbetet och för studenten och vi håller på att se om vi kan skriva forskningsansökningar tillsammans för att fortsätta projektet.

Antibiotikaresistens i olika vattenmiljöer inom området Camargue, Frankrike

Under maj 2017 reste en grupp av MABH:s medlemmar till Tour de Valat, Frankrike. Tour de Valat är ett privatfinansierat forskningsinstitut som bedriver forskning inom biosfärområdet Camargue i södra Frankrike. Vårt besök innefattade framför allt en två dagars workshop där vi presenterade våra olika forskningsprojekt för varandra samt diskuterade eventuella gemensamma samarbeten. Ett sådant samarbete har nu precis startats mellan vår forskargrupp och en grupp ledd av Marion Vittecoq. Projektet går ut på att leta efter och karaktärisera ESBL-producerande bakterier isolerade från olika vattenmiljöer i Camargueområdet. Resultaten kommer att jämföras med en tidigare studie där man isolerat och karaktäriserat ESBL bakterier från råttor och möss infångade i samma områden där vattnet nu provtogs. Arbetet med isolering och analys har utförts på plats i Camargue av en ERASMUS finansierad student som går Biologiprogrammet vid HKR, och handleddes i huvudsak av oss. Med de möjligheter som idag finns att kommunicera och fotografera via telefonen, kan omfattande handledning även i praktiska moment ske på distans (Fig. 2). Således hade vi nära nog daglig kontakt med studenten, som fick hjälp vid analyser och råd om hur man kan gå vidare med analyserna via appar (WhatsApp och FaceTime), liksom allmänna råd kring hur det är att arbeta i en forskargrupp i ett annat land, vilket också inkluderar stöttning på ett mer personligt plan.



Fig. 2. Exempel på kommunikation mellan student och handledare.

Utveckling av en snabb analysmetod för att bestämma antibiotikaresistensen hos bakterier som orsakar bakteriemi

I ett samarbete med Klinisk mikrobiologi i Lund håller vi på att utveckla en förbättrad detektionsmetod för att snabba upp diagnostiken vid bakteriemi orsakade av antibiotikaresistenta bakterier som t.ex. de som är ESBL producenter. Snabba analys svar är oerhört viktiga så att de behandlande läkarna kan anpassa antibiotikabehandlingen för att bästa möjliga effekt ska uppnås, men framför allt för att rädda liv. Under arbetets gång har vi haft tre studenter som genomfört sina längre verksamhetsförlagda utbildningar (10 veckor) och examensarbeten inom projektet. Då det genomförs vid kliniken med dess apparaturer och prover har det också gett studenterna en inblick i hur villkoren ser ut för den kliniska forskningen. Det kan t.ex. innebära att analysinstrument inte kan användas som planerat eftersom kliniken patientprover alltid har förtur. Studenterna har också fått uppleva ett stort intresse från de som arbetar vid kliniken. Många anställda har varit nyfikna och stöttande

under arbetes gång, vilket gett studenterna en positiv verksamhetsnära upplevelse.

Undervisningsanknuten forskning?

Vi har i denna artikel belyst några exempel på projekt där vi integrerat undervisning av studenter från våra utbildningsprogram inom det laborativa området i våra egna forskningsprojekt. Vissa av studenterna har befunnit sig på högskolan, men flera har deltagit i regionala eller internationella projekt med forskningssamarbetspartners från olika områden och discipliner. På så sätt har forskningsanknytningsidealet uppnåtts, d.v.s. att studenter inom sin utbildning stött på aktuell forskning genom att också vara praktiskt involverade i forskningsprojekt. Denna typ av lärande liknar lärlingsmodellen, där forskaren förmedlar sitt kunnande genom praktiskt arbete. Den positiva sidan med en sådan modell är att studenten ofta känner sig aktivt delaktig i aktuell forskning samtidigt som studenten gradvis slussas in i den reflekterande och analyserande kunskapsutvecklingen. Men det innebär också att den enskilde studenten behöver en handledare med en pedagogisk syn på inläringen (Carlström-Hagman 2005). Man kan därför vända på det hela och säga att när studenterna deltar i forskningsprojekt blir den forskningsanknutna utbildningen snarare en undervisningsanknuten forskning. Detta faktum innebär att forskaren också har ett pedagogiskt ansvar i att strukturera, förklara och förtydliga en ofta förvirrande forskningsprocess där mycket tid får ägnas åt problemlösning och olika förklaringsmodeller av de fenomen som studeras. Denna typ av undervisning på kandidatnivå kan liknas vid den som sker inom forskarutbildning, då forskare och student arbetar tillsammans för att lösa olika problemställningar. Tyvärr är en undervisningsanknuten forskning inte alltid lätt att genomföra, framför allt p.g.a. stora studentgrupper (Wood, 2003), men inom våra laborativa utbildningar är traditionen stark och den undervisningsanknutna forskningen ofta helt nödvändig för att studenterna ska uppnå målen i högskolelagen i att kunna göra självständiga och kritiska bedömningar; kunna självständigt urskilja, formulera och lösa en problemställning; samt ha en beredskap för att möta förändringar i arbetslivet för så väl en yrkesexamen som för en kandidatexamen.

English summary

The concept of research-related education can be defined in several ways, but ideally, students should encounter research by acquiring knowledge of current research and by being practically involved in research projects.

In this article we give examples of how students have been involved in research projects during their practical education and/or graduate work in microbial research projects dealing with antibiotic resistant bacteria in the environment or society.

Referenser

- Bonnet R. (2004). Growing group of extended-spectrum β -lactamases: the CTX-M enzymes. *Antimicrob. Agents Chemother.* 48(1):1-14.
- Carlström-Hagman L.-P. (2005). Perspektiv på forskningsanknytning i högre utbildning. *Studies in Educational Policy and Educational Philosophy*, 2:26843.
- Cantón R., Novais A., Valverde A., Machado E., Peixe L., Baquero F. & Coque T. M. (2008). Prevalence and spread of extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Clin. Microbiol. Infect.* 14:144-153.
- Rossolini G. M., D'Andrea M. M. & Mugnaioli C. (2008). The spread of CTX-M-type extended-spectrum β -lactamases. *Clin. Microbiol. Infect.* 14:33-4110.
- Swedres-Svarm 2016. Consumption of antibiotics and occurrence of resistance in Sweden. Solna/Uppsala ISSN1650-6332.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in the Life Science at large research Universities: A perspective on the Boyer Commission Report. *Cell Biology Education* 2:112-116.

Miljö, medicin och undervisning, hur hänger det ihop? Exempel från projektet mangan och prostatacancer

Ingvar Holm, bitr. Professor i biologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad
ingvar.holm@hkr.se

Bodil Hernroth, professor i biomedicinsk laboratorievetenskap, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad
bodil.hernroth@hkr.se

Helena Tassidis, universitetslektor i biomedicinsk laboratorievetenskap, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad
helena.tassidis@hkr.se

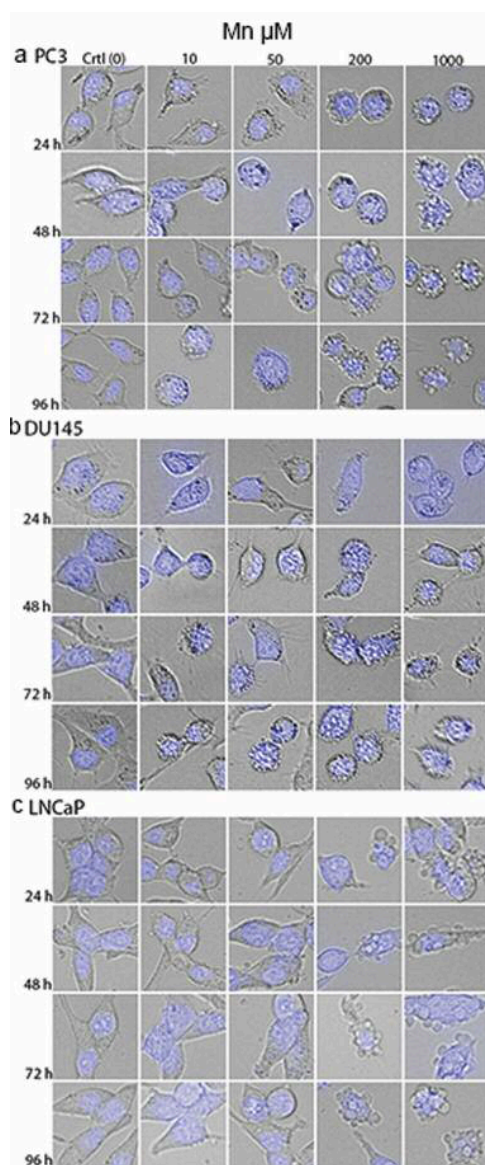
Forskningsmiljön ”Man and Biosphere Health” är en gruppering där forskare från helt olika biologiska kunskapsområden träffas och knyter kontakter. Forskning inom området ”Life Science” (Livsvetenskap), som framför allt innefattar biologi, medicin och biokemi, är världens största tvärdisciplinära forskningsområde med studier av biologiskt liv samt de förutsättningar som utgör grunden för fortsatt liv. Unikt för samarbetet inom MABH är kombinationen av ekologisk och biomedicinsk kompetens, vilket i vårt fall har inneburit att cellbiologisk forskning har knutits ihop med miljöforskning på ett nyskapande sätt.

Forskningsområdet mangan och prostatacancer

Mangan är ett vanligt grundämne som mest förekommer i en oorganisk form, men är ändå viktigt som ett metalliskt spårämne i organiska system. Flera metaboliska funktioner i celler är beroende av små mängder mangan, liksom mineraliseringen av ben och reproduktionsmekanismer (Santamaria, 2008). Får man däremot i sig för höga nivåer av mangan kan leda till en neurologisk sjukdom som liknar Parkinsons. Ett flertal studier, se till exempel Iregren (1990) och Mena et al. (1967), har också visat att om celler utsätts för mangan slår de på sitt självmordsprogram (apoptos) och dör. Mangans ekotoxiskologiska effekt på marina djur har påvisats ett flertal gånger i tidigare projekt sammanfattat av Hernroth och Baden (2017).

