

Ekologisk kunskap för ekologisk kompensation

Syntes av forskningsprojekten Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation och När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster?

Lina Widenfalk, Jonas Josefsson, Malgorzata Blicharska, Marcus Hedblom, Tomas Pärt, Thomas Ranius, Olof Widenfalk och Erik Öckinger



Ekologisk kunskap för ekologisk kompensation

Syntes av forskningsprojekten
*Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera
ekologisk kompensation och När kan ekologisk kompensation
bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster?*

av Lina Widenfalk, Jonas Josefsson, Malgorzata Blicharska, Marcus Hedblom,
Tomas Pärt, Thomas Ranius, Olof Widenfalk och Erik Öckinger

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6995-7

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2021

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2021

Omslagsfoto: Marcus Hedblom



Förord

Här presenteras resultaten från samverkan mellan de två forskningsprojekten ECBES - När kan ekologisk kompensation bevara ekosystemtjänster och biologisk mångfald och SEEK - Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation, två av sju projekt som genomförts inom forskningsområdet Ekologisk kompensation.

Med forskningsområdet ville Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten stödja forskning som ökar kunskapen om ekologisk kompensation. Genom ökad kunskap kan ekologisk kompensation utvecklas till ett effektivt styrmedel som i förlängningen kan bidra till att miljö kvalitetsmålen som rör biologisk mångfald och ekosystemtjänster uppnås.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets Miljöforskningsanslag.

Rapporten har skrivits av Lina Widenfalk, Jonas Josefsson, Marcus Hedblom, Tomas Pärt, Thomas Ranius och Erik Öckinger vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Malgorzata Blicharska vid Uppsala Universitet och Olof Widenfalk vid Greensway AB. Lina Widenfalk var även verksam vid Greensway AB under projektet.

Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm september 2021

Maria Ohlman
Chef Hållbarhetsavdelningen

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	5
Summary	7
Rapportens upplägg	9
Bakgrund	10
Biologisk mångfald – globala trender och problematik	10
Vad är ekologisk kompensation?	10
Ekologisk kompensation i Sverige	11
Relation mellan ekologisk kompensation och angränsande ämnesområden, exempelvis restaureringsekologi	12
Hur utvärderar man ekologisk kompensation?	13
Syfte	15
Metodik och avgränsningar	17
Sammanfattning av resultat	19
Implementering av ekologisk kompensation i Sverige	19
Syntes	27
Förslag till förbättringsåtgärder	29
Ta fram en nationell standard och riktlinjer	29
Ta fram riktlinjer för uppföljning	29
Tillgängliggör uppföljningar	29
Kartlägg exploaterade områden och kompensationsområden	30
Identifiera och lyft fram goda exempel	30
Källförteckning	31

Sammanfattning

Den här rapporten sammanfattar två projekt inom Naturvårdsverkets forsknings-satsning om ekologisk kompensation: *Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation* och *När kan ekologisk kompensation bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster?*

På en stor del av jordens yta har människan kraftigt försämrat förutsättningarna för biologisk mångfald och de ekosystemtjänster som den ger upphov till, vilket därför även påverkar samhällen negativt. Ekologisk kompensation har föreslagits som ett viktigt verktyg för att stoppa förlusten av biologisk mångfald. Det är dock ett relativt nytt sätt att arbeta med naturvård och det finns oklarheter kring hur det bör implementeras i praktiken. Noggranna utvärderingar av ekologisk kompensation har bara gjorts i enstaka fall. Därför finns stora kunskapsluckor kring dess tillämpning och effektivitet i stora delar av världen, samt för många naturtyper och typer av kompensationsåtgärder.

Vi har genom intervjuer undersökt hur arbetet med ekologisk kompensation bedrivs och vilka utmaningar som finns i Sverige idag. Vi har även genomfört systematiska översikter och meta-analyser för att syntetisera den vetenskapliga kunskap som finns rörande ekologisk kompensation globalt, samt rörande naturvårdsrestaureringar i landsmiljöer i de delar av världen med ett klimat som liknar det som finns i Sverige.

Intervjuerna med 17 tjänstemän och praktiker som arbetar med ekologisk kompensation visade att kompensationsåtgärder som reglerades av lagstiftning oftast var kopplade till art- och habitatskydd och mera sällan till naturreservat och Natura 2000-områden. Vanligast är att enskilda träd, skogar, våtmarker eller vattendrag och dammar kompenseras, och fåglar och groddjur var de artgrupper som nämndes oftast. De genomförda åtgärderna inkluderade främst olika typer av restaurering, men även anläggning av mindre dammar var vanligt. På grund av många praktiska hinder vid implementering av ekologisk kompensation (innefattande såväl lagverk och processer som rutiner hos myndigheterna kring hantering av kompensation) gjordes sällan ekologiska avvägningar kring vilken kompensation som var lämpligast. Osäkerhet kring vad som är ekologisk kompensation och om det är viktigast att prioritera närhetsprincipen (kompensationsåtgärd nära påverkan) eller likhetsprincipen (samma naturmiljö och arter kompenseras som påverkas) skapade otydlighet i tillämpningen. En avsaknad av helhetsperspektiv, som innebär att mer än det enskilda exploateringsprojektets effekt och fler aspekter av naturvärden inkluderas, och att bedömningar görs på landskapsnivå, identifierades också. Det finns en risk att nuvarande inriktning med fokus på enskilda arter, bedömningar som görs på liten skala och en inställning att allt är bättre än inget och att allt går att kompensera kan missgynna naturvärden i stort. Sammantaget skapar det ett otydligt system där långsiktiga konsekvenser för biologisk mångfald är osäkra.

I genomgången av vetenskaplig litteratur som har utvärderat ekologisk kompensation fann vi 40 studier, men endast en av dessa kunde utvärdera om det har skett någon nettoförlust av biologisk mångfald. Majoriteten av dessa kom från våtmarks- eller sötvatten-miljöer i Nordamerika. Generellt lyckades kompensationsprojekten inte kompensera ekosystemtjänster fullt ut. Det fanns dock en för-

dröjningseffekt, så att kompensationslokalerna blev mer lika referensen ju längre tid som förflutit sedan kompensationsåtgärden utfördes. För biologisk mångfald var mönstret inte lika tydligt som för ekosystemtjänster. Det var stor variation mellan olika studier och det fanns heller inte någon tydlig skillnad mellan olika organismgrupper, eller mellan olika naturtyper.

När vi gick igenom utvärderingar av naturvårdsrestaureringar fann vi 93 studier som uppfyllde våra kriterier, som bland annat innebar en före-efter-kontroll-design (s.k. BACI design). Av dessa hade 36 utvärderat restaureringsåtgärder i skog, 35 i gräsmarker, 20 i våtmarker och 3 i sandmarker. Effekten av restaurering varierade stort mellan studier, och restaureringen ledde inte alltid till högre biologisk mångfald. Skillnaden i utfall mellan typerna av ekosystem var små, men det fanns något större skillnad i effekt av restaureringen mellan olika naturtyper (till exempel mellan lövskog kontra barrskog, eller öppen gräsmark kontra hedar). De flesta studier hade utvärderat effekter på växter, följt av leddjur (insekter och spindeldjur) och fåglar. Skillnaderna i effekt mellan olika artgrupper var också små. Endast för kärlväxter fanns så många utvärderingar av individuella arter (35 studier) att vi kunde analysera skillnader mellan olika grupper utifrån deras funktionella egenskaper, men även här var variationen för stor för att dra generella slutsatser. För alla typer av ekosystem där antalet studier var tillräckligt stort (skog, gräsmarker och våtmarker) ökade effektstorleken med ökande tid sedan restaureringsåtgärderna utfördes.

Utifrån de identifierade bristerna i enhetlig implementering av ekologisk kompensation i Sverige rekommenderar vi en nationell standard och etablerade rutiner för tillsynsmyndigheter, som bland annat kan öka fokus på landskapsperspektiv och bredare inkludering av naturvärden. Genom att tillgängliggöra goda och sämre exempel på kompensationsåtgärder kan kvalitén på genomförd kompensation höjas. Vi rekommenderar även att framtida ekologiska kompensationsprojekt systematiskt utvärderar både de naturvärden som förloras vid exploatering och de som uppstår via kompensationsåtgärder. Myndigheter som ställer krav på ekologisk kompensation bör därför samtidigt ställa krav på systematisk och långsiktig uppföljning av kompensationsåtgärdernas effekter på naturvärdena. Eftersom det ofta är flera olika naturvärden som påverkas av en och samma exploatering, måste myndigheterna vara medvetna om vilka av dessa som kompensationsåtgärderna syftar till att kompensera, och exploateringens effekter av dessa behöver också följas upp.

