

VEMS LANDSKAP SKA FÖRÄNDRAS FÖR ATT ÖKA DEN BIOLOGISKA MÅNGFALDEN?

En studie av skillnaderna i odlingslandskapets
konnektivitet med avseende på två skyddsvärda
arter med olika preferenser

WHOSE LANDSCAPE SHOULD CHANGE IN ORDER TO INCREASE BIODIVERSITY ?

A study in rural landscape connectivity in
reference to two protected species with different
preferences

Examensarbete inom huvudområdet Ekologi
Grundnivå 15 Högskolepoäng
Vårtermin 2014

Lisa Arnesén

Handledare: Annie Jonsson
Examinator: Niclas Norrström

Abstract

Organisms relevant for nature conservation don't follow administrative borders. Because of this there is a need for a landscape perspective within conservation and planning, and a need for the species of interest to have legal protection. Network analysis adapted for ecological purposes has grown to become a powerful tool for studying and communicating the relationships between species dispersal and access to habitat. In this study the following question is posed: How is the *Osmoderma eremita* and the *Pernis apivorus* dispersal possibilities in the small scale cultivated landscape of Borås affected by exploitation in respect to a) dispersal ability, b) habitat quality, c) position of habitat patches in a network? The analysis were based on municipal and regional nature conservation data, which in due to confidentiality is not accounted for in the report by maps, coordinates, etc. Several networks were established for both species to indicate how habitat patches are distributed today and how the species dispersal changes depending on which patches are excluded – this was done to imitate how exploitation can affect the species future survival and dispersion. The results showed that the *O.e.* is mainly inhibited by its poor dispersal abilities, followed by patch position, while the *P.a.* is the most affected by degrading habitat quality. The most important conclusions of the study were that the *O.e.* natural dispersal may be restricted but can be improved by linking small network components together and by maintaining the largest components. As for the *P.a.* it was concluded that a different type of analysis, focusing on its behaviour and need for different patches for different purposes, would generate more interesting results.

Sammanfattning

Eftersom skyddsvärda organismer inte följer administrativa gränser behövs ett landskapsperspektiv i naturvårds- och planarbete, och de arter som studeras behöver ha juridiska belägg för att skyddas. Nätverksanalyser anpassade för ekologi har vuxit fram som ett kraftfullt verktyg för att studera och kommunicera sambanden mellan arters spridning över större områden. I denna rapport ställs därför frågan: hur läderbaggens (*Osmoderma eremita*) respektive bivråkens (*Pernis apivorus*) spridningsmöjligheter i odlingslandskapet i Borås kommun påverkas vid exploatering, med avseende på a) spridningsförmåga, b) habitatkvalitet c) habitatpatchers position i ett nätverk? Analyserna baserades på kommunal och regional naturvårdsdata, som p.g.a. sekretess inte redovisas med kartmaterial, koordinater eller liknande. Flera nätverk etablerades för varje art för att indikera hur nätverken av patcher ser ut idag och hur arternas spridning förändras beroende på vilka patcher som utesluts – detta för att imitera hur exploatering kan påverka arternas fortsatta överlevnad och spridning. Resultaten visade att läderbaggens största begränsning är dess dåliga spridningsförmåga, tätt följd av patchernas position, medan bivråken påverkas mer av habitatkvalitet. De viktigaste slutsatserna som kunde dras var att läderbaggens naturliga spridning må vara begränsad men kan förbättras genom att länka samman små nätverkskomponenter och fortsätta sköta de som är störst idag. För bivråkens del skulle en annan typ av analys med mer fokus på artens beteende och behov av olika patcher för olika aktiviteter ge ett bättre underlag.