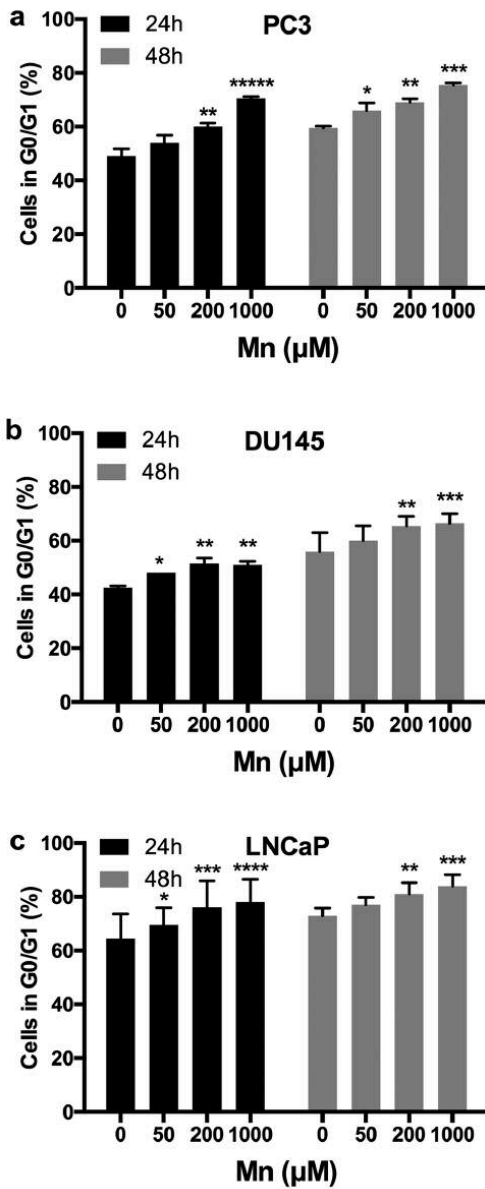
I gemensamma projekt studerar vi nu möjligheten att använda mangans förmåga att inducera cellsjälvmord hos cancerceller, vilket är ett innovativt och nytt angreppssätt för att komma till rätta med behandlingsresistans hos cancerformer, t.ex. prostatacancer. Just prostatacancer är världens vanligaste cancerform hos män. Prostatacancer kan vara relativt ofarlig och begränsad, d.v.s. sprider sig inte utanför prostatakörteln, men den kan också vara diffus och mycket spridningsbenägen och utgör då en allvarlig sjukdom. Hormonbehandling är vanlig, men cancercellerna utvecklar efter en tid resistens och påverkas inte av behandlingen, vilket kan leda till att cancer inte kan stoppas. Vid spridd prostatacancer används ofta cellgiftet docetaxel, vilket är ett giftigt ämne utvunnet ur idegranens barr. Framgångsrik kemisk behandling av cancer kräver att cancercellerna kan slå på sina självmordsprogram. Problemet är att aggressiva cancerceller ofta har system som stänger av detta program (Cleave et al., 2005). Ett sätt att få dem att starta sitt självmordsprogram igen skulle kunna vara att behandla dem med mangan som har just den effekten på celler.

Vi har i en serie försök undersökt hur prostatacancercellinjer påverkas av mangan. Efter att cellerna behandlats analyserades graden av cellöverlevnad samt i vilket cellcykelstadie cellerna befann sig i. Det visade sig att prostatacellinjerna behandlade med mangan gav en högre andel celler som gått in i en återvändsgränd i cellcykeln eller slagit på sina självmordsprogram i allt högre grad med ökande koncentration (Fig. 1 och 2, Hernroth et al., 2018).



Figur 1.

Morfologi hos de tre olika prostatacancercellinjerna PC3 (a), DU145 (b) och LNCaP (c) exponerade för olika koncentrationer av mangan i 24, 48, 72 och 96 timmar. Ctrl: kontroll. Från Hernroth et al., 2018.



Figur 2. Cell-cykel analys av celler i G0/G1 efter manganbehandling av prostatacancercellinjerna PC3 (a), DU145 (b) och LNCaP (c) presenterat som procent av kontroll som inte exponerats för mangan. Från Hernroth et al., 2018.

Projektens koppling till undervisning

Vi engagerar regelbundet studenter under VFU och/eller examensarbeten inom våra forskningsprojekt. Projekten är på många sätt ideala då studenterna dels får omfattande praktisk och teknisk träning, men också får tillämpa och fördjupa sina kunskaper inom cellbiologin. Studenterna aktiveras och frångår att vara konsumenter av kunskap till att vara medaktörer i sitt kunskapsbyggande, vilket ger ett studentcentrerat lärande som befrämjar djupinläring (Baeten, et al., 2010). Men studenterna blir också medaktörer i forskningen. På så sätt forskningsanknyts undervisningen och utbildningsanknyts forskningen på ett naturligt sätt.

En viktig metod i vår forskning handlar om att odla olika typer av humana cellinjer samt att hantera avancerad apparatur. Detta kräver specifik kunskap som tyvärr ofta inte är lätt att undervisa i, framför allt när det är studentgrupper på mer än 4-6 studenter (Wood, 2003). Detta är extra tydligt vid analyser på och av cellinjer där odlingsfaciliteter, kostnaderna för odlingar och analyser, samt kravet på sterilitet gör att endast få personer kan arbeta med analyserna vid varje tillfälle. Genom vår forskning har vi med andra ord kunnat ge studenter inom den cellbiologiska respektive det biomedicinska laboratorievetenskapliga området såväl fördjupade insikter som praktiska kunskaper som är till stor nytta för deras framtida anställningsbarhet.

Referenser

- Santamaria, A. B. (2008). Manganese exposure, essentiality and toxicity. *Indian J. Med. Res.* 128:485-500.
- Iregren, A. (1990). Psychological test performance in foundry workers exposed to low levels of manganese. *Neurotoxicol. Teratol.* 12:673-675.
- Men, I., Marin, O., Fuenzalida, S. & Cotzias, G. C. (1967). Chronic manganese poisoning. Clinical picture and manganese turnover. *Neurology* 17:128-136.
- Hernroth, B. & Baden, P. S. (2017). Alteration of host-pathogen interactions in the wake of climate change - Increasing risk for shellfish associated infections? *Environ. Res.* 161:425-438.
- Gleave, M., Miyake, H & Chi, K. (2005). Beyond simple castration: targeting the molecular basis of treatment resistance in advanced prostate cancer. *Cancer Chemother. Pharmacol* 56(suppl 1):47-57.

- Hernroth, B., Holm, I., Gondikas, A. & Tassidis, H. (2018). Manganese inhibits viability of prostate cancer cells. *Anticancer Research* 38:137-145.
- Baeten M., Kyndt E., Struyven K. & Dochy F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. *Educational Research Review* 5:243–260.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in the Life Science at large research Universities: A perspective on the Boyer Commission Report. *Cell Biology Education* 2:112-116.

Kan klimatförändringen öka smitta av infektions-sjukdomar via havsvatten?

Bodil Hernroth, professor i biomedicinsk laboratorievetenskap, Fakulteten för Naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.
bodil.hernroth@hkr.se

Betty Collin, universitetslektor i mikrobiologi, Fakulteten för Naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.
betty.collin@hkr.se

De pågående klimatförändringarna gör haven allt varmare och surare. Dessutom förväntas perioder av intensiva regn att öka, vilket bidrar till högre koncentrationer av näringsämnen i havsvattnet. Även sjukdomsframkallande bakterier och virus följer med vattnet från land ut i havet. Näringsämnena kommer att göda algbloomningarna, vilket resulterar i fler syrefria bottenar. I botten sedimenten finns det naturligt rikligt med metallen mangan. Den frisätts till vattnet vid syrebrist och kan då tas upp av bottenlevande djur. I spåren av detta har vi genom experimentella långtidsstudier sett negativa effekter på immunförsvaret hos både kräfta, mussla och sjöstjärna. Förmågan att eliminera inkräktande bakterier och virus försämrades och djuren blev mer infektionsbenägna. Den tydligaste effekten såg vi då vi tillsatte mangan. Vi undersöker även hur viabilitet och virulens hos sjukdomsalstrande bakterier i havet påverkas och har bl.a. sett att havslevande bakterier av släktet *Vibrio* inte far illa av de förändrade faktorerna i havet, vilket indikerar att de kan få ett övertag på de marina organismerna, vars immunförsvär försvagats.

Pågående miljöförändringar

Den globala uppvärmningen som orsakas av människans utsläpp av växthusgaser, främst koldioxid (CO₂), utgör ett allvarligt hot mot miljön (IPCC, 2014). Inte minst ger det effekter i havet (se Fig. 1). En ökad

mängd CO_2 i atmosfären ger ett ökat tillskott till havet där gasen reagerar med vatten och bildar kolsyra. Det gör att pH sjunker och då reduceras tillgången på kalciumkarbonater (CaCO_3) (Sabine et al., 2004). Denna försurningsprocess som benämns "ocean acidification" har under 1900-talet reducerat pH med 0.1 enheter vilket motsvarar en ökning av vätejonskoncentrationen $[\text{H}^+]$ med ca 30 % .

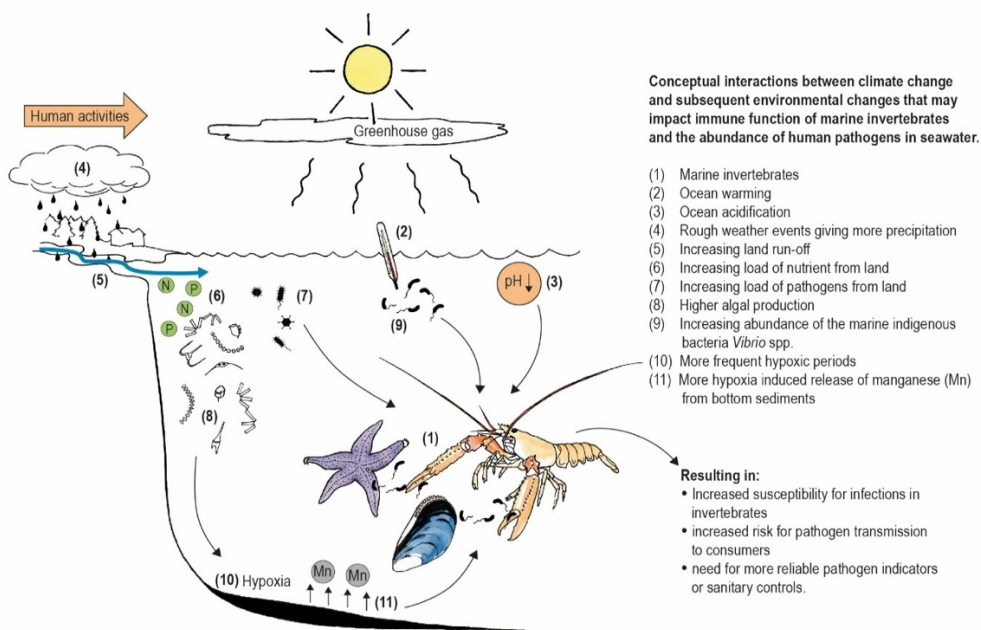


Fig. 1. Illustration av sambanden mellan parametrar som är relaterade till klimatförändringen (ökad temperatur, havsförsurning, landavrinning, syrebrist, tillgängligt mangan) och som påverkar de interaktioner mellan värd och patogener som vi studerar. Illustration Maj Persson.