Summary

This report summarizes two projects that are part of the research program on ecological compensation by the Swedish Environmental Protection Agency, namely: *Systematizing Ecological knowledge to optimize Ecological Compensation* and *When can Ecological Compensation preserve biodiversity and ecosystem services?*

Human activities have led to deteriorated conditions for biodiversity, which has negative consequences for humans, as important ecosystem services are dependent on biodiversity. Ecological compensation (also called biodiversity offsetting) has been proposed as an important measure to halt the loss of biodiversity. This is, however, still a relatively new approach to biodiversity conservation, and there are large uncertainties in how it should be implemented in practice. In addition, thorough evaluations of ecological compensation are still rare. There are therefore large knowledge gaps regarding its effect for large parts of the world and for many types of ecosystems and types of compensation actions.

We have used interviews to survey how ecological compensation is applied in practice in Sweden, and which the main challenges are. We have also conducted systematic literature reviews and meta-analyses to synthesize the exiting global scientific literature on ecological compensation, as well as the scientific literature on biodiversity restoration from terrestrial habitats in the temperate and boreal regions of the northern hemisphere.

The interviews with 17 authority representatives and practitioners who work with ecological compensation in Sweden showed that legally regulated compensation actions were often connected to the regulation of species and biotope protection, and not to nature reserves or Natura 2000 sites. Individual trees, forests, wetlands, or watercourses and ponds were the habitats most frequently targeted by compensation actions, and the most frequently targeted species groups were birds and amphibians. The compensation actions included mainly different forms of habitat restoration, but creation of small ponds was also common. Due to many practical obstacles to the implementation of ecological compensation (including both the legal framework and the processes and routines among the public authorities), it was rare that ecological considerations were done regarding what the most appropriate form of compensation would be. Uncertainties about what ecological compensation includes created unclear standards from the authorities. Other uncertainties came from whether it is most important to prioritize compensation close to the site affected by development, or to prioritize to compensate as similar environment and species as those affected. The interviewees also identified a lack of holistic perspective, which includes several aspects of nature values and of assessments at a landscape scale focusing on more than the effect of individual development projects. There is a risk that the current approach, with a focus on individual species and small-scale assessments, and the view that any conservation action is better than nothing and that everything is possible to compensate, can have negative consequences for biodiversity conservation in general. Together, this creates an unclear system with uncertain long-term consequences for biodiversity.

In our search for scientific studies that have evaluated ecological compensation, we found 40 studies globally that fulfilled our search criteria, but only one of these was designed in a way that it was possible to evaluate whether there was a net loss of biodiversity or not. Most of these studies evaluated compensation actions in wetland or freshwater habitats in North America. In general, the compensation measures did not fully compensate ecosystem services. There was however a time lag, such that the compensation effect increased over time. For biodiversity, the pattern was less clear than for ecosystem services. There was a large variation in outcome between studies, and there was no clear difference between species groups or between habitat types.

In the search for scientific evaluations of biodiversity restoration, we found 93 studies that fulfilled our search criteria, including that they had a before-after-control-impact (BACI design). Of these studies, 36 had evaluated restoration actions in forest, 35 in grasslands, 20 in wetlands and 3 in sandy habitats. The effect of restoration measures varied largely between studies, and did not always result in higher biodiversity. There were small differences in outcome between the types of ecosystems, but there were somewhat larger differences in the effect of restoration between sub-categories of habitat types (such as between deciduous versus coniferous forest, or open grassland versus bushy heathland. Most studies had evaluated effects on plants, followed by arthropods (insects and spiders) and birds – with similar outcome for the different species groups. Also, the differences between groups of species were small. Only for plants, there were enough studies (35 studies) to analyze differences between groups of species based on their functional traits, but also here the variation was too large to draw any general conclusions. For all types of ecosystems where the number of studies was large enough (forest, grassland, and wetland) the effect of restoration increased with increasing time since the restoration actions.

Based on the identified lack of uniform implementation of ecological compensation in Sweden, we recommend developing a clearer national standard and routines for authorities, which should among other things increase the focus on a landscape perspective and include a wider range of natural values (biodiversity and ecosystem services). By making good (and less good) examples of compensation actions available, the quality of compensation actions could increase. We also recommend that future ecological compensation projects should include a systematic monitoring of values lost through the exploitation and gained through the compensation actions. Thus, authorities that demand ecological compensations should also require systematic and long-term monitoring of the effects of these actions. Since many different nature values are often impacted by the same exploitation, authorities need to know which of these values the compensation actions aim to compensate and the effects of exploitation on these should be monitored.

Rapportens upplägg

Denna rapport sammanfattar två projekt inom Naturvårdsverkets forskningsinsats om ekologisk kompensation: *Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation* (projektledare: Lina Widenfalk) och *När kan ekologisk kompensation bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster?* (projektledare: Erik Öckinger). De två projekten har till stor del arbetat tillsammans, där de flesta projektdeltagare har bidragit till båda projekten. Den syntes av vetenskapliga studier som utvärderar effekter av naturvårdsrestaurering på biologisk mångfald, som ingår i båda projektrapporterna, har utförts gemensamt av de båda projekten, och bygger på samma litteraturdatabas. Däremot har vi i de två projektrapporterna fokuserat på olika frågeställningar.

Anledningen till att vi har skrivit denna gemensamma rapport som komplement till de två projektrapporterna är att bakgrunden och de övergripande frågeställningarna är likartade, samt att vi vill kunna dra mer generella slutsatser baserat på resultat från båda projekten.

Denna rapport består av en gemensam introduktion till projekten samt en sammanfattning av huvudsakliga resultat från båda projekten och en sammanfattande syntes. För en mer ingående beskrivning av metodik och resultat hänvisar vi till de två projektrapporterna; Öckinger et al. 2021, *När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster*, NV 6996, och Widenfalk et al. 2021, *Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation*, NV 7007.

Bakgrund

Biologisk mångfald – globala trender och problematik

På en stor del av jordens yta har människans brukande av naturen kraftigt försämrat förutsättningarna för biologisk mångfald. Till exempel har ungefär hälften av jordens skogar försvunnit. Denna utveckling har pågått länge, men den har accelererat framför allt under de senaste decennierna (Laurance 2010). Större delen av Europa utgörs av tätbefolkade områden där människan sedan länge har haft stor påverkan på naturen; på många håll skedde de största förlusterna av naturliga livsmiljöer redan på 1800- och 1900-talen (Laurance 2010). Det gör det mera angeläget att bevara de små områden med mera naturliga livsmiljöer som finns kvar, men också att restaurera livsmiljöer som har skadats.

Vad är ekologisk kompensation?

Det finns förhoppningar om att ekologisk kompensation kan komma att bli ett viktigt verktyg för att stoppa förlusten av biologisk mångfald i Europa (EC 2011). Ekologisk kompensation syftar till att minimera negativa effekter av olika typer av exploatering på biologisk mångfald och ekosystemtjänster genom kompensationsåtgärder på annan plats. Bakgrunden till detta är att många projekt som syftar till samhällsutveckling har en negativ påverkan på biologisk mångfald. Globalt har det tagits många initiativ för att motverka den negativa trenden för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Till dessa hör FN:s konvention om biologisk mångfald under perioden 2011–2020 där ett protokoll för att minska den direkta negativa påverkan och förbättra situationen för biologisk mångfald ska nås genom 20 delmål, Aichimålen (<https://www.cbd.int/sp/targets/>). Det Europeiska rådet har utifrån detta protokoll beslutat om att stoppa förlusten av biologisk mångfald och förstörelsen av ekosystemtjänster i EU senast 2020, samt att i möjligaste mån återställa dem och förstärka EU:s bidrag till att motverka förlusten av biologisk mångfald på global nivå (Tucker m.fl. 2013).

I många länder har man en lagstiftning som innebär att negativ inverkan på biologisk mångfald skall minimeras i samband med utvecklingsprojekt, men när negativ påverkan inte går att undvika så skall den motverkas genom kompensationsåtgärder (McKenny & Kiesacker 2010). Ofta kopplar denna typ av reglering till skadelindringshierarkin, eller varianter av denna (BBOP, 2012). Det innebär att utvecklingsprojekt i prioriteringsordning ska undvika, minimera och återställa negativa effekter på naturmiljö och biologisk mångfald. Först därefter, om det finns kvarvarande inverkan, är det aktuellt med kompensationsåtgärder. Vad som är en minimering av påverkan respektive ekologisk kompensation kan ibland vara svårt att avgöra.

Kompensationsåtgärderna innefattar ofta nyskapande, restaurering och bevarande av livsmiljöer. Kompensationsåtgärder skiljer sig från andra naturvårdsåtgärder genom att de är kopplade till de negativa effekter på biologisk mångfald

som finns kvar sedan effekter har undvikits eller minimerats. Ambitionen är ofta att projektet och kompensationsåtgärderna sammantaget inte skall ge upphov till någon nettoförlust av biologisk mångfald, men det har kritiserats för att vara en orealistisk ambition (Maron m fl. 2012). Det anses ofta vara en fördel om kompensationsåtgärderna utförs i närheten av området som har exploaterats och att de innefattar samma typ av naturvärden som de som har gått förlorade (McKenny & Kieasacker 2010). Ett skäl till att närhet kan vara viktigt är att värdet av många ekosystemtjänster är platsspecifika, exempelvis rekreation eller pollinering av grödor. Andra kompensationsåtgärder kan istället utföras där de gör störst nytta (se t ex Berna-sconi m fl. 2016), t.ex. där de förstärker arters möjlighet till spridning genom landskapet (så kallad *grön infrastruktur*).