Innehåll

Abstract	2
Sammanfattning	3
Introduktion	1
Metod	6
Bivråk (<i>Pernis apivorus</i>), hotbild och artspecifika preferenser	6
Läderbagge (<i>Osmoderma eremita</i>), hotbild och artspecifika preferenser	6
Underlag och programvara	7
Nätverksanalys med ekologisk tillämpning	8
Konnektivitetsmått och analyser	9
Resultat	11
Läderbagge	11
Bivråk	15
Diskussion	18
Spridningsförmåga	18
Habitatkvalitet	19
Habitatpatchernas position i ett nätverk	20
Referenser	23

Introduktion

De senaste trehundra åren har jordens befolkning ökat dramatiskt och därmed takten och skalan av antropogen förändring i landskapet. I drygt ett sekel har befolkningsexplosionen och den ökade exploatering som följt i dess fotspår förstört fler biologiska samhällen än vid något tidigare tillfälle i historien (Primarck, 2010). Habitatförlust och habitatfragmentering (minskande antal livsmiljöer respektive ökande isolering dem emellan) är bara två av de allvarligaste hoten mot artrikedomen som förvärras av mänskliga aktiviteter (Primarck, 2010). De största hoten mot biologisk mångfald har alltså ett starkt samband med hur naturresurser och ekosystem förvaltas. På nationell nivå styrs detta av de sexton miljö kvalitetsmål riksdagen beslutade om år 1999 (Naturvårdsverket, 2014) och preciserade år 2012 (Miljödepartementet, 2012). Två av dessa är av särskilt intresse för detta arbete: ”Ett rikt odlingslandskap” och ”Ett rikt växt- och djurliv”.

Regeringen definierar miljömålet ”Ett rikt odlingslandskap” som uppnått då produktionsvärdena i odlingslandskap och jordbruksmark är skyddade parallellt med bevarade och stärkta kulturmiljövärden och biologisk mångfald. För att målet ska omsättas till verklighet ska odlingslandskapet bland annat vara öppet och varierande, ha gott om småbiotoper, säkerställa spridningsmöjligheter och livsmiljöer för vilda växt- och djurarter samt skydda och bevara hotade arter och naturtyper. För att det ska vara genomförbart inom en generation krävs inte bara myndighetsutövande utan även kunskap och engagemang från de som faktiskt förvaltar marken (Regeringens proposition 2009/10:155).

Målet ”Ett rikt växt- och djurliv” syftar till att gynna och bevara artrikedomen genom att säkerställa att de arter som finns idag kan leva och frodas på lång sikt i de habitat och ekosystem de behöver, utan genetisk utarmning. Några av preciseringarna är särskilt intressanta för denna studie, bl.a. att bevarandeinsatser från samhällets sida ska ha landskapsperspektiv. Det beskrivs även att skadade men viktiga naturtyper ska restaureras till väsentlig förbättring och att arterna ska vara tillräckligt utspridda i sina naturliga utbredningsområden (Regeringens proposition 2009/10:155).

I motsats till ”Ett rikt odlingslandskap” bedömde regeringen att detta mål var mycket svårt att uppnå till nästa generation. Endast ett delmål - minskad andel hotade arter - ansågs möjligt men krävande att nå. Sammantaget har alltså förvaltningen av odlingslandskapet och den biologiska mångfalden samt överlappningarna däremellan juridisk tyngd för att prioriteras i naturvårdsarbete redan på nationell nivå. Landskapsperspektivet ska främjas genom regionala landskapsstrategier som syftar till att skifta fokus från det traditionella bevarandearbetet av utsatta arter i isolerade områden till att involvera hänsyn till omgivande natur i en större skala (Ihse & Oostra, 2009). Att arbeta med landskapsperspektiv öppnar möjligheter att nå fram till flera miljö kvalitetsmål eftersom varken ekosystem, naturtyper eller arters naturliga utbredningsområden följer administrativa gränser. Oavsett om det gäller planering, skyddsåtgärder eller skötsel krävs en bredare synvinkel än tidigare för att inte bryta ekosystemfunktioner och habitatnätverk som idag är eller har möjligheter att bli stora nog för att hålla livskraftiga populationer (Ihse & Oostra, 2009; Burel & Kindlmann, 2008).