Dessutom har vi de senaste decennierna fått erfara mer frekventa, massiva algbloomningar i många kustområden. När blomningen är över sjunker alger till botten där de bryts ner och orsakar syrebrist (hypoxi). Bottensedimenten är rika på metaller och en av de vanligast förekommande är mangan (Mn). Normalt ligger Mn bundet i oxiderad

form i sedimenten. Vid syrebrist frisätts Mn-joner och kan tas upp i giftiga koncentrationer av bottenlevande djur (Nordahl-Hansen & Bjerregaard, 1995; Baden & Niel, 1998).

Klimatförändringen kommer med stor sannolikhet också att innebära mer intensiva regn (IPCC, 2014) vilket ger en ökad tillförsel av näring från land till hav med ökad algblomning, syrebrist och biotillgängligt Mn som följd.

Med utflödet från land ökar också tillförseln av förorenande patogena bakterier, virus och parasiter. Andra human-patogena mikroorganismer finns naturligt i havsvatten, såsom t.ex. bakterier av släktet *Vibrio*. Med klimatförändringen har man speciellt flaggat för att utbredningen och förekomsten av dessa kommer att öka, inte minst i Östersjöområdet (Lindgren et al., 2012).

Människan har med sitt alltför intensiva fiske tårt hårt på fiskpopulationerna. Detta har i kombination med miljöförändringarna bidragit till en rubbning i ekosystemet och har radikalt reducerat tillgången på matfisk (Jackson et al., 2001). Världen över ökar därför konsumtionen av marina evertebrater men även dessa anses hotade, huvudsakligen beroende på sämre tillgång på kalciumkarbonater som är viktiga komponenter för alla skalbildande organismer.

Syfte

Syftet med studierna har varit att undersöka om de miljöförändringar som vi beskrivit ovan har negativa effekter på djurens immunförsvar med större infektionskänslighet som följd. Därmed är det också viktigt att veta om patogena mikroorganismers förekomst och virulensegenskaper påverkas med den förändrade miljön.

Hur studierna går till

För att studera hur miljöförändringarna påverkar immun- och stressrespons hos marina djur har vi valt att använda djur från tre olika fyla; kräftdjur, tagghudingar och tvåskaliga blötdjur. Som respektive modell för dessa har vi huvudsakligen undersökt havskräfta (*Nephrops norvegicus*), sjöstjärna (*Asterias rubens*) och blåmussla (*Mytilus edulis*).

I de experimentella, hypotesbaserade studierna har vi exponerat djuren för manipulerat havsvatten (Fig. 2). Vi har också infekterat dem genom

matning eller injicering av bakterier eller virus för att undersöka djurens förmåga att eliminera mikroberna (Fig. 3).



Fig. 2. I experimentanläggningarna på Kristinebergs marina forsknings och innovationscenter har vi möjlighet att exponera marina djur under flera månader. Här finns ett rinnande havsvattensystem där inkommande vatten kan manipuleras för att t.ex. likna det klimatscenario som FN:s klimatpanel förutspår skall råda i slutet av detta århundrade. Vattnet kan med ett datorstyrt system t.ex. bubblas med koldioxid (försuras), kvävgas (hypoxi), temperaturregleras och tillsätta mangan.



Fig. 3. Efter exponeringen tas blod och vävnadsprover från djuren för att undersöka stress och immunrespons genom molekylära analyser eller funktionella tester. Dessa jämförs med djur som hålls i icke manipulerat havsvatten (kontroller).

För att studera hur miljöförändringarna påverkar humanpatogena mikroorganismer har vi främst inriktat oss på de parametrar som kan påverka tillförseln av dem från land, såsom nederbörd och säsongsberoende sjukdomsutbrott bland befolkningen. Det har vi gjort genom att använda musslor som "biologiskt filter" eftersom de filtrerar stora mängder vatten för att få föda och därmed ansamlar mikroorganismer. Studierna har gjorts i olika geografiska områden såsom t.ex. i Indiska oceanen (SIDA-projekt), Medelhavet (EU-projekt), Stilla Havet (postdoc-projekt, Kungliga Vetenskapsakademin) och i våra vatten (EU-projekt, MISTRA-projekt, m.fl.). Vi har sekvenserat hela genomet på ett antal vibriostammar som isolerats från vatten, musslor och sjukhuskliniker från olika geografiska områden och undersökt hur dessa stammar är besläktade och på vilka olika virulensgener de bär. För de experimentella studierna har vi huvudsakligen valt bakterier av släktet *Vibrio* som kan infektera både fisk, skaldjur och människor. Exponering för manipulerat havsvatten har gjorts i 50 ml cellodlingsflaskor, s.k. mikrokosmstudier som vi har möjlighet att utföra i inkubatorer på Högskolan Kristianstad. Vi använder odlingstekniker och molekyllär identifiering för att följa överlevnad, virulensuttryck (t.ex. deras förmåga att hemolysa blodceller) etc. under olika miljöbetingelser.

Kort sammanfattning av uppnådda resultat

Effekter på immunförsvaret

Våra experimentella studier har visat att havsförsurning vid den nivå som förutspåts råda i slutet av detta århundrade (-0.4 enheter; IPCC, 2014) har negativ effekt på immunförsvaret hos kräfta, sjöstjärna och mussla. Efter ca fyra månaders exponering var de inte längre kapabla att bibehålla homeostasen och pH i deras blodvätska sjönk. Hos kräftor kunde vi se tecken på oxidativ stress. Antalet immunaktiva blodceller och deras förmåga att fagocytera sjönk markant (Hernroth et al., 2013), så också hos sjöstjärnor (Hernroth et al., 2011). Musslornas blodcellsantal påverkades inte men vi kunde se att de hade sämre förmåga att eliminera injicerade *Vibrio tubiashii* (Asplund et al., 2013). De antimikrobiella peptider som produceras på musslans gälar fick sämre förmåga att döda

V. parahaemolyticus (Hernroth et al., 2016). Sammantaget indikerar detta att djuren kan bli mer mottagliga för infektioner. Hos kräftor kunde *V. parahaemolyticus* t.o.m. tillväxa i levervävnaden, vilket blev än tydligare då de utsattes för försurning i kombination med hypoxi (Hernroth et al., 2015).

Den tydligaste effekten på immunförsvaret såg vi då Mn tillsattes i koncentrationer som är realistiska att finna i syrefattiga bottenvatten. Sjöstjärnor ackumulerade inte metallen i sin blodvätska eller levervävnad i samma utsträckning som musslor och i kräftorna var ackumuleringen än högre. Det fanns ett tydligt samband mellan immunrespons och den ackumulerade koncentrationen. Hos sjöstjärnor stimulerar Mn nybildningen av blodceller (Oweson et al., 2008) medan metallen har motsatt verkan med reducerat antal blodceller hos både kräftor (Hernroth et al., 2004) och musslor (Oweson & Hernroth, 2009). Detta återspeglar också deras förmåga att eliminera *V. parahaemolyticus* som injicerats i djuren. Sjöstjärnor kunde opåverkat eliminera bakterierna medan musslor hade större svårighet och i kräftorna kunde bakterierna till och med tillväxa. Vi fann att orsaken till det låga antalet blodceller i kräftor är att Mn inducerar apoptos (programmerad celldöd) i de stamceller som behövs för nybildning av blodcellerna (Oweson & Hernroth, 2009).

Effekter på humanpatogena mikroorganismer

Många studier har visat ett samband mellan förhöjda vattentemperaturer och sjukdomsutbrott, speciellt med avseende på *Vibrio*-infektioner (Collin & Rehnstam-Holm, 2011; Vezzulli et al., 2013; Vezzulli et al., 2016). Klimateffekter med hög nederbörd har också visats gynna förekomsten av *Vibrio* och tillför dessutom mer tarmbakterier till kustvattnet (Hernroth et al., 2002; Collin et al., 2008; Collin et al., 2012). Våra studier har visat att *Salmonella enterica* kan föröka sig i musslor vid ca 20 °C. Å andra sidan har en sådan temperatur visat positiv effekt på musslornas immunförsvaret (Hernroth, 2000a). Då både bakterie- och immunförsvaret gynnas av temperaturen är bakteriens virulens av stor betydelse för utgången av infektionen. Musslorna kunde lätt eliminera de lågvirulenta stammarna av *S. enterica* medan de högvirulenta t.o.m. dödade musslorna (Hernroth, 2000b).

Humana virus kan inte replikera i marina djur men kan vid låga temperaturer förbli intakta och behålla sina virulensegenskaper i flera veckor om de tagits upp av musslor eller ostron (Hernroth & Allard, 2007). Förmodligen kan skaldjuren bekämpa dem bättre under den varma årstiden då de är mer immunologiskt aktiva (Hernroth et al., 2012).

Humana virus som t.ex. calicivirus (Norwalk-virus) orsakar vinterkräksjuka och dessa hittar vi i musslor under den kalla årstiden (Hernroth et al., 2002). Vi har också med molekylära markörer kunnat följa virusets utbrott bland människor i Göteborg till musslor som insamlats nedströms stadens reningsverk (Nenonen et al., 2008). Generellt skulle man kunna anta att den globala uppvärmningen skulle kunna missgynna humana virus som lättare håller sig intakta i kallt vatten. Å andra sidan kan de negativa effekter vi sett på djurens immunförsvar då de utsätts för försurning, hypoxi och Mn, som ju också följer med klimatförändringen, motverka detta fenomen.

Gällande huruvida *Vibriobakteriernas* virulens påverkas av klimatförändringarna i form av pH-sänkning kan vi i de preliminära resultaten inte se några signifikanta skillnader på bakteriernas överlevnad, viabilitet eller virulensuttryck vid det pH-värde som beräknats råda vid år 2100 jämfört med dagens. Detta indikerar att bakterierna förblir opåverkade av havsförsurningen, vilket kan leda till att de får ett övertag på de marina djuren som får försämrat immunförsvar.