Synen på ekologisk kompensation skiljer sig mellan olika forskningsfält (Persson 2013). Vi har fokuserat på de ekologiska aspekterna och faktorer som påverkar vilka ekologiska avvägningar som kan göras.

Ekologisk kompensation i Sverige

Sverige har ett regelverk som baseras på skadelindringshierarkin när det gäller naturreservat, Natura 2000-områden, biotopskydd och artskydd (7 kap. Miljöbalk (1998:808)). Ekologisk kompensation har funnits som en del i lagstiftningen sedan 1999, men har ännu inte använts i större omfattning i Sverige. Möjligheten för länsstyrelserna att kräva kompensation i samband med infrastrukturprojekt utnyttjas till exempel inte i den omfattning som vore möjlig (Persson m.fl. 2015). Det tycks dock finnas ett ökat intresse för att tillämpa ekologisk kompensation och sedan 2015 har Naturvårdsverket framhållit ekologisk kompensation som en metod för att minska förlusten av naturvärden och biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2016). Antalet kompensationsprojekt har ökat sedan början av 2010 (Naturvårdsverket 2015) och även om denna ökning tycks ha avstannat (Sjöholm 2019) är det sannolikt att användningen av ekologisk kompensation kommer att öka igen, så som föreslås i SOU 2017:34. I Sverige tillämpas idag ekologisk kompensation vid industrietableringar (t ex gruvverksamhet), infrastrukturprojekt (t ex väg- och järnvägsprojekt), planering av bebyggelse (t ex av kommuner) och när specifika landskapselement (framför allt i biotopskyddsområden) skadas (SOU 2017).

De få internationella studier som har gjorts av implementeringen av ekologisk kompensation visar att det ofta finns problem vid införandet, med brister kring implementering, juridik, organisation och ekonomisk styrning (Guillet & Semal 2018, Rega 2013, Villarroya m.fl. 2014). Hittills har endast två studier gjorts av implementering i Sverige där även ekologiska aspekter har beaktats i studierna; Persson m.fl. (2015) utvärderade tillämpningen av ekologisk kompensation i samband med infrastrukturprojekt medan Koh m.fl. (2017) utvärderade två av de första större kompensationsprojekten i Sverige. Eftersom materialet inte är heltäckande i någon av dessa blir det svårt att dra generella slutsatser kring hur implementeringen av ekologisk kompensation fungerar i Sverige för de värden de är tänkta att stärka. Det finns därför ett behov av att undersöka hur implementeringen av ekologisk kompensation ser ut mer generellt i Sverige.

Relation mellan ekologisk kompensation och angränsande ämnesområden, exempelvis restaureringsekologi

Noggranna utvärderingar av ekologisk kompensation har bara gjorts i vissa sammanhang, och därför finns stora kunskapsluckor kring dess effektivitet i stora delar av världen, samt för olika habitat och typer av kompensation (Gelcich m.fl. 2017). Generell naturvårdsbiologisk forskning kan dock ge vägledning om vilka åtgärder som kan fungera som kompensationsåtgärder. Restaurering och nyskapande av biotoper är två av de vanligaste formerna av ekologisk kompensation, både internationellt och i Sverige (Naturvårdsverket 2015, Gelcich m.fl. 2017). Det går därför att dra slutsatser relevanta för ekologisk kompensation från forskning som behandlar sådana åtgärder, även om åtgärderna utförts i ett annat sammanhang.

Restaureringsekologi betraktas ibland som ett eget forskningsfält. Det kan bidra till kunskap som är relevant för ekologisk kompensation eftersom kompensationen ofta sker i form av restaurering. Inom ekologisk forskning har det på senare år uppstått ett intresse för att studera nya ekosystem, artsamhällen och miljöförhållanden som har skapats av människan (Morse m.fl. 2014), samt natur-baserade lösningar på hållbarhetsproblem (Maes & Jacobs 2017). Denna inriktning har också kopplingar till ekologisk kompensation. Kompensationsåtgärder ingår dock i ett speciellt sammanhang, då de är kopplade till vissa förväntade skador. Därför blir det i utvärderingen av ekologisk kompensation viktigt att kunna jämföra skador och kompensationsåtgärder med varandra med avseende på omfattning, konsekvenser för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, tidsperspektiv och kostnader (McKenny & Kiesacker 2010).

Hur utvärderar man ekologisk kompensation?

Alla naturvärden går sannolikt inte att kompensera och ekologisk kompensation bör därför inte användas i alla sammanhang. För att ekologisk kompensation ska kunna bli ett effektivt verktyg för naturvården krävs riktlinjer både om vilka naturtyper och naturvärden där ekologisk kompensation kan vara ett lämpligt verktyg, och hur kompensationsåtgärder bör utformas. Sådana riktlinjer bör baseras på vetenskaplig kunskap om vilka kompensationsåtgärder som fungerar bättre eller sämre under olika förutsättningar, betydelsen av utgångsläget, d v s vilken natur som finns på platsen innan kompensationsåtgärder utförs och hur lång tid det kan ta att nå full kompensation för olika organismgrupper och i olika naturtyper.

Eftersom ekologisk kompensation är ett relativt nytt verktyg är den vetenskapliga litteraturen än så länge begränsad. Det har dock publicerats ett antal sammanställningar av den kunskap som finns. Gelcich m.fl. (2017) identifierade kunskapsluckor om ekologisk kompensation, och kom fram till att en stor brist var den geografiska fördelningen, eftersom majoriteten av de vetenskapliga studierna utförts i USA, och domineras av studier som berör våtmarker. Det finns alltså ett stort behov av studier från andra delar av världen och som berör andra naturtyper.

Zu Ermgassen m.fl. (2019) gjorde en översikt över utvärderingar av ”no net loss”-policyer och åtgärder, d v s både mer övergripande program för att nå målet om ingen nettoförlust av biologisk mångfald och konkreta kompensationsåtgärder. De kom fram till att ungefär en tredjedel av studierna hade funnit att man nådde ”no net loss”. De flesta av dessa studier använde dock endast indirekta och grova mått på biologisk mångfald, som area eller kvalitet av en viss naturtyp, eller om man uppfyllt lagkrav eller inte. Dessa mått säger ganska lite om de faktiska effekterna på biologisk mångfald.

De flesta ekologiska utvärderingar av ekologisk kompensation publiceras inte vetenskapligt utan i grå litteratur i form av rapporter från myndigheter och företag. Att sammanställa sådan kunskap kan vara svårt eftersom litteraturen är mera svåråtkomlig, men vi har hittat åtminstone två bra exempel på synteser av grå litteratur, från Australien (May m.fl. 2017) respektive Kanada (Poulin m.fl. 2016). Även i dessa fall var det dock svårt att utvärdera effekterna av kompensationsåtgärder, på grund av att informationen var bristfällig, att man rapporterade indirekta mått på biologisk mångfald, eller gjorde utvärderingen så kort tid efter åtgärden att denna ännu inte hunnit få fullt utslag. Att många studier endast använder indirekta mått på biologisk mångfald uppmärksammades också av Marshall m.fl. (2020), som sammanställde vilka mått som använts i 43 olika studier som har utvärderat ekologisk kompensation. De fann att över 70% av dessa studier använde enbart ett area-baserat mått för att avgöra om kompensationen har lyckats eller inte.

Peterson m.fl. (2018) har föreslagit ett ramverk för hur ekologisk kompensation bör följas upp. De framhåller att uppföljningen måste mäta både den ökning i biologisk mångfald som kompensationsåtgärden (förhoppningsvis) leder till och den förlust av biologisk mångfald som man försöker kompensera för. Dessutom behöver man följa och ta hänsyn till de bakgrundsförändringar över tid som inte

beror på vare sig exploatering eller kompensationsåtgärder. Bara genom att mäta alla dessa aspekter kan man utvärdera om kompensationen har lyckats eller inte. Eftersom många naturvärden tar lång tid att utveckla, t.ex. därför att arter behöver kolonisera från närliggande områden, eller för att det krävs en naturlig succession, måste denna uppföljning ha ett långtidsperspektiv.

Ett problem när man utvärderar kompensationsåtgärders effektivitet är att det ofta inte är tydligt vilka naturvärden som åtgärderna syftar till att kompensera. Bull m.fl. (2013) framhåller att man inte enbart bör kompensera förlorad biologisk mångfald, utan även ekosystemfunktioner, vilket inte nödvändigtvis sker även om man lyckas kompensera biologisk mångfald. Om man eftersträvar att kompensera flera olika naturvärden bör detta även återspeglas i uppföljningen (Bull m.fl. 2013).