Utifrån hur landskapet är uppbyggt och hur långt organismer som studeras kan förflytta sig kan man få fram kvantitativa data över hur väl sammankopplat landskapet är. Denna grad av sammanlänkning benämns konnektivitet, och kan uttryckas genom en mängd olika mått av varierande kvalitet. En metod är att analysera nätverk av livsmiljöer i landskapet. Dessa är

sammansatta av noder och länkar som representerar habitatpatcher samt var det finns spridningsmöjligheter dem emellan. Konnektivitet är alltså en funktion av landskapet och den organism som studeras – det är enbart när dessa delar sätts i relation till varandra som resultatet blir användbart (Burel & Kindlmann, 2008). Det är också viktigt att förstå att konnektivitet varierar med vad som mäts – måttet kan skilja sig från landskap till landskap, från en art till en annan och till och med variera för samma art vid olika tidpunkter.

Flera studier har visat att nätverksanalys och grafteori är både viktiga och kraftfulla verktyg för modelleringar och analyser av landskapets konnektivitet som kan användas i bevarande- och planeringsarbete (Bunn et. al., 2000; Fall et. al, 2011; Balfors et. al, 2010, m.fl.). Fördelarna med grafteori är många: det har en gedigen bakgrund i bl.a. logistisk (för att planera optimala rutter), det kräver inte lika mycket data men ger ändå resultat som är mycket lika de tidigare, tungrodda s.k. SPEM-modellerna och vissa av algoritmerna utnyttjas redan i planarbete (Balfors et. al., 2010). Grafteori är även ett bra sätt att kommunicera effekterna av olika beslut, och kan utnyttjas som diskussionsunderlag i planeringsarbete (Fall et. al, 2011). En uppsjö av olika konnektivitetsmått utifrån grafteori har utvecklats och utvärderats (Pascual-Hortal & Saura, 2006; Burel & Kindlmann, 2008). Tyvärr är indicierna de baseras på inte så välutredda som vore önskat (Pascual-Hortal & Saura, 2006). Måtten är av varierande kvalitet och svåra att jämföra (Burel & Kindlmann, 2008) och begreppet konnektivitet har tidigare varit dåligt definierat (Fahrig & Goodwin, 2002).

Landskap är dynamiska och de förändras med tiden, men antropogen påverkan är vanligtvis för snabb och för drastisk för att vilda djur och växter ska hinna anpassa sig (Burel & Kindlmann, 2008). Det är dessutom en typ av påverkan som både minskar mängden habitat och ökar avståndet mellan de habitatpatcher som återstår (Fahrig & Goodwin, 2002). Att modellera olika tänkbara förändringar av nätverken och landskapets konnektivitet med

avseende på skyddsvärda arter kan ge både kvantitativ data och överskådliga kartrepresentationer, som i planeringsarbete bidrar med information om var exploatering skulle göra störst respektive minst skada (Balfors et. al, 2010). Lika väl som nätverksanalyser kan indikera särskilt viktiga områden för den art som ska bevaras, kan de användas för att söka av ett nätverk efter var det är enklast att bryta för att hindra invasiva arter eller smittspridning (Fall et. al., 2011), eller för att undersöka var i landskapet förbättrad konnektivitet ger största möjliga positiva effekt (Balfors et. al., 2010).

Som tidigare påpekats drabbas inte alla arter i ett habitat lika hårt av fragmentering, utan olika arter kan överleva i varierande utsträckning tills avstånden förlängs eller transportmöjligheterna mellan habitatpatcherna försämras för mycket. Detta genom s.k. metapopulationsdynamik, där lokala utdöenden kan ersättas med återkolonisering från migrerande individer ur en livskraftigare population. Landskapskonnektivitet utgörs alltså av både landskapet i sig och organismen som ska förflytta sig, och det är viktigt att väva samman dessa aspekter för att få ett värde relevant för det man studerar (Burel & Kindlmann, 2008).