I stora drag kan vi sammanfatta att de storskaliga långtidsförändringarna som följer i klimatförändringen spår har potential att förändra ställningarna mellan patogena mikroorganismer och värddjur. Resultaten har visat att havsförsurning och ökad koncentration av Mn ger tydliga negativa effekter på djurens immunförsvar medan många patogena mikroorganismer inte påverkas negativt, utan snarare gynnas av ökad temperatur och näring från land. Det betyder att med klimatförändringen kan vi förvänta oss att djurens försvagade immunförsvar inte kan bemöta den ökade förekomsten av patogener. Dessa kan då spridas vidare till konsumenter i näringskedjan, så också till människor som konsumerar t.ex. skaldjur. Resultaten är viktiga för att förstå och motverka negativa effekter på bestånden av marina djur. Resultaten bör också ligga till grund för framtida utveckling av den sanitära kontrollen av skaldjur och badvatten.

Fortsatta studier

Nu studeras hur olika miljöfaktorer påverkar *Vibrio*. Genom att extrahera mRNA från dem kan man följa vilka gener de använder i olika miljöer och vi hoppas på det sättet få svar på vilka faktorer som påverkar deras virulens. Vi undersöker också bottensedimentens betydelse för *vibriobakteriers* övervintring.

Samverkan

De pågående studierna genomförs huvudsakligen i samarbete med forskare från Göteborgs Universitet och Karolinska Institutet. Som framgår av referenslistan har vi deltagit i ett brett nätverk av många internationella och nationella forskningsprojekt. Vi har igenom EU-projekt visat att våra resultat har potential att påverka framtida utveckling av sanitär kontroll av kustvatten och skaldjur (Formiga-Cruz et al., 2002, 2003) och vill med en nyligen publicerad review-artikel aktualisera betydelsen av att utveckla kontrollerna som en konsekvens av klimatförändringen (Hernroth & Baden, 2018).

Inom våra projekt deltar studenter både inom VFU och examensarbeten. Det rör sig om allt från pilotstudier och optimering av experiment till litteratursökningar. Det senaste examensarbetet ingick i delprojektet om hur vibriobakteriers viabilitet och virulens påverkas av temperatur, pH och tillgång på näringsämnen i form av växtplankton.

English summary

Studies presented in this article investigate the effects of climate change on marine organisms. The temperature in the waters tend to rise and the pH to become more acid. The precipitation is expected to be more intense which will increase the concentration of nutrients and pathogenic bacteria and viruses in the seawater. The free nutrients will feed the algae, and thereby the algal blooms which results in anoxic bottom sediments. Manganese ions, which in oxic conditions are bound to the sediment, will be released and available to organisms in anoxic conditions.

In our experimental studies we have seen negative effects on the immune systems in lobsters, starfish and mussels, with less ability to eliminate pathogenic bacteria and viruses. The organisms were even more susceptible to pathogens when we added manganese ions. We are also investigating the viability and virulence of the marine bacteria *Vibrio* spp. They are on the contrary not affected by the changed environmental factors, which indicates that they might have a large advantage on the marine organisms due to the impaired functions of the immune systems of the latter.

Referenser

- Baden, S.P., Neil, D.M., (1998). Accumulation of manganese in the haemolymph, nerve and muscle tissue of *Nephrops norvegicus* (L.) and its effect on neuromuscular performance. Comp. Biochem. Physiol. 199A:351–359.
- Asplund, M.E., Baden, S. P., Russ, S., Ellis, R. P., Gong, N. & Hernroth, B.E. (2014). Ocean acidification and host-pathogen interactions: blue mussels, *Mytilus edulis*, encountering *Vibrio tubiashii*. Environ. Microbiol. 16(4):1029-1039
- Collin, B., Pinnell, L.J., Tallman, J.J. & Turner, J.W, (2016). Draft genome sequences of one marine and one clinical *Vibrio parahaemolyticus* strain, both isolated in Sweden. Genome Announc.. 4(5):e01196-16
- Collin, B., Rehnstam-Holm, A-S. & Hernroth, B. E. (2008). Faecal contaminants in bivalves from Maputo Bay, Mozambique: Seasonal distribution, pathogenesis and antibiotic resistance. The Open Nutrition Journal 2:86-93.
- Collin, B., Rehnstam-Holm, A.-S. (2011). Occurrence and potential pathogenesis of *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* on the South Coast of Sweden. FEMS Microbiol. Ecol. 78:306-313.
- Collin, B., Rehnstam-Holm A.-S., Lindmark, B., Pal, A., Wai, S. & Hernroth, B. E (2012). The origin of *Vibrio cholerae* influences uptake and persistence in the blue mussel (*Mytilus edulis*). J. Shellfish Res. 31:1-6.
- Formiga-Cruz, M., Tofino-Quesada, G., Bofill-Mas, S., Lees, D. N., Henshilwood, K., Allard, A. K., Hernroth, B., Vantarakis, A., Tsiabouxi, A., Papapetropoulou, M., Furones, M. D. & Girones, R. (2002). Distribution of human virus contamination in shellfish from different growing areas in Greece, Spain, Sweden and the United Kingdom. Appl. Environ. Microbiol. 68:5990-5998.
- Formiga-Cruz, M. G., Allard, A. K., Conden-Hansson, A.-C., Henshilwood, K., Hernroth, B. E., Jofre, J., et al., (2003). Evaluation of potential indicators and their applicability to diverse geographical areas. Appl. Environ. Microbiol. 69:1556-1563.

- Hernroth, B., Hansson-Condén, A.-C., Rehnstam-Holm, A.-S., Girones, R. & Allard, A. (2002). Environmental factors influencing human viral pathogens and their potential indicator organisms in the blue mussel, *Mytilus edulis*: first Scandinavian report. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:4523-4533.
- Hernroth, B. (2003a). The influence of temperature and dose on antimicrobial peptide response against lipopolysaccharide in the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Fish & Shellfish Immunol.* 14:25-37.
- Hernroth, B. (2003b). Factors influencing bactericidal activity of blue mussel (*Mytilus edulis*) haemocytes against *Salmonella typhimurium*. *Fish & Shellfish Immunol.* 14:93-104.
- Hernroth, B., Baden, S., Holm, K., Andrén, T. & Söderhäll, I. (2004). Manganese induced immune suppression of the lobster, *Nephrops norvegicus*. *Aquat. Toxicol.* 70:223-231.
- Hernroth, B. & Allard, A., (2007). The persistence of infectious Adenovirus (type 35) in mussels (*Mytilus edulis*) and oysters (*Ostrea edulis*). *Int. J. Food Microbiol.* 113:296-302.
- Hernroth, B., Baden, S., Thorndyke, M. & Dupont, S. (2011). Immune suppression of the echinoderm *Asterias rubens* (L.) following long-term ocean acidification. *Aquat. Toxicol.* 103:222-224.
- Hernroth, B., Nilsson Sköld, H., Wiklander, K., Jutfelt, F. & Baden, S. (2012). Simulated climate change causes immune suppression and protein damage in the crustacean *Nephrops norvegicus*. *Fish & Shellfish Immunol.* 33:1095-1101.
- Hernroth, B., Krång, A.-S. & Baden, S. (2015). Bacteriostatic suppression in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) exposed to manganese or hypoxia under pressure of ocean acidification. *Aquat. Toxicol.* 159:217-224.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, NY, USA.
- Jackson J. C. B, Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., et al., (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293:629-638

- Lindgren, E., Andersson, Y., Suk, J. E., Sudre, B. & Semenza, J. C. (2012). Monitoring EU emerging infectious disease risk due to climate change. *Science* 336:418-419.
- Nenonen, N. P., Hannoun, C., Horal, P., Hernroth, B., & Bergström, T. (2008). Tracing Norovirus Outbreak Strains in Mussels collected near Sewage Effluents. *Appl. Environ. Microbiol.* 74:2544-2549.
- Nordahl-Hansen, S. & Bjerregaard, P. (1995.) Manganese kinetics in the sea star *Asterias rubens* (L.) exposed via food or water. *Mar. Poll. Bull.* 31:127–132.
- Oweson, C., Baden, S. & Hernroth, B. (2006). Manganese induced apoptosis in haematopoietic cells of the lobster, *Nephrops norvegicus* (L.). *Aquat. Toxicol.* 77:322–328.
- Oweson, C., Sköld, H., Pinsino, A., Matranga, V. & Hernroth, B. (2008). Manganese effects on the haematopoietic cells and circulating haemocytes of *Asterias rubens* (L.). *Aquat. Toxicol.* 89:75–81.
- Oweson, C. & Hernroth, B. (2009). A comparative study on the influence of manganese on the bactericidal response of marine invertebrates. *Fish & Shellfish Immunol.* 27:500–507.
- Thorell, K., Collin, B., Hernroth, B. & Sjöling, Å. (2016). Complete genome sequences of two marine *Vibrio cholerae* strains isolated from the south coast of Sweden. *Genome Announc.* 4(5):e01118-16
- Vezzulli, L., Colwell, R.R. & Pruzzo, C. (2013). Ocean warming and spread of pathogenic Vibrios in the aquatic environment. *Microb. Ecol.* 65(4):817-25.
- Vezzulli, L., Grande, C., Reid, P. C., Hélaouët, P., Edwards, M., Höfle, M. G., et al., (2016). Climate influence on *Vibrio* and associated human diseases during the past half-century in the coastal North Atlantic. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 23;113(34):E5062-71.

Gäss i jordbrukslandskapet: utmaningar och möjligheter

Johan Elmberg, professor i zooekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.

johan.elmberg@hkr.se

Camilla Olsson, doktorand i ekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad och Sveriges Lantbruksuniversitet.

camilla.olsson@hkr.se

Johan Månsson, docent i ekologi, Viltskadecenter, Sveriges Lantbruksuniversitet.

johan.mansson@slu.se

I hundratals år har det gått väldigt dåligt för våra svenska vilda gäss, men under de senaste 50 åren har vi har varit mycket framgångsrika i att hjälpa dem tillbaka genom medvetna naturvårdsinsatser och förvaltning. De senaste årtiondena har trenden varit särskilt positiv för några av arterna, bland andra grågås, kanadagås och vitkindad gås. Som ett resultat har vi nu fler gäss än någonsin i Sverige, och de är hos oss under längre tid på året. Detta skapar ibland konflikter, framförallt med jordbruket, där gässens bete orsakar omfattande skador på växande grödor. Detta ställer den framtida förvaltningen av gäss inför nya utmaningar, som förstärks ytterligare av att vi i Sverige har nio olika arter, vilka var och en har olika förvaltningsbehov. Många av arterna korsar dessutom flera nationsgränser under sina årliga flyttningar, vilket innebär att förvaltningen också måste omfatta flera aktörer även utanför Sveriges gränser. I ett 6-årigt forskningsprojekt som drivs av Högskolan Kristianstad tillsammans med Sveriges Lantbruksuniversitet samverkar forskare och näringsliv, över flera discipliner och från lokal till

internationell nivå. Målet är att ta fram ny kunskap om hur gässen utnyttjar dagens jordbrukslandskap, hur vi kan hantera och förebygga de skador som gässen orsakar och de konflikter som uppkommer mellan olika samhällsintressen, samt att presentera riktlinjer för framtida förvaltning.