Syfte

Det övergripande syftet med de ingående projekten var att öka kunskapen om vilka förutsättningar som krävs för att ekologisk kompensation ska bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster.

Syftet med projektet ”*Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation*” har varit att ta fram vägledning för att optimera tillämpningen av ekologisk kompensation i Sverige. Detta gjordes genom att dels syntetisera tillgänglig kunskap om effektiviteten av olika naturvårdsåtgärder, dels utvärdera hur ekologisk kompensation tillämpas i Sverige idag för att identifiera hinder för optimal implementering.

För att kunna dra slutsatser kring vilka problem och hinder som finns för effektiv implementering genomfördes en intervjustudie samt en workshop där vi specifikt försökte svara på följande frågor:

1. Vilka arter och miljöer ingår i kompensationsprojekt som genomförs i Sverige idag?
2. Vilka aspekter av biologisk mångfald ingår i kompensationsprojekt och hur hanteras tidsaspekter och rumslig skala i dessa projekt?
3. Vad finns det som hindrar som begränsar att ekologisk kompensation blir ett effektivt verktyg för bevarandet av biologisk mångfald?
4. Vilka möjligheter till förbättringar för implementering finns och vilken utveckling tror de att EK kommer ha i framtiden?

För att öka kunskapen om vilka kompensationsåtgärder som kan bidra till att bevara biologisk mångfald och under vilka förutsättningar gjordes en systematisk syntes av vetenskaplig litteratur som har utvärderat effekter på biologisk mångfald efter restaurering eller nyskapande av biotoper eller ekosystem, där vi specifikt har velat svara på:

1. För vilka miljöer (biotoper och ekosystem) på den biologisk mångfald som åtgärden syftar att gynna?
2. I vilken utsträckning skiljer sig effekten beroende på inom vilken naturtyp som åtgärden görs och vilken kategori av åtgärd som utförs?
3. Vilka artgrupper påverkas positivt av restaureringsåtgärder och har dessa arter egenskaper som skiljer sig från dem som inte påverkas lika positivt?
4. Vilken konsekvens har ekologisk kompensation för andra aspekter av biologisk mångfald om kompensationen är utformad för att bevara t. ex. en viss artgrupp?
5. Påverkas utfallet av kompensationsåtgärder av på vilken rumslig eller tidsmässig skala de utförs och utvärderas?

Syftet med projektet ”*När kan ekologisk kompensation bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster*” har varit att öka kunskapen om under vilka förutsättningar ekologisk kompensation bidrar till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Mer specifikt har vi sökt svaren på:

1. Vilken evidens finns i den vetenskapliga litteraturen för att ekologisk kompensation är ett effektivt verktyg för att bevara biologisk mångfald eller ekosystemtjänster?
2. Skiljer sig utfallet av ekologisk kompensation mellan naturtyper och organismgrupper?
3. Finns det naturvärden – exempelvis artgrupper, aspekter av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster – som är särskilt svåra att kompensera?
4. Hur lång fördröjning är det mellan att kompensationsåtgärder utförts och man når den önskade effekten på biologisk mångfald eller ekosystemtjänster?
5. Beror längden på denna fördröjning på i vilken typ av landskap kompensationsåtgärden utförs, eller hur de är fördelade rumsligt?
6. Finns det avvägningar mellan olika kompensationsmål som måste beaktas när man ställer krav på ekologisk kompensation?

Metodik och avgränsningar

Nedan presenteras översiktligt de olika metoder vi använde oss av för att besvara ovan angivna frågeställningar. Detaljer kring de olika metoderna och hur de genomfördes inom projekten finns presenterat i respektive projektrapport. Alltså rapporterna 6996, *När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster*, och 7007, *Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation*.

Semi-strukturerade intervjuer

För att kartlägga komplexa system där mänskliga bedömningar och interaktioner är avgörande används ofta intervjuer. Vi använde djupgående semi-strukturerade intervjuer, vilket innebär att ramarna för innehållet i intervjun bestäms i förväg genom ett protokoll, men intervjun tillåts även avvika från dessa frågor för att följa upp aspekter som den intervjuade spontant tar upp. På så sätt styr den som utför intervjun inriktningen i stort men de delar som är viktigast för den intervjuade blir också inkluderade. Intervjuerna spelades in och transkriberades för att bearbetas genom kvalitativa innehållsanalyser.

Systematiska översikter och meta-analyser

Vi utförde systematiska granskningar och meta-analyser för att sammanställa och dra slutsatser från vetenskapliga studier. En systematisk granskning svarar på frågan om hur bevisbasen inom ett visst ämne ser ut, medan en meta-analys svarar på frågan om vad detta bevis säger. Utmärkande egenskaper hos systematiska granskningar är att man formulerar studiefrågor och bedömningsgrunder innan man söker efter relevant litteratur. Det systematiska tillvägagångssättet innebär en noggrann dokumentation av förfarandet som gör att arbetet kan granskas och upprepas.

I en meta-analys analyseras resultaten av flera studier tillsammans med hjälp av olika statistiska metoder. Detta kan till exempel vara en gemensam analys av data från flera studier om effekterna av en åtgärd på en viss variabel. Precis som inom primärforskning är det möjligt att analysera flera variabler samtidigt som antas påverka utfallet.

Avgränsningar

Vår utvärdering av implementering av ekologisk kompensation handlar om förhållandena i Sverige och i första hand inkluderat kompensation som baseras på myndighetsbeslut. Vi har velat förstå de bakomliggande komplexa samband som påverkar hur ekologisk kompensation utförs och har därför använt oss av kvalitativa metoder som intervjuer och en workshop istället för mer kvantitativa heltäckande kartläggningar. Vi utgick vi från ett policy-implementeringsperspektiv i syfte att öka kunskapen om vilka avvägningar som påverkar tillämpningen. Fokus var på de aspekter som kan påverka utfallet av kompensationen på biologisk mångfald och naturvärden. De personer som valdes ut att delta i undersökningen representerade tjänstemän från olika delar av Sverige samt konsulter och andra aktörer

med olika perspektiv på kompensationsprojekt. Organisationer som tillfrågades valdes utifrån deras roll i att forma hur ekologisk kompensation tillämpas i Sverige i praktiken, respondenter inom organisationerna valdes utifrån att de ska vara insatta i den ekologiska dimensionen av ekologisk kompensation då det är huvudfokus i denna studie.

I vår syntes av vetenskapliga utvärderingar av ekologisk kompensation har vi sökt efter studier från hela världen, och från både land- och vattenmiljöer. Vi har dock begränsat oss till studier som mätt direkta effekter på biologisk mångfald (i vid bemärkelse) eller på någon ekosystemtjänst. I syntesen av utvärderingar av naturvårdsrestaureringar begränsade vi oss geografiskt till studier från områden med boreala och tempererade klimat på norra halvklotet, därför att vi var intresserade av studier i miljöer som liknar de som finns i Sverige. Vi valde också att begränsa oss till landmiljöer, och mer specifikt till fyra typer av ekosystem: skog, gräsmarker, våtmarker och sandmarker. Vi begränsade oss till studier som har utvärderat effekter på biologisk mångfald. Studier som mätt någon ekosystemtjänst kom endast med om det fanns mått på biologisk mångfald från samma platser. När vi insåg att antalet studier var mycket stort begränsade vi oss till de studier som har det striktaste upplägget, s k BACI-studier (Before-After-Control-Impact). Det är studier som både jämför före och efter en åtgärd, och både på lokaler med och utan åtgärden. Utifrån den ingående datamängden valde vi att avgränsa utvärderingen av åtgärders påverkan på olika arter utifrån deras egenskaper till enbart kärleväxter, då det var den artgrupp som studerats i flest olika naturtyper och med flest åtgärder.

Sammanfattning av resultat

För en fullständig redovisning av resultaten hänvisar vi till de två projektrapporterna. Öckinger et al. 2021, *När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster*, NV 6996, och Widenfalk et al. 2021, *Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation*, NV 7007.

Implementering av ekologisk kompensation i Sverige¹

Vi intervjuade 17 tjänstemän och praktiker som på något sätt arbetar med ekologisk kompensation inom sin verksamhet. Kompensationsåtgärder som reglerades av lagstiftning var oftast kopplade till art- och biotopskydd och mer sällan till naturreservat och Natura 2000-områden. Det finns en risk att detta kan missgynna naturvården i stort om fokus blir för snävt på enskilda arter.

Det är vanligast att kompensera enskilda träd, skog, våtmarker eller vattendrag och dammar, och de artgrupper som nämndes oftast var fåglar och groddjur följt av ryggradslösa djur, kärlväxter och kräldjur. Vilka åtgärder som genomfördes varierade mycket men inkluderade olika typer av restaureringsåtgärder. Även anläggning av mindre dammar var vanligt.