För att illustrera hur graden av konnektivitet är en funktion av landskap och organism tillsammans, krävdes jämförelser mellan flera arter – helst skulle dessa arter inte bara ha olika preferenser och spridningsförmåga, utan även vara skyddsvärda. Dessa skulle utgöra s.k. ”Endpoint entities”, d.v.s. vara organismerna vars väl och ve representerar det som är önskvärt att skydda. Bivråk och läderbagge valdes ut som endpoint entities i denna studie av flera orsaker: båda arter är upptagna på den nationella rödlistan och på Borås Stads lista över ansvarsarter i odlingslandskapet – därmed har deras bevarande juridisk tyngd och bör prioriteras i naturvårdsarbete på såväl kommunal som regional och nationell nivå. Medan bivråken är beroende av odlingslandskapen för jakt, är läderbaggens hela livscykel knuten till de ihåliga träd som ofta återfinns i samma miljö. Det gör den till en intressant och

högprioriterad motpol till bivråken och förhoppningen är att denna studie ska kunna illustrera hur olika konnektivitet i landskapet upplevs utifrån olika skyddsvärda arters perspektiv.

Syftet med denna rapport är att utifrån från existerande kartunderlag och naturvårdsdata undersöka variationerna i hur landskapskonnektiviteten i Borås kommun med omnejd upplevs av två arter med olika preferenser och spridningsmöjligheter. Rapporten ska även belysa hur olika typer av nätverksanalyser kan användas i kommunalt och regionalt naturvårdsarbete samt övrigt planarbete. Den tredelade fråga projektet vill besvara är hur läderbaggens respektive bivråkens spridningsmöjligheter i odlingslandskapet i Borås kommun påverkas vid exploatering, med avseende på a) spridningsförmåga, b) habitatkvalitet, c) habitatpatchers position i ett nätverk?

De hypoteser studien utgått ifrån är att läderbaggens spridningsmöjligheter skulle begränsas mer av förmåga och patchernas position än habitatkvalitet. Detta på grund av hur temporalt stabila habitat de lever i och de reducerade sannolikheterna att lyckas migrera till en bättre patch än den de fötts i. Angående bivråken är hypotesen att habitatkvalitet kommer spela en större roll än spridningsförmåga och patchposition baserat på att den inte har svårt att förflytta sig men behöver tillgång till bytesrika marker.

Metod

Bivråk (*Pernis apivorus*), hotbild och artspecifika preferenser

Bivråksbeståndet har de senaste trettio åren minskat till hälften, troligtvis på grund av det finns färre insektsrika biotoper i nutida skogs- och jordbruksmarker. Anknytningen till odlingslandskap är kanske inte lika uppenbar som för läderbaggen, men inte mindre intressant. Tillgången på trastungar, grodor och sociala getingararter ger förutsättningarna för bivråkarna att hitta föda åt sig själva och sina ungar och de kan jaga över hundratals km² under sensommaren. Medan äggen ruvas är fågeln som mest stationär och jagar inom 25-50 km² från boet. Bivråken är relativt långlivad, närmare 30 år i vilt tillstånd, men har en låg reproduktionstakt vilket gör den sårbar för jakt och år med dålig födotillgång. För att gynna bivråken behövs bland annat fler lövträd, fuktiga marker, öppna områden nära skogsmark, samt betade ängar och skogar. Arten hotas även av jakt i Medelhavsområdet under flytten från de tropiska övervintringsområdena (Tjernberg, 2010). Sammanfattningsvis är bivråken beroende av odlingslandskapet för föda och i förlängningen reproduktion, men inte för boplats, övervintring eller liknande.

Läderbagge (*Osmoderma eremita*), hotbild och artspecifika preferenser

Läderbaggen utgör i det närmaste en motpol till bivråken vad gäller spridningsförmåga. De lever uteslutande i grova lövträd med stora håligheter och gott om mulm, dessa träd förekommer oftast i gamla odlingslandskap (Ranius, 2006). Insekter vars livsmiljö förändras snabbt selekterar för bättre spridningsförmåga, medan de vars habitat består under lång tid inte har samma behov av att utveckla egenskapen (Hedin & Ranius, 2006). Majoriteten av läderbaggen lämnar inte trädet de föds i (Ranius, 2006) och de individer som migrerar flyttar sig som mest knappt 200 meter (Hedin & Ranius, 2001). På grund av den begränsade

spridningen är även en metapopulation av läderbaggar mycket spatialt begränsad. Populationerna som fortfarande finns är små och många hålträd med läderbaggepopulationer konkurreras ut och dör i förtid när odlingslandskapet växer igen och