Varför behövs denna forskning?

Över hela norra halvklotet har vi människor ”en historisk skuld” till vilda gäss, eftersom många av dessa arter under sekler jagades hårt och deras livsmiljöer togs i anspråk för jordbruk och andra ändamål. Sedan knappt 50 år har medvetna naturvårdsinsatser och en bättre reglerad jakt gjort att många av gässen ökat. Längre var denna återkomst en helt igenom önskad utveckling och ett kvitto på klokare förvaltning och förbättrad naturvård, men det stannade inte där.

Sverige och Europa har under de senaste decennierna upplevt en fortsatt och dramatisk ökning av antalet gäss, så att flera av arterna nu antagligen är talrikare än de varit någonsin förut. Denna ”framgångssaga” för gässen har lett till omfattande konflikter. Den kanske största konflikten mellan gäss och människor är på jordbruksmark, där de förras bete orsakar omfattande skador på växande grödor. Dessa kan vara mycket kostsamma för lantbrukarna och för samhället i stort.

Det ökade betetrycket från gäss kan också påverka den naturliga växtligheten, till exempel genom att skapa kortsnaggade strandängar som mer ser ut som golfbanor än den miljö som vadare och andra fåglar trivs i. Gåsbete misstänks också ligga bakom det storskaliga försvinnandet av vass- och sävbälten i en del klassiska fågelsjöar, som varit fågelrika just tack vare sin omfattande och variationsrika vattenväxtlighet. Talrik förekomst av gäss kan alltså misstänkas leda till att en del andra arter missgynnas. När gässen blir allt fler kan de också skapa övergödning i mindre vattendrag genom att flytta näringsämnen från gräs- och odlingsmarker till vattnet. De talrika gässen är numera också ett hot mot säkerheten vid en del flygplatsers landningsbanor: Ibland skapar gässen också missnöje i parker och bostadsområden, när de smutsar ner och uppträder hotfullt.

Dagens jakt löser inte problemen

Som jakten bedrivs idag är antalet fällda gäss för lågt för att minska deras antal nämnvärt. Detta och ett allt mildare vinterklimat i Sverige gör prognosen för framtiden enkel: vi kommer att ha fortsatt stora gåspopulationer, och vi kommer att ha allt fler gäss under längre tid på året på svensk jordbruksmark. Detta ställer den framtida förvaltningen av gäss inför stora utmaningar. Situationen blir än mer komplex av att vi, bara i Sverige, har nio olika gåsarter. En del är talrikare än någonsin förr, några är så sällsynta att de behöver vår hjälp och ytterligare några tycks minska från tidigare ganska höga nivåer. Eftersom gässen ofta uppträder i blandade flockar med flera arter i, betyder det att en lantbrukare som på hösten tittar ut över sitt vetefält med tusentals gäss antagligen ser – utan att veta om det – gäss med helt olika förvaltningsbehov. Eftersom gäss är flyttfåglar korsar de även flera nationsgränser under en säsong, vilket innebär att förvaltningen dessutom måste omfatta flera aktörer även utanför Sveriges gränser.

Hur jobbar vi i projektet?

För att bättre kunna hantera effekterna av att vi har mer gäss på jordbruksmark, måste vi ta fram ny kunskap om hur gässen utnyttjar dagens jordbrukslandskap. Sverige måste också bli mer proaktivt i förvaltningen, och samverka med andra länder som omfattas av liknande problem. I ett 6-årigt forskningsprojekt som drivs av Högsolan Kristianstad tillsammans med Sveriges Lantbruksuniversitet samverkar forskare och näringsliv, över flera discipliner och från lokal till internationell nivå, för att ta fram ny kunskap för att möta dessa behov. Alliansen mellan Högsolan Kristianstad och Sveriges Lantbruksuniversitet samlar den bästa kompetensen inom detta fält i Sverige.

Forskare från universitet i Norge, Danmark och övriga Europa är också delaktiga, har centrala roller i de olika delprojekten, och bidrar med sina respektive specialistkunskaper. Även representanter från förvaltning och näringsliv är med i projektet, bland andra länsstyrelser, Naturvårdsverket, Sveriges ornitologiska förening, Svenska jägareförbundet och Lantbrukarnas riksförbund (LRF). Tillsammans utgör alla dessa aktörer en grupp med bred kunskapsbas, och skapar en tvärvetenskaplig miljö som främjar projektets mål om en inkluderande och effektiv förvaltning från lokal till internationell nivå.

Projektets mål i korthet

Tagna tillsammans strävar projektets fyra delprojekt efter att (1) förstå hur gässen utnyttjar dagens odlingslandskap, att (2) utvärdera befintliga och nya metoder för att minska skador på jordbruksgrödor orsakade av gäss, att (3) förstå varför det bara i vissa områden uppstår konflikter och hur dessa kan förebyggas och reduceras, samt (4) att utvärdera tidigare förvaltningsplaner (dokument som styr beslut som rör gässen över större områden) och presentera riktlinjer för framtida förvaltning.

Vad har vi gjort hittills?

Projektet startade våren 2017. Under de första två fältsäsongerna har vi fångat närmare 600 grågäss i fyra områden i södra halvan av Sverige. Grågässen är projektets viktigaste fokusart eftersom den står för huvuddelen av skadorna på jordbruksgrödor i stora delar av landet, inte minst i nordöstra Skåne. Av de grågäss som fångats har 87 en halsring med solcellspaneler och satellitsändare, och de övriga en halsring av plast med en bokstavs-siffer-kombination som kan läsas av på håll, till exempel av fågelskådare och jägare med tubkikare.

Gässen med satellitsändare har redan bidragit med åtskillig ny kunskap. Det är uppenbart att grågässen i olika delar av Sverige har helt olika flyttningsstrategier. De som märktes i Hälsingland och Närke lämnade Sverige redan kring oktober och var i december huvudsakligen i Belgien och Nederländerna. De skånska grågässen, däremot, var kvar i Skåne eller hade flugit den korta sträckan över till Danmark.

Två grågäss märkta utanför Kristianstad har varit särskilt ortstrogna och hade i december fortfarande inte lämnat Kristianstad och Bromölla kommuner. Inventeringar av omärkta gäss kring Kristianstad under hösten 2017 visar att de är mycket anpassningsbara i sitt val av föda på jordbruksmark. Bland annat upptäcker de snabbt spill av skördad potatis och sockerbetor, som är rikt på både näring och energi, så fort dessa blir tillgängliga. Det är också redan nu uppenbart att gässen uppträder mycket koncentrerat i landskapet. De allra flesta fält (och lantbrukare) har inte haft någon påhälsning, medan andra fält (och lantbrukare) haft desto fler gäss. Kunskap av detta slag kommer att vara helt avgörande för att i

framtiden utforma råd som minskar konflikten mellan gässen och jordbruket.



Figur 1: För 30 år sedan flyttade alla Svenska grågäss till södra Spanien, något som idag uppvisas av endast en av de sändarförsedda gässen. Majoriteten av de svenska grågässen flyttar idag inom nordvästra Europa, medan allt fler verkar stanna i södra Sverige över vintern.

Projektets första år har i skrivande stund just passerats. Förutom den doktorand som redan arbetar vid Högskolan Kristianstad har vi rekryterat en senior samhällsvetenskaplig forskare och ytterligare en doktorand har anställts på Sveriges Lantbruksuniversitet.

Gässen, MABH, Biosfärområdet och Högskolan Kristianstad

Tvårvetenskaplighet och samverkan är en viktig grund i projektet och något som tillämpas på flera sätt. Här arbetar viltforskare nära samhällsvetare, miljöpsykologer, konfliktforskare och andra kompetenser. Förutom att vara ämnesöverskridande har projektet också en ambition att överbygga olika rumsliga skalor som är relevanta för både förvaltningen och gässen.

Den kunskap som projektet genererar kommer dels att vara knuten till specifika regioner, men vi kommer också att kunna beskriva och analysera generella mönster som är relevanta i nationellt och internationella perspektiv. Projektet tillämpar även ett systemperspektiv, där såväl enskilda arter som interaktioner mellan arter och människans inverkan omfattas. Systemperspektivet är särskilt viktigt för att i framtiden skapa en förvaltning som är adaptiv. Med detta menas att förvaltningen fortlöpande kan anpassas efter förändringar, både biologiska (till exempel gåsantal och klimat) och sociala (till exempel lagstiftning, ekonomiska förutsättningar och samarbetet mellan konfliktens aktörer).

Det är ingen slump att Högskolan Kristianstad är en huvudrollsinnehavare i detta projekt. I vårt område har vi gott om gäss året runt av flera olika arter, samtidigt som vi har ett mycket mångsidigt jordbruk och dessutom en lång tradition av att hitta samarbetsformer mellan lantbrukare, ornitologer, jägare, markägare, myndigheter och andra med intressen att bevaka denna konflikt (genom Biosfärområde Kristianstads Vattenrike och länsstyrelsen). Forskningsmiljön MABH, med sin tvärvetenskapliga inriktning, erbjuder mervärden i form av kompetens och möjlighet till nya samarbeten. Studenter vid Högskolan Kristianstads program för biologi och landskapsvetenskap kan också erbjudas möjlighet att göra examensarbeten inom projektet.

Högskolan Kristianstads omorganisation årsskiftet 2017/2018 har därutöver sporrat till kontakter över avdelningsgränserna. Ett sätt att mildra konflikten kring gäss på jordbruksmark skulle kunna vara att kombinera ökad jakt av vissa arter med en mer utvecklad vidareförädling av både ekoturism och matproduktion. Gäss är vackra och spännande djur att se på, och dessutom erkänt delikata att äta. Vi hoppas att ett samarbete med både Biosfärområde Kristianstads Vattenrike och Högskolan Kristianstads avdelning för mat- och måltidskunskap ska kunna ge idéer och styrfart som ökar gässens värde i den lokala ekonomin och därigenom mildrar konflikten med jordbruket.