Enskilda träd kompenseras ofta när detaljplaner eller infrastrukturprojekt påverkar gamla och biologiskt värdefulla träd. Plantering av nya träd eller att de gamla träden grävs upp och flyttas är åtgärder som genomförs. Foto: Lina Widenfalk, Greensway

¹ Resultat och citat är hämtade från Blicharska m.fl. (under revision).

Flera risker med ekologisk kompensation identifierades, bland annat att det kan bli lättare att få tillstånd för exploatering, att det finns en risk för ”green washing” och att det juridiska systemet är för svagt i Sverige med lagstiftning som möjliggör men inte kräver kompensation vilket leder till olikheter i tillämpningen mellan myndigheter. Vissa naturvärden bedömdes som omöjliga att kompensera, på grund av betydelsen av en kulturell prägel eller att det tar lång tid att återskapa miljön.

”Det är inte som en groddamm som kan skapas med en grävare och som sedan grodor koloniserar inom några år. En myr kan ta 5–10 000 år att skapa”

Uppföljningar genomfördes ofta inte alls eller endast med avseende på den utförda åtgärden och inte på utfallet för biologisk mångfald. Osäkerhet kring vad ekologisk kompensation innefattar, och om det är viktigast att prioritera närhetsprincipen (kompensationsåtgärd nära påverkan) eller likhetsprincipen (samma naturmiljö och arter kompenseras som påverkas) skapade otydlighet i tillämpningen. Bättre samverkan, transparens, långsiktighet och rumslig planering (däribland ett tydligare landskapsperspektiv) efterfrågades. På grund av en stor mängd praktiska hinder för att implementera ekologisk kompensation i det svenska systemet gjordes sällan ekologiska avvägningar kring vilken kompensation som var lämpligast för biologisk mångfald. Det finns en risk att nuvarande inriktning med fokus på enskilda arter och bedömningar på liten skala kan missgynna naturvärden i stort. Sammantaget uppstår ett otydligt system där de långsiktiga konsekvenserna för biologisk mångfald blir osäkra.

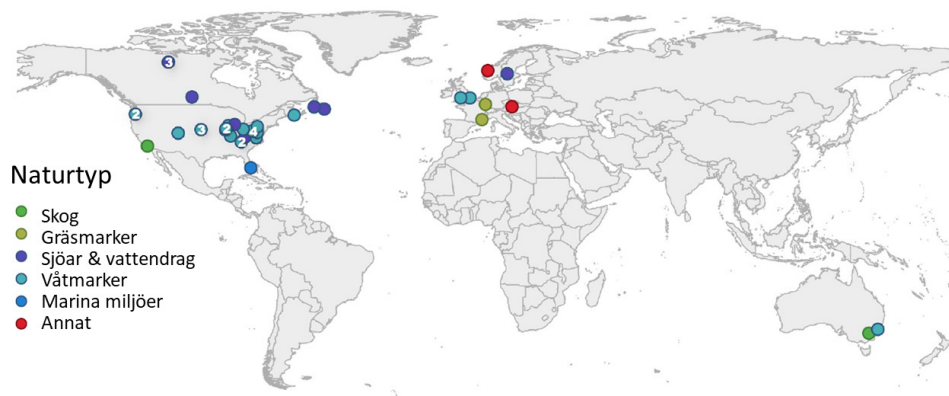
”Jag tror att det kommer att handla mer om biologi i framtiden, och vad det är vi verkligen vill åstadkomma. Nu går mycket tid åt till de administrativa delarna”

Förslag på förbättringar som rekommenderas utifrån bilden som framkommer från intervjuerna kan sammanfattas i tre aspekter, *processer och långsiktiga strategier, högre krav*, samt *standard, rutiner och goda exempel*. *Processer och långsiktiga strategier* - Planera för kompensation tidigt i projekten. Integrera kompensationen i befintliga ekologiska planer, exempelvis arbetet med grön infrastruktur och ekosystemtjänster. *Högre krav* – Ställ högre krav på det som ska kompenseras och för att ta höjd för osäkerheter behöver lite mer tillföras genom kompensationen än det som försvinner. *Standard, rutiner och goda exempel* – Många efterlyser en standard så att nivån och omfattningen av ekologisk kompensation blir mera lika över hela landet. Denna skulle kunna omfatta förslag på åtgärder och goda exempel.

”I de fall som inte regleras i lagstiftningen finns det inga tydliga rutiner, man kan jobba med kompensation hur mycket eller hur lite man vill”

Syntes av studier som utvärderat ekologisk kompensation

Vi fann 40 vetenskapliga studier som uppfyllde våra sökkriterier. Majoriteten av dessa hade utförts i våtmarks- eller sötvattenmiljöer i Nordamerika (Figur 1). Den vanligaste kompensationsåtgärden var nyskapande av biotoper, vilket var fallet i 25 av studierna, medan 10 studier utvärderade restaureringsåtgärder och 5 utvärderade både nyskapande och restaurering.



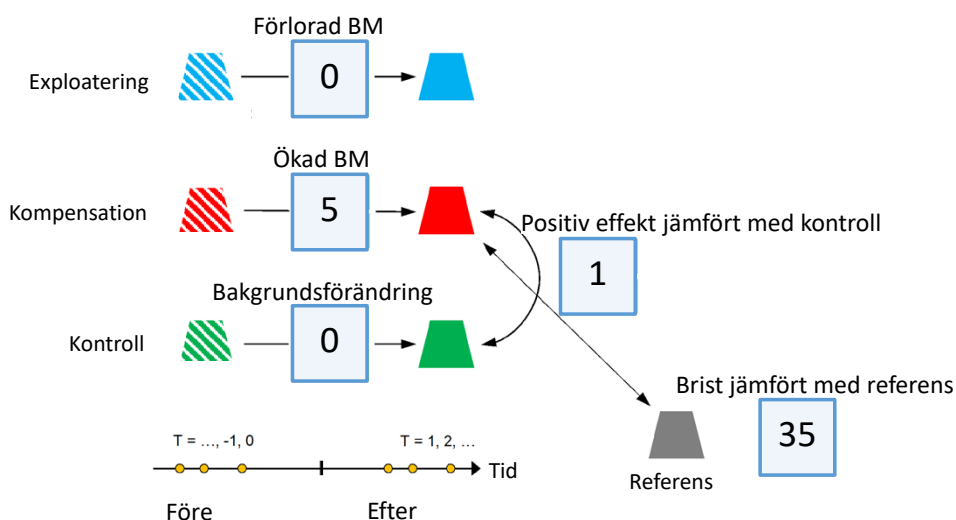
Figur 1. Geografisk utbredning, samt fördelning på a) naturtyper, och b) typ av exploatering som kompenseras, av de 40 studier som uppfyllde våra sökkriterier. Från Josefsson m.fl. 2021.

Endast en av de 40 studierna var utformad på ett sätt att de kunde utvärdera om kompensationsåtgärden hindrade att det skedde någon nettoförlust av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster, och anmärkningsvärt nog hade ingen studie mätt eller uppskattat den förlust av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster som skulle kompenseras. Det är därför omöjligt att veta om kompensationsåtgärdena uppnådde sitt syfte.



Våtmarker är den naturtyp som har studerats oftast i den internationella litteraturen över utvärderingar av ekologisk kompensation, men svenska våtmarker är inte representerade.
 Foto: Eva Romell, Greensway

Den största andelen av studierna, 35 av 40, jämförde utfallet av kompensationsåtgärderna mot en referens, som alltså representerar ett tänkt målstadium (Figur 2). Fem studier jämförde situationen före och efter kompensationsåtgärder på samma plats (Figur 2), men ingen av dessa kontrollerade för bakgrundsförändringar genom motsvarande mätningar på en annan plats. En studie jämförde utfallet av kompensationsåtgärderna med en opåverkad kontroll (Figur 2).



Figur 2. Antal studier som utfört olika typer av jämförelser för att utvärdera ekologisk kompensation (Josefsson m.fl. 2021).