Vad väntar?

Detta projekt har som sagt bara startat. Under sina sex år kan det förväntas avkasta mycket ny kunskap av värde för både naturvård och förvaltning, lokalt, regionalt såväl som internationellt. Samarbetet med

Sveriges Lantbruksuniversitet är centralt, och deltagandet från utländska universitet och branschforskningsinstitut en garant för att både genomförande och resultat ska uppmärksammas och vara relevanta också i ett internationellt perspektiv.

English summary

This article describes the objectives and working methods of a recently started 6-year project focusing on the conflict between society and increasing goose populations on farmland.

Effekter av utsättningar av farmade änder ämnade för jakt

Pär Söderquist, post-doc i zooekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.

par.soderquist@hkr.se

Johan Elmberg, professor i zooekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.

johan.elmberg@hkr.se

Gunnar Gunnarsson, biträdande professor i zooekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.

gunnar.gunnarsson@hkr.se

I över 40 år har det i Sverige pågått ett storskaligt, ekologiskt experiment där hundratusentals gräsänder årligen har fötts upp i fångenskap och satts ut i våtmarker för att öka på den jaktbara populationen. Genom uppfödning i fångenskap riskerar man att de farmade gräsänderna blir annorlunda gentemot de vilda. För att studera effekterna på den vilda populationen av dessa utsättningar startades 2010 ett doktorandprojekt finansierat av Naturvårdsverket. Projektet kom fram till att farmade änder skiljer sig i beteende och utseende mot de vilda. Det går även att genetiskt skilja på farmade och vilda gräsänder. Ett nytt projekt startades 2017 för att vidare studera effekter av utsättningar, nu även på miljön och den biologiska mångfalden där änderna sätts ut. Projekten om effekter av utsättningar av farmade änder involverar forskare från olika lärosäten i Sverige, men också från flera olika europeiska länder. Ett nära samarbete med olika lokala privata aktörer som uppfödare, markägare, jägare och viltmästare samt större organisationer som Viltmästareförbundet och Svenska Jägarförbundet är

avgörande för projektens framgång. Att kommunicera resultaten på så väl vetenskapliga konferenser som för icke akademiker involverade i projekten samt i undervisning på Högskolan Kristianstad och på gymnasieskolor har hela tiden varit en målsättning. Projekten har också en tydlig plats i forskningsmiljön MABH vars kompetenser inom t.ex. vattenvård, sjukdomsspridning och landskapsutnyttjande kan knytas till projekten.

Bakgrund

Gräsanden är den mest välkända anden i världen och finns över hela norra halvklotet. Den står i nära relation till människan, den är vanlig i parker och det förekommer även på tamänder där flera olika lantraser i grunden är gräsänder. Även den vita pekingankan som kan beställas på restaurang är en variant av gräsand. Gräsanden är även ett populärt jaktvillbråd. Varje år skjuts det runt 100000 gräsänder i Sverige, vilket gör den till den mest jagade fågeln i landet och en av de mest jagade arterna överhuvudtaget (Svenska Jägareförbundet, 2016).

För att öka den jaktbara populationen föds det varje år upp gräsänder i fångenskap som under sommaren sätts ut i våtmarker där man senare under hösten kommer att jaga (Fig. 1). I Sverige sker utsättningarna främst i Skåne och Mälardalen och sammanlagt sätts det ut omkring 250000 ällingar årligen (Söderquist, 2015). Men det är inte bara i Sverige som utsättningar av gräsänder för jakt är vanliga; runt om i Europa sätts det varje år ut över 3 miljoner individer, vilket kan jämföras med en total population på ca 7,5 miljoner gräsänder i samma område (Champagnon, 2011). Trots att dessa storskaliga utsättningar har pågått i över 40 år, och kan ses som ett enormt ekologiskt experiment, är det först under de senaste åren som man börjat studera dess effekter.

Genom att avla och föda upp änder i fångenskap riskerar man att det uppstår skillnader gentemot den vilda populationen. Både beteendeförändringar, som kortare höstflyttning och livslängd, samt morfologiska förändringar i t.ex. näbb och matspjälkningssystem kan uppstå som följd av uppfostring i fångenskap. En onaturlig miljö och därmed avsaknad av ett naturligt selektionstryck kan även leda till genetiska skillnader mellan vilda och farmade änder.



Fig. 1 Tre veckor gamla ällingar sätts ut i en skånsk våtmark i juni.

Forskning om utsättning av änder

Mellan 2010-2015 finansierade Naturvårdsverket ett doktorandprojekt för att studera hur utsättningar av farmade gräsänder kan påverka den vilda populationen. Projektet drevs av Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå och Högskolan Kristianstad. I projektet var det även flera andra aktörer inblandade, bland annat forskare i Frankrike, Tyskland och Nederländerna. Projektet drog också nytta av ett nära samarbete med Svenska Jägareförbundet och Viltmästareförbundet (tidigare Sveriges Yrkesjägarförening) samt lokala uppfödare och utsättare av gräsänder i främst Skåne, Småland och Södermanland. Projektet har även varit beroende av hjälp från naturbruksgymnasier i Osby och Ryssby med insamling av data.

Ett post-doc-projekt inleddes 2017 för att bygga vidare på det tidigare doktorandprojektet. Även detta projekt finansieras av Naturvårdsverket och har ett liknande nätverk av samarbetspartners.

Frågeställningar och syfte

Doktorandprojektet fokuserade på att samla in grundläggande data om utsättningar, samt att studera huruvida den vilda gräsandspopulationen

har förändrats utseendemässigt (fenotypiskt) och genetiskt (genotypiskt) som ett resultat av utsättningar som nu pågått under en längre tid.

Frågeställningar som ingick i projektet var:

- Vad är omfattningen av utsättningar i Sverige och hur går de till?
- Hur stor del av änderna skjuts på den lokal de sätts ut?
- Har det skett förändringar i näbbens utseende hos gräsänder sedan utsättningarna startade?
- Skiljer sig vilda och farmade änder genetiskt och kan vi i så fall se spår av att gener från farmade änder kommit ut i den vilda populationens genpool (introgression)?

Post-doc-projektet som startade 2017 och ännu löper bygger vidare på tidigare frågor från doktorandprojektet och målen är att:

- Jämföra överlevnaden mellan vilda och farmade änder.
- Jämföra rörelser mellan vilda och farmade änder.
- Jämföra den biologiska mångfalden och vattenkvaliteten i naturliga, skapade och restaurerade våtmarker med och utan utsättningar av farmade änder.

Resultaten från dessa två projekt hoppas vi kan ligga till grund för att utvärdera effekterna av utsättningar av farmade änder.

Vad har vi gjort hittills?

Direkt när det första projektet startades våren 2010 började insamlingen av data. Mått på gräsandsnäbbar samlades in från olika svenska muséer samt från jakt- och fångsttillfällen runt om i Sverige. Vävadsprover för DNA-studier samlades in från naturhistoriska muséer och jakter i Sverige, Norge, Finland, Frankrike, Nederländerna och Tjeckien. För att få in data om överlevnad och rörelser använde vi oss av tidigare ringmärkningsdata från Sverige och Finland, men vi ringmärkte även själva över 10000 farmade änder som sattes ut på svenska vatten mellan 2010 och 2014 (Söderquist, 2015).

Våra studier har visat att farmade änder har lägre överlevnad och flyttar kortare sträcka än de vilda (Söderquist et al., 2013). Det finns även utseendemässiga skillnader mellan vilda och farmade gräsänder. Om man jämför vilda änder som levde innan de storskaliga utsättningarna började (alltså för mer än 40 år sedan) med nutida vilda och farmade änder så har

farmade änder bredare, högre och kortare näbbar än dåtida vilda. De nutida vilda änderna har även närmast sig de farmade änderna vad gäller näbbens mått och form (Söderquist et al., 2014).

Även när vi studerar ändernas genetik finner vi skillnader mellan vilda och farmade änder. Det går också att genetiskt skilja på farmade änder från olika länder, något som vanligtvis inte är möjligt för vilda änder. Dessutom kan vi se genetiska spår av farmade änder i den vilda nutida populationen. Genetiska spår av farmade änder går dock inte att hitta bland de dåtida änderna som levde innan de storskaliga utsättningarna började i Europa (Söderquist et al., 2017).

Vad är på gång?

I det senare projektet som startade 2017 kommer vi att bygga vidare på en del frågor från den tidigare studien samt även studera vad utsättningarna har för effekter på omgivningen där de sätts ut. Vi kommer att fortsätta med ringmärkningar (2017 ringmärkte vi 1000 allingar som sattes ut i Småland, och 2018 kommer vi att märka och släppa 2500 till), och vi kommer också att väga och mäta de utsatta änderna samt sätta ut dem vid olika tidpunkter för att kunna studera hur kondition och utsättningstidpunkt påverkar överlevnad. I denna studie kommer vi även att analysera ringmärknings- och rörelsedata som började samlas in under det första projektet. Det är först nu som dessa data kan analyseras eftersom det kan ta flera år innan man har fått in tillräckligt många ringmärkningsåterfynd (de flesta från jaktdödade änder) för att kunna göra en korrekt överlevnadsanalys. Den tredje delen av projektet fokuserar på biologisk mångfald i våtmarker. Naturliga, restaurerade samt nyskapade våtmarker, med och utan utsättningar av farmade änder, kommer att inventeras både innan och efter att änderna har satts ut i början av sommaren. Våtmarkerna kommer att inventeras på groddjur och fåglar och vi kommer att ta prover för att analysera vattenkvaliteten.

En fråga som engagerar många

Projektet har alltså involverat forskare inte bara från olika lärosäten i Sverige, utan även från andra europeiska länder. Det har varit en nyckelfaktor i projektet att engagera personer från alla parter som är kopplade till uppfödning och utsättning av farmade änder. Detta har inneburit ett nära samarbete med uppfödare, markägare, jägare och viltmästare. Även större organisationer som Viltmästareförbundet och

Svenska Jägareförbundet har varit nära knutna till projektet. Nära samarbete med lokala, regionala och nationella aktörer, frikopplade från forskning, har inneburit flera möjligheter att komma ut och presentera vår forskning för dem som är berörda av den. Bland annat har vi presenterat vår forskning på Viltmästareförbundets nationella årsmöten, viltmästareutbildningar och naturbruksgymnasier. Vi har dessutom bjudit in dem som har varit direkt kopplade till projektet för att delge våra resultat. Projektets resultat har även presenterats på gymnasieskolor i Skåne, t.ex. Hässleholms Tekniska Skola och Sundsgymnasiet i Vellinge.