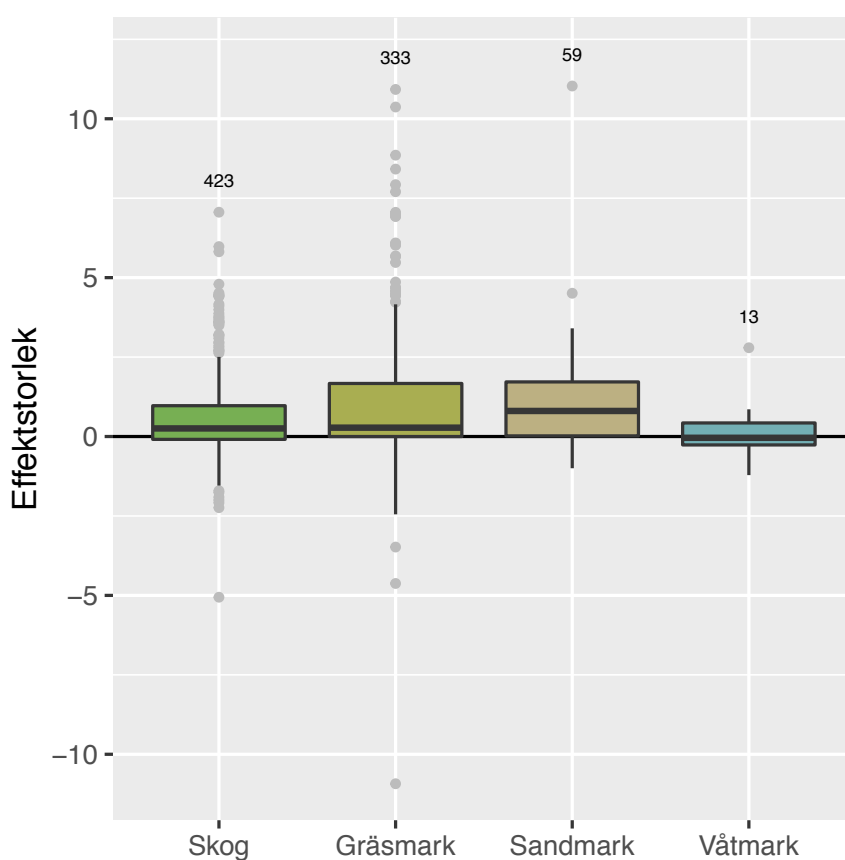
Tjugosju av de 40 studierna utvärderade endast effekter på biologisk mångfald, nio utvärderade effekter på både biologisk mångfald och någon ekosystemtjänst, och fyra utvärderade endast effekter på ekosystemtjänster. Tjugofem av de 36 studierna som utvärderade effekter på biologisk mångfald inkluderade endast en organismgrupp eller art. Den oftast undersökta organismgruppen var växter (18 studier) följt av ryggradslösa djur (12 studier). Alla studier som utvärderade effekter på ekosystemtjänster var utförda i våtmarker eller sötvatten, och inkluderade mått på primärproduktion, vattenrening, vattenreglering, klimatreglering och näringsomsättning.

Generellt lyckades man med kompensationsåtgärderna inte nå upp till samma nivå som referensmiljöerna när det gäller ekosystemtjänster. Det fanns dock en fördröjningseffekt, så att kompensationslokalerna närmade sig referensen ju längre tid som förflutit sedan kompensationsåtgärden utfördes. För biologisk mångfald var mönstret inte lika tydligt, delvis beroende på att det var en stor variation mellan olika studier. Det var inte heller någon tydlig skillnad mellan olika organismgrupper, eller mellan olika naturtyper.

Syntes av studier som utvärderat naturvårdsrestaureringar

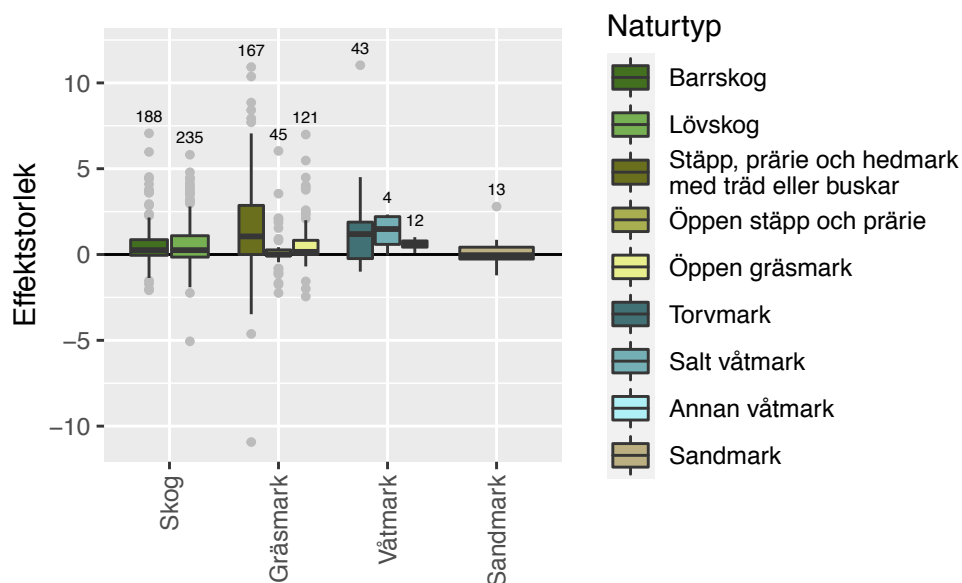
Vi gick igenom 18 000 artiklar om naturvårdsrestaureringar men endast 93 av dessa uppfyllde våra kriterier, som bland annat innefattade geografiskt område, mått på utfall, studiernas kvalitet och att de skulle ha en före-efter-kontroll design. Av dessa hade 36 utvärderat restaureringsåtgärder i skog, 35 i gräsmarker, 20 i våtmarker och tre i sandmarker.

Effekten av restaurering varierade stort mellan studier men var generellt antingen svagt positiv eller utan tydlig effekt. Det var små skillnader i utfall mellan studier i skog, gräsmarker, våtmarker och sandmarker (Figur 3), med något större skillnader mellan olika naturtyper (Figur 4). De flesta studier hade utvärderat effekter på växter, följt av leddjur (insekter och spindeldjur) och fåglar – med liknande resultat för de olika artgrupperna (Figur 5)



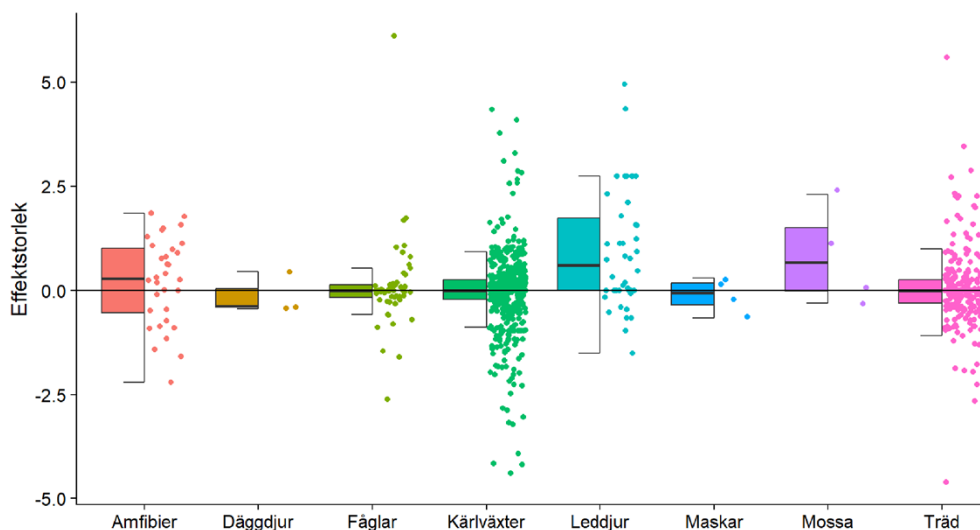
Figur 3. Effekten på biologisk mångfald efter restaureringsåtgärder varierade mycket mellan studier inom alla fyra ekosystemen. Generellt uppmäts en svag positiv effekt av restaurering. I grafen visas effektstorlek (skillnad mellan kontroll och åtgärdat område i förändring från innan restaurering) vid sista mättillfället, siffrorna ovanför varje låddiagram anger antalet mätserier. Från Josefsson m fl. (under bearbetning).

Vilka åtgärder som utförts skilde sig mellan naturtyperna (Figur 4). Vid jämförelse inom varje naturtyp fanns skillnader i utfall mellan åtgärder, men det är svårt att dra generella slutsatser utifrån dessa. Dock var det i flera fall så att en kombination av åtgärder gav högre effekt än de enskilda åtgärderna var för sig. För många åtgärder går det inte att säga att de generellt har en god effekt på biologisk mångfald då det fanns ungefär lika många negativa som positiva utfall. Det innebär att förändringen i området som en åtgärd utförts inom i vissa fall var större (bättre) och i andra fall mindre (sämre) än förändringen i kontrollområdet.



Figur 4. Effekten på biologisk mångfald efter restaureringsåtgärder varierade mycket även mellan studier inom olika naturtyper. Generellt uppmäts en svag positiv effekt av restaurering. I grafen visas effektstorlek (skillnad mellan kontroll och åtgärdat område i förändring från innan restaurering) vid sista mättillfället, siffrorna ovanför varje låddiagram anger antalet mätserier. Från Josefsson m fl. (under bearbetning).

Endast för kärlväxter fanns det tillräckligt med utvärderingar av individuella arter (35 studier) för att vi skulle kunna göra analyser på skillnader mellan olika typer av arter inom samma taxonomiska grupp. För vissa åtgärder fanns det skillnader i effekt av restaurering mellan arterna beroende på funktionell grupp eller spridningsstrategi, men variationen var för stor eller antalet inkluderade arter och studier för litet för att vi skall kunna dra några generella slutsatser (Figur 5).



Figur 5. Effekten på enskilda arter efter restaureringsåtgärder varierade mycket och data för andra grupper än kärlväxter och träd är begränsat till endast ett fåtal studier. I grafen visas effektstorlek – dvs. skillnad mellan kontroll och åtgärdat område i förändring från innan restaurering – vid sista mättillfället. Från arbetsmaterial Öckinger/Widenfalk (ej i referenslistan).

För alla typer av ekosystem där antalet studier var tillräckligt stort (skog, gräsmarker, våtmarker) ökade effektstorleken med ökande tid sedan restaureringsåtgärden utförts. Inte ens efter 25 år syntes någon tydlig utplaning av effekten. Dock verkade det som att ökningen gick något långsammare i skog än i gräsmarker och våtmarker.

Tyvärr var det för få studier som mätt effekter på både biologisk mångfald och ekosystemtjänster för att vi skall kunna utvärdera om det finns synergier eller avvägningar mellan dessa. Dock fanns tecken på att det kan ta olika lång tid för biologisk mångfald och ekosystemtjänster att återhämta sig efter restaurering. Det saknades även tillräckligt med studier som var gjorda på en rumslig skala för att kunna utvärdera effekterna på landskapsnivå, eller för att jämföra utfallet baserat på i vilken landskapskontext åtgärden utförs. Landskapsperspektivet och kopplingen till arbetet med grön infrastruktur skulle behöva studeras mer.

Syntes

I den vetenskapliga litteraturen finns inte tillräckligt underlag för att svara på frågan om hur ofta ekologisk kompensation uppfyller målet att undvika nettoförlust av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster. De flesta studier som utvärderar effekter av ekologisk kompensation kvantifierar inte den förlust av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster som ska kompenseras, och det är därför inte möjligt att veta om kompensationsåtgärderna är tillräckliga. Eftersom de studier som utvärderar kompensationsåtgärders påverkan på biologisk mångfald eller ekosystemtjänster till stor utsträckning är utförda i våtmarker och sötvattensmiljöer i Nordamerika är det osäkert vilka slutsatser gällande svenska förhållanden och andra naturtyper som man kan dra från dessa.

Man kan dock dra viktiga slutsatser om vilka kompensationsåtgärder som kan fungera baserat på annan ekologisk litteratur. Det finns exempelvis ett stort antal studier som utvärderar olika typer av naturvårdsrestaureringar, vilket är en vanligt förekommande kompensationsåtgärd. Vår syntes visar att naturvårdsrestaureringar ofta, men långt ifrån alltid, leder till en viss ökning av den biologiska mångfalden lokalt där restaureringen har skett. Dock är variationen mellan olika studier stor och generellt tycks effekterna vara svaga. Det går därför inte att säga att restaurering generellt ger god effekt. Denna variation kan delvis förklaras av att det kan ta lång tid innan restaureringsåtgärderna har full effekt, ofta flera decennier. Det längsta tiden mellan restaurering och uppföljning bland studierna i vår syntes var 25 år, och inte ens då är det säkert att man ser den fulla effekten. Det är därför viktigt att ha ett långtidsperspektiv på ekologisk kompensation, och ta hänsyn både till att det tar lång tid tills åtgärderna har effekt och att detta innebär större osäkerhet i om kompensationen kommer att lyckas, eftersom många saker som kan påverka utfallet hinner hända under tiden.

Den stora variationen i utfall mellan studier kan också bero på att åtgärder har olika bra effekt, och att skilda grupper av arter svarar olika på dessa åtgärder. Det fanns dock inga systematiska skillnader mellan typer av ekosystem eller organismgrupper som man kan basera generella riktlinjer på. Däremot finns det gott om bra exempel, både på lyckade restaureringsåtgärder med klart positiv effekt och på restaureringsåtgärder som inte har någon positiv, eller till och med en negativ, effekt på biologisk mångfald. Sådana exempel kan ge värdefull kunskap när man ska utföra ekologisk kompensation. Det vore värdefullt med en sammanställning av sådana lyckade och mindre lyckade exempel som är relevanta ur ett svenskt perspektiv. Detta skulle kunna göras bland annat utifrån det material som samlats in genom vår litteratursökning, men detta ligger utanför syftet med detta projekt.

Att det finns stor variation i utfall av restaureringsåtgärder, även om åtgärden i sig är densamma, är något man bör ta hänsyn till när man utformar riktlinjer för ekologisk kompensation. Ett sätt att ta hänsyn till sådan osäkerhet är genom multiplikatorer, exempelvis att man restaurerar en betydligt större yta än den som gått förlorad, för att på så sätt kompensera för osäkerheten i utfall (Laitila m.fl. 2014). Här skulle det vara möjligt att använda spridningen i utfall från de åtgärder som har visat sig ofta ha gott resultat, för att beräkna vilka multiplikatorer som ska användas i enskilda kompensationsprojekt.

Kompensationsåtgärder som utförs i Sverige idag utgår inte från restaureringsåtgärder som det finns belägg för att de fungerar, utan styrs snarare av praktiska omständigheter. Lagstiftning och tillgång till kompensationsområden är det som i första hand styr hur kompensation utformas. För att veta om kompensationsåtgärder faktiskt leder till att det inte sker någon nettoförlust av biologisk mångfald eller ekosystemtjänster krävs att de följs upp. Idag sker detta sällan, och i de fall det sker en uppföljning handlar den oftast enbart om att den planerade åtgärden har utförts, och inte vilken effekt den har på biologisk mångfald eller ekosystemtjänster. Det går därför inte att veta om ekologisk kompensation bidrar till att nå målet om att stoppa förlusten av biologisk mångfald. Det finns därför en risk att ineffektiv ekologisk kompensation sker på bekostnad av andra, mer effektiva, naturvårdsåtgärder. Det kan i värsta fall leda till att biologisk mångfald minskar mer än den hade gjort utan ekologisk kompensation.

Utifrån de identifierade bristerna i enhetlig implementering av ekologisk kompensation i Sverige rekommenderar vi en nationell standard och etablerade rutiner för tillsynsmyndigheter, som bland annat kan öka fokus på landskapsperspektiv och bredare inkludering av naturvärden. Genom att tillgängliggöra goda och sämre exempel på kompensationsåtgärder kan kvalitén på genomförd kompensation höjas. Vi önskar att en systematisk uppföljning av både de naturvärden som skadas eller förloras genom exploatering, och av kompensationsåtgärdens effekter, blir en integrerad del av ekologisk kompensation. Myndigheter som ställer krav på ekologisk kompensation bör därför samtidigt ställa krav på långsiktig uppföljning av kompensationsåtgärdernas effekter. För att myndigheter, företag och forskare ska kunna dra lärdomar från dessa utvärderingar krävs också att de blir öppet tillgängliga. Det vore därför önskvärt att myndigheter även ställer detta som krav, när de ställer krav på systematisk och långsiktig uppföljning. För att göra detta möjligt kan exempelvis Naturvårdsverket skapa en öppen, sökbar geografisk databas, där både utvärderingsrapporter och underliggande data görs öppet tillgängliga.

Förslag till förbättringsåtgärder

Baserat på resultaten från våra två projekt föreslår vi följande åtgärder för att bidra till att ekologisk kompensation kan bli ett effektivt verktyg för att hindra förlusten av biologisk mångfald:

Ta fram en nationell standard och riktlinjer

För att minska problemen med stora skillnader i implementering av ekologisk kompensation bör en tydligare nationell standard tas fram och rutiner utarbetas för tillsynsmyndigheter. Dessa bör även syfta till att integrera ekologisk kompensation bättre i hela beslutsprocessen. T.ex. bör man i ett initialt skede förutsätta skadelindring men möjliggöra förberedelse för kompensation. Det är viktigt att man har ett *landskapsperspektiv* och tar hänsyn till *fördröjningseffekter*.

Ta fram riktlinjer för uppföljning

När en myndighet ställer krav på ekologisk kompensation bör man även ställa krav på att effekten av kompensationsåtgärderna följs upp systematiskt och långsiktigt. Detta är viktigt både för att säkerställa att syftet med åtgärderna uppnås och att de leder till att det inte sker någon nettoförlust av biologisk mångfald. Dessutom möjliggör det att i framtiden dra säkrare slutsatser om vilka åtgärder som är mest effektiva under olika förutsättningar. Naturvårdsverket bör därför ta fram riktlinjer för sådan uppföljning, och ställa krav på att dessa riktlinjer följs. Det kan vara lämpligt att dessa riktlinjer för uppföljning utarbetas i samarbete med forskare.