Att frågan om utsättningar för jakt engagerar väldigt många är tydligt eftersom vi varje år blir kontaktade av allmänheten, föreningar och media runt om i Sverige med frågor angående utsättningar och änder. Ofta är frågorna kopplade till de höga tätheter av änder som uppstår i tätbebyggda områden när vinterkylan slår till.

Projektet har inte bara nått ut till aktörer och skolor utanför Högskolan Kristianstad utan det har även använts i vår egen undervisning. Projektet har under flera år presenterats på föreläsningar om ”Aktuell forskning”, bland annat på kursen Evolutionär och tillämpad ekologi. Även ett examensarbete har varit direkt kopplat till projektet, vilket också ledde till en publikation i en internationell vetenskaplig tidskrift (Söderquist et al., 2014).

Projektet har en naturlig plats i MABH eftersom det behandlar ett ämne som är lätt att göra tvärvetenskapligt och koppla till andra, inom MABH, pågående projekt, t.ex. vattenvård, sjukdomsspridning, landskapsutnyttjande mm. Det är även ett nytt tvärvetenskapligt samarbete på gång mellan MABH och forskningsmiljön MEAL som syftar till att utvärdera köttet från änder och gäss som klimatsmarta och närproducerade, delikat livsmedelsresurser.

English summary

The article describes two projects concerning effects of large-scale releases of farmed mallards for hunting purposes. The projects have shown differences in behavior, morphology, and genetics between wild and farmed mallards. Effects on water quality and biodiversity on release-sites are yet to be examined. The projects have been relying on close collaborations with national and international researchers as well as local and national stakeholders. Outreach activities to communicate

results have been important for the projects and have included both presentations at scientific conferences as well as local schools.

Referenser

- Champagnon, J. (2011). Conséquences des introductions d'individus dans les populations exploitées: l'exemple du canard colvert *Anas platyrhynchos*. PhD thesis. University Montpellier II, France.
- Svenska Jägareförbundet (2016). Trender i skattad avskjutning i Sverige 1939-2015.
- Söderquist, P. (2015). Large-scale releases of native species: the mallard as a predictive model system. PhD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden.
- Söderquist, P., Elmberg, J., Gunnarsson, G., Thulin, C.-G., Champagnon, J., Guillemain, M., Kreisinger, J., Prins, H. H. T., Crooijmans, R. P. M. A., & Kraus, R. H. S. (2017). Admixture between released and wild game birds: a changing genetic landscape in European mallards (*Anas platyrhynchos*). *European Journal of Wildlife Research* 63:98.
- Söderquist, P., Gunnarsson G., & Elmberg, J. (2013). Longevity and migration distance differ between wild and hand-reared mallards *Anas platyrhynchos* in Northern Europe. *European Journal of Wildlife Research* 59:159-166.
- Söderquist, P., Norrström, J., Elmberg, J., Guillemain, M., & Gunnarsson, G. (2014). Wild Mallards Have More “Goose-Like” Bills Than Their Ancestors: A Case of Anthropogenic Influence? *Plos ONE* 9:e115143.

Transdisciplinär forskning visar vägen mot en hållbar ekologisk utveckling

K. Ingemar Jönsson, professor i teoretisk och evolutionär ekologi, Fakulteten för naturvetenskap, Högskolan Kristianstad.

ingemar.jonsson@hkr.se

Många av de problem som våra samhällen står inför, inte minst de som handlar om hållbar samhällsutveckling, är komplexa och kräver nära samverkan både mellan olika akademiska områden och mellan olika sektorer i samhället. Sektorsöverskridande transdisciplinärt samarbete erbjuder dock många utmaningar som måste överbryggas för att samarbetet ska bli robust och för att alla medverkande ska uppleva ett värde av att delta. I denna artikel beskrivs några erfarenheter från ett transdisciplinärt hållbarhetsprojekt där kommuner och lärosäten samarbetade kring frågan om hur ekosystemtjänster ska kunna tas in som ett verktyg i kommunernas planering och beslut om användning av mark och vatten.

Ökad efterfrågan på samverkansforskning

För att lösa de problem samhället står inför idag kopplat till en allt mer exploaterad och utarmad miljö krävs att forskare i mycket större utsträckning tar ett samhällsansvar och utvecklar nära samarbete med omgivande samhälle. Intresset och incitamenten för samverkan och samarbete över sektorsgränserna i samhället har också ökat markant på senare tid, inte minst genom de finansieringsmöjligheter som ges via KK-stiftelsen och Vinnova, där samproduktion är ett nyckelbegrepp. Hos dessa anslagsgivare är nära samarbete mellan akademi och näringsliv eller offentlig sektor (Vinnova) ett krav. I en rapport från Formas (2015) om behovet av forskning kring biologisk mångfald och ekosystemtjänster lyfts också förbättrade möjligheter för forskning i samverkan med

omgivande samhälle fram som en viktig del. Bland annat betonades behovet av bättre mottagarkapacitet på myndigheter och kommuner, ökat meriteringsvärde av samverkan för forskare, och ökat finansiellt stöd för mobilitet mellan akademi och omgivande samhälle.

På regional nivå har Regionförbundet Skåne under många år arbetat med att stötta utvecklingen av forskningssamverkan mellan kommunerna och de skånska lärosätena, bland annat genom att arrangera regelbundna möten där forskare och kommunrepresentanter kunnat träffas för att diskutera viktiga samhällsutmaningar och skapa kontakter för gemensamma projekt. Det projekt som beskrivs nedan hade sin upprinnelse i just denna typ av möten arrangerade av Kommunförbundet Skåne under 2011-2012.

Transdisciplinär forskning innebär att forskare och aktörer från andra delar av samhället (offentlig sektor, näringsliv, eller andra sektorer) tillsammans utforskar problemställningar som behöver analyseras, och försöker hitta lösningar på dessa. Det är ett sätt att forska som i stor utsträckning avviker från den traditionella synen på förhållandet mellan forskaren och forskningsobjektet, och som därför kräver omvärdering av en hel del förhållningssätt. Det kräver också kreativitet och öppenhet gentemot samarbetspartners från samhället, för att balansera olika intressen och hitta projektupplägg där alla känner sig delaktiga och vinner på samarbetet. I det följande beskrivs en del av de utmaningar som är kopplade till transdisciplinär forskning, och erfarenheterna från ett projekt nyligen där nära samarbete med skånska kommuner ingick.

Erfarenheter kring transdisciplinär forskning från projektet ECOSIMP

Ekosystemtjänster – ett nytt verktyg inom miljöpolicy

Ekosystemtjänster är ett begrepp som har fått en central betydelse i både det internationella och nationella miljöpolicyarbetet, och avser de olika nyttor som vi gratis får från ekosystemen och som bidrar till våra samhällen och till vårt välbefinnande, alltifrån de levande organismer som vi utnyttjar som föda eller material, till de positiva upplevelser vi får i vackra och avkopplande naturmiljöer.

Ekosystemtjänstbegreppet fick sitt stora genombrott med den globala utredningen *Millennium Ecosystem Assessment* (2005). I denna utredning

analyserades tillståndet hos världens ekosystem, och man konstaterade bland annat att omkring 60% av de ekosystem som ingick i studien hade minskad ekologisk funktion och förmåga att leverera ekosystemtjänster. Utredningen betonade också de mänskliga samhällenas beroende av dessa ekosystemtjänster, och därmed också betydelsen av att värna om dem. I Sverige har begreppet ekosystemtjänster fått ett stort genomslag, och i ett av etappmålen inom miljömålssystemet anges att värdet av ekosystemtjänsterna senast år 2018 ska vara ”allmänt kända och integreras i ekonomiska ställningstaganden, politiska avväganden och andra beslut i samhället där så är relevant och skäligt” (Miljödepartementet, 2012). För att få mer kunskap om ekosystemtjänster utlyste Naturvårdsverket 2013 medel till forskning om detta område, och ett av de projekt som beviljades var *Implementering av ekosystemtjänstkonceptet på kommunal nivå* (ECOSIMP 2013-2016)¹. HKR var projektägare, och i projektet ingick också forskare från tre andra lärosäten (Malmö Högskola, Lunds Universitet och SLU, Umeå), representanter från sju skånska kommuner, samt Kommunförbundet Skåne och Region Skåne.

Frågeställningen i ECOSIMP – hur kan kommunerna använda ekosystemtjänstbegreppet?

ECOSIMP hade som ambition att belysa kommunernas förutsättningar att börja använda ekosystemtjänstbegreppet som verktyg i sin verksamhet, framför allt i översikts- och detaljplanering. Ett led i denna ambition var att göra intervjuer med politiker och tjänstemän inom kommunerna, för att få en bild av hur man såg på begreppet ekosystemtjänster och vilka hinder och möjligheter man identifierade. Att i en kommun implementera (”mainstream”) ett nytt begrepp som spänner över både miljömässiga, ekonomiska och sociala områden, är en komplex uppgift som kräver förståelse av hur organisationen och processer inom denna fungerar. ECOSIMP hade därför ett tydligt transdisciplinärt upplägg där representanter från de sju medverkande kommunerna deltog i alla projektmöten och förmedlade sin syn på utmaningen att börja använda ekosystemtjänstbegreppet. Kommunrepresentanterna deltog också i planeringen av vissa studier och i diskussioner och tolkning av preliminära forskningsresultat. Resultaten från projektet finns att ta del av

¹ Se ECOSIMPs projektsida på <http://ecosystems-services.se/omforskningsprojektet/implementeringav ekosystemtjanstkonceptetpakommunalnivaecosimp.4.1acdfdc8146d949da6d1931.html>

i projektets slutrapport (Jönsson et al., 2017)², och en sammanfattande diskussion finns också i Schubert et al. (2017).



Fig. 1. Forskare och kommunala representanter på promenad vid Hovs Hallar i samband med en workshop 2015 inom ECOSIMP-projektet. Foto: Monica Axelsson.

Analys av den transdisciplinära ansatsen i ECOSIMP

Tidigt i projektet framkom önskemål om att inom ECOSIMP analysera hur samarbetsprocessen inom projektet fungerade och utvecklades, och detta gjordes också inom ramen för ett pågående doktorandprojekt vid Lunds Universitet (Ebba Brink, LUCSUS; Brink et al. 2017). Analysen utgick från en modell om transdisciplinärt samarbete inom hållbarhetsprojekt där en uppsättning design-principer utgör grunden för utvärdering av i vilken utsträckning ett projekt kan kallas transdisciplinärt (Lang et al., 2012 Fig. 2). Som material till analysen

² Finns att ladda ner på adressen:

http://ecosystemservices.se/download/18.3016a17415acdd0b1f4ec/1490024344070/Ecosimp_6755.pdf

användes intervjuer, gruppdiskussioner, SWOT-analys, minnesanteckningar, och andra typer av dokument från projektet.

Bland de förtjänster som lyftes fram i analysen kan nämnas projektets upplägg med återkommande lunch-lunch möten med internt präglade av öppna diskussioner och gemensamt lärande mellan forskare och de kommunala representanterna. Diskussionerna gav goda förutsättningar att vrida och vända på det akademiska och begreppsmässigt rätt komplexa ekosystemtjänstbegreppet, och även skapa gemensam förståelse för det komplexa sammanhang där begreppet förväntades implementeras. Mötena skapade också tillit inom projektet och utrymme för flexibilitet i utvecklingen av det genom att idéer till nya fallstudier kunde ges utrymme att diskuteras.

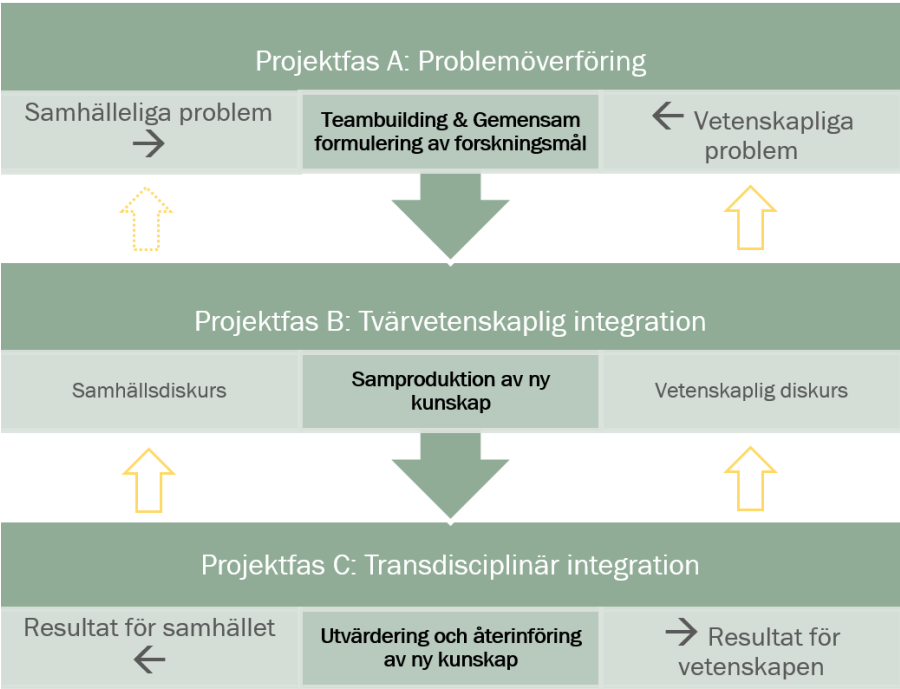


Fig. 2. Det teoretiska ramverk som användes för analys av transdisciplinärhet inom projektet ECOSIMP (Från Jönsson et al., 2017, anpassat efter Lang et al., 2012). Processen i centrum från fas A till C representerar det transdisciplinära projektets utveckling, medan processerna till vänster respektive höger med uppåtpåpekande pilar representerar projektets påverkan på samhället respektive det vetenskapliga samfundet.

Men också en del problem och utmaningar framkom i den transdisciplinära analysen. Ett handlade om betydelsen av att förstärka konkreta och löpande fördelar för kommuner. Ett problem inom ECOSIMP var en ökad forskardominans över tiden, på grund av att antalet kommunrepresentanter stadigt minskade samtidigt som antalet forskare ökade. Skälen till bortfallen var i många fall att personer slutade sina tjänster eller övergick till andra arbetsuppgifter inom sin kommun utan att ersättare fanns som kunde ta över kommunens representation i projektet. För att undvika detta är det viktigt att tidigt formulera tydliga och löpande fördelar för kommunerna, både för deltagarna och deras organisationer, och att förankra kommunernas deltagande i projektet på hög nivå. Detta dels för att deltagarna ska känna organisatoriskt stöd för sin medverkan i projektet och dels för att det ska finnas tydliga motiverande skäl (i form av nytta) för kommunerna att vara med hela vägen. Formella avtal mellan projektets värdorganisation (med eller utan ekonomisk ersättning inblandad), inkludering av fallstudier med direkt intresse för kommunerna, och medförfattarskap vid publicering av resultat är några exempel på sådana inslag som kan stärka kommunernas möjlighet och motivation att vara med hela vägen i projektet. Ännu starkare förankring skulle utveckling av bredare strategiska samarbeten mellan kommuner och lärosäten kunna ge.

Den typ av transdisciplinär självanalys som gjordes inom ECOSIMP är ovanlig men oerhört värdefull för att identifiera styrkor och brister i samverkansprojekt och öka kunskapen om hur starka transdisciplinära samarbeten kan utvecklas.

MuniComp – ett nytt projekt med transdisciplinära förtecken

Hösten 2017 beviljade Naturvårdsverket ett nytt projekt där nära samarbete mellan kommuner spelar en viktig roll. Denna gång handlar det om införandet av *ekologisk kompensation* i samband med exploatering av mark och vatten inom kommunerna. Ekologisk kompensation innebär att negativ påverkan på miljön och förlust av naturvärden och ekosystemtjänster till följd av mänsklig aktivitet ska kompenseras genom att nya värden skapas på annan plats, så att ingen nettoförlust av värden uppstår (Naturvårdsverket, 2016). Liksom i ECOSIMP är problemställningen komplex och kräver förståelse av de

förutsättningar kommunerna har, bland annat med avseende på rådande lagstiftning, olika behov av exploatering, och möjligheter att hitta områden för att genomföra kompensation. I MuniComp (2018-2020) deltar förutom Lomma och Helsingborgs kommun även Kommunförbundet Skåne, samt flera miljökonsultbolag³ med erfarenhet av att arbeta med frågor kring ekologisk kompensation, miljöbedömning, och miljövärdering. Genom att projektet tar sin utgångspunkt i den kommunala verkligheten och ger medverkande kommuner en central roll i projektet ges bra förutsättningarna att projektet kommer att resultera i relevant och tillämpbar kunskap.

Högskolan Kristianstads samverkansprofil

Högskolan Kristianstad har som ambition att utveckla en stark profil mot samverkan med omgivande samhälle inom utbildning och forskning. Det är en utmärkt satsning med förutsättningar att ge goda resultat och ryktbarhet inom den svenska högskolevärlden. Det är också i linje med den ambition forskningsmiljön MABH har haft redan från starten 2009, att utveckla tvärvetenskaplig forskning i nära samverkan/samarbete med omgivande samhälle. Det är också helt i linje med det som biosfärområdet Kristianstads Vattenrike är internationellt känt för, och som lyftes fram redan i Millennium Ecosystem Assessment (2005)⁴: samförvaltning av naturresurser genom långsiktig samverkan mellan olika aktörer (Olsson et al., 2004). Framgångsrik forskning kring ekologisk hållbar utveckling kräver samarbete över både ämnes- och sektorsgränser, och i Kristianstad har vi ypperliga möjligheter att både bedriva transdisciplinär forskning och utbildning, och att vara med och driva metodutvecklingen inom detta viktiga område.

English summary

Many of the problems faced by our societies, not least those relating to sustainable development, are complex and require close collaboration between different academic areas and between different sectors of society. Cross-sectoral transdisciplinary cooperation, however, offers

³ Anthesis Enveco AB, EnviroEconomics Sweden, Enetjärn Natur AB, IVL Svenska Miljöinstitutet.

⁴ De framgångsrika förvaltningsprocesserna av strandängar längs Helge Å runt Kristianstad utgjorde en av fallstudierna i Millennium Ecosystem Assessment

many challenges that must be bridged in order for the collaboration to be robust and for all participants to experience a value of participation. This article describes some experiences from a transdisciplinary sustainability project where municipalities and institutions cooperated on the question of how ecosystem services can be implemented as a tool in municipal planning and decisions about land and water use.

Referenser

- Brink, E., Wamsler, C., Adolfsson, M., Axelsson, M., Beery, T. H., Björn, H., Bramryd, T., Ekelund, N., Jephson, T., Narvelo, W. Ness, B., Jönsson, K. I., Palo, T., Sjeldrup, M., Stålhammar, S. & Thiere, G. (2018). On the road to 'research municipalities': Analysing transdisciplinarity in municipal ecosystem services and adaptation planning. *Sustainability Science*, 13(3):765-784.
- Formas (2015). Analys av forskning om biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Rapport 6:2015.
- Jönsson, K. I., Ekelund, N., Wamsler, C., Brink, E., Beery, T. H., Palo, T. R., Schubert, P., Stålhammar, S., Bramryd, T. & Johansson, M. (2017). Implementering av ekosystemtjänst-begreppet i kommunal verksamhet. Slutrapport. Naturvårdsverket, Rapport 6755. 84 sidor.
- Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M. & Thomas, J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science* 7:25–43.
- Miljödepartementet (2012). Svenska miljömål – preciseringar av miljökvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål. Ds 2012:23.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being – Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Naturvårdsverket (2016). Ekologisk kompensation: en vägledning om kompensation vid förlust av naturvärden Handbok 2016:1, Utgåva 1, Februari 2016.
- Olsson, P., Folke, C. & Hahn, T. (2004). Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecology and Society* 9(4):2.

Schubert, P., Jönsson, K. I., Bramryd, T., Johansson, M., Brink, E., Wamsler, C., Palo, T., Beery, T. H., Ekelund, N. G. A. & Stålhammar, S. (2017.) Ekosystemtjänstbegreppet – en historisk tillbakablick och den förväntade rollen i svensk miljöpolicy. I: Borén, T. (red.), Urban utveckling och Interaktion. Ymer 137. Stockholm: Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi, s. 213-237.