Tillgängliggör uppföljningar

För att säkerställa att det går att dra lärdom av utförda kompensationsåtgärder och deras utfall bör rapporter och data från uppföljningar av ekologisk kompensation göras tillgängliga i en öppen, sökbar databas där både utvärderingsrapporter och underliggande data görs tillgängliga för alla.

Kartlägg exploaterade områden och kompensationsområden

För att göra det möjligt att följa upp både de naturvärden som förloras och de som avsätts, förstärks och restaureras för att kompensera för dessa behöver dessa kartläggas. Det gör det möjligt att långsiktigt kunna följa i vilken mån kompensationsområden utgör en motvikt till de värden som förloras. Vi förespråkar därför att en geografisk databas utvecklas (liksom Naturvårdsverkets karttjänst <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>) som dokumenterar alla kompensationsområden och kopplar dessa till de exploaterade områden de är tänkta att kompensera för.

Identifiera och lyft fram goda exempel

Det finns goda exempel på både när ekologisk kompensation har lyckats bra och när den har lyckats mindre bra. Detsamma gäller exempelvis restaureringsåtgärder och andra åtgärder som kan användas som ekologisk kompensation. Sådana exempel kan ge värdefull kunskap när man ska utföra ekologisk kompensation. Det vore värdefullt med en sammanställning av sådana lyckade och mindre lyckade exempel som är relevanta ur ett svenskt perspektiv. Exempel på åtgärder som fungerar bra finns också sammanställda på Conservation Evidence hemsida <https://www.conservationevidence.com/>. Vi rekommenderar att en motsvarande plattform tas fram för svenska förhållanden.

Källförteckning

- Bernasconi, P., Blumentrath, S., Barton, D.N., Rusch, G.M., Romeiro, A.R., 2016. Constraining forest certificate's market to improve cost-effectiveness of biodiversity conservation in São Paulo State, Brazil. PLoS ONE, 11:e0164850. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164850>
- Blicharska, M., Hedblom, M., Josefsson, J., Widenfalk, O., Ranius, T., Öckinger, E., Widenfalk, L.A. *under revision*. Operationalization of Ecological Compensation in Sweden – obstacles and ways forward.
- Bull, J.W., Suttle, K.B., Gordon, A., Singh, N.J., Milner-Gulland, E.J., 2013. Biodiversity offsets in theory and practice. Oryx 47, 369-380
- EC, 2011. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Gelcich, S., Vargas, C., Carreras, M.J., Castilla, J. C., Donlan, C.J., 2017. Achieving biodiversity benefits with offsets: Research gaps, challenges, and needs. Ambio 46:184-189.
- Guillet, F., Semal, L., 2018. Policy flaws of biodiversity offsetting as a conservation strategy. Biological Conservation 221, 86–90. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.001>
- Josefsson, J., Widenfalk, L.A., Blicharska, M., Hedblom, M., Pärt, T., Ranius, T., Öckinger, E., 2021. Compensating for lost nature values through biodiversity offsetting – Where is the evidence? Biological Conservation 257: 109117.
- Josefsson, J., Widenfalk, L.A., Chapurlat, E., Hedblom, M., Merinero, S., Pärt, T., Ranius, T., Widenfalk, O., Öckinger, E., *under förberedelse*. How successful are ecological restorations? Implications in an offsetting perspective.
- Laitala, J., Moilanen, A., Pouzols, F.M., 2014. A method for calculating minimum biodiversity offset multipliers accounting for time discounting, additionality and permanence. Methods in Ecology and Evolution 5: 1247-1254.
- Laurance, W.F., 2010. Habitat destruction: death by a thousand cuts. I: Conservation biology for all (eds: Sodhi, N.S. & Ehrlich, P.R.). Oxford University Press, pp. 73-87.
- Maes, J., Jacobs, S., 2017. Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. Conservation Letters 10(1), 121-124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/conl.12216>
- Maron, M., Hobbs, R. J., Moilanen, A., Matthews, J. W., Christie, K., Gardner, T. A., *in fl.*, 2012. Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. Biological Conservation, 155(C), 141–148.
- May, J., Hobbs, R.J., Valentine, L.E., 2017. Are offsets effective? An evaluation of recent environmental offsets in Western Australia. Biological Conservation 206, 249-257 doi:<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.038>

McKenney, B.A., Kiesacker, J.M., 2010. Policy development for biodiversity offsets: a review of offset networks. *Environmental Management* 45, 165-176.

Morse, N. B., Pellissier, P.A., Cianciola, E.N., Brereton, R.L., Sullivan, M.M., Shonka, N.K., Wheeler, T.B., McDowell, W.H., 2014. Novel ecosystems in the Anthropocene: a revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. *Ecology and Society* 19.

Naturvårdsverket, 2015. Tillämpning av miljöbalkens bestämmelser om ekologisk kompensation - en kartläggning. Rapport 6667. Naturvårdsverket, Stockholm

Naturvårdsverket, 2016. Ekologisk kompensation: en vägledning om kompensation vid förlust av naturvärden. Naturvårdsverket, Stockholm.

Persson, J. 2013. Perceptions of environmental compensation in different scientific fields. *International Journal of Environmental Studies* 70, 611-628. <http://dx.doi.org/10.1080/00207233.2013.835526>.

Persson, J., Larsson, A., Villarroya, A., 2015. Compensation in Swedish infrastructure projects and suggestions on policy improvements. *Nature Conservation* 11, 113–127. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.11.4367>

Peterson, I., Maron, M., Moillanen, A., Bekessy, S., Gordon, A., 2018. A quantitative framework for evaluating the impact of biodiversity offset policies. *Biological Conservation* 224:162-169

Poulin, M., Pellerin, S., Cimon-Morin, J., Lavallée, S., Courchesne, G., Tendland, Y., 2016. Inefficacy of wetland legislation for conserving Quebec wetlands as revealed by mapping of recent disturbances. *Wetlands Ecology and Management* 24:651-665 [doi:10.1007/s11273-016-9494-y](https://doi.org/10.1007/s11273-016-9494-y)

Rega, C., 2013. Ecological compensation in spatial planning in Italy. *Impact Assessment and Project Appraisal* 31, 45–51. <https://doi.org/10.1080/14615517.2012.760228>

Sjöholm, L., 2019. Ekologisk kompensation och tillämpning av miljöbalkens kompensationsbestämmelser åren 2015-2018: en uppföljning av rapport 6667. (No. 6898). Naturvårdsverket, Stockholm.

SOU, 2017. Ekologisk kompensation – Åtgärder för att motverka nettoförluster av biologisk mångfald och ekosystemtjänster, samtidigt som behovet av markexploatering tillgodoses. SOU 2017:34. Statens Offentliga Utredningar, Stockholm

Tucker, G., Allen, B., Conway, M., Dickie, I., Hart, K., Rayment, M., Schulp, C., van Teeffelen, A.J.A., 2013. Policy Options for an EU no net loss initiative (Report to the European Commission). Institute for European Environmental Policy, London.

Villarroya, A., Barros, A.C., Kiesecker, J., 2014. Policy development for environmental licensing and biodiversity offsets in Latin America. *PLoS ONE* 9, e107144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107144>

zu Ermgassen, S.O.S.E., Baker, J., Griffiths, R.A., Strange, N., Struebig, M.J., Bull, J.W., 2019. The ecological outcomes of biodiversity offsets under “no net loss” policies: A global review. *Conservation Letters*: e12664 [doi:10.1111/conl.12664](https://doi.org/10.1111/conl.12664)

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Ekologisk kunskap för ekologisk kompensation

Syntes av forskningsprojekten Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation och När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster?

Rapporten sammanfattar resultaten av samverkan mellan två projekt inom Naturvårdsverkets forskningsinsats om ekologisk kompensation: SEEK – Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation och ECBES – När kan ekologisk kompensation bevara ekosystemtjänster och biologisk mångfald.

Projekten har genom intervjuer undersökt hur arbetet med ekologisk kompensation bedrivs och vilka utmaningar som finns i Sverige idag. De har även genomfört systematiska översikter och meta-analyser för att syntetisera den vetenskapliga kunskap som finns rörande ekologisk kompensation globalt, samt rörande naturvårdsrestaureringar i landsmiljöer i de delar av världen med ett klimat som liknar det som finns i Sverige.

Utifrån sina resultat rekommenderar projekten en nationell standard och etablerade rutiner för tillsynsmyndigheter, som bland annat kan öka fokus på landskapsperspektiv och bredare inkludering av naturvärden, samt att myndigheter ställer krav på systematisk uppföljning av kompensationsåtgärder och att dessa tillgängliggörs.

Rapporten kan med fördel läsas tillsammans med rapporterna: När kan ekologisk kompensation bidra till att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster, NV-6996 och Systematisera ekologisk kunskap för att effektivisera ekologisk kompensation, NV-7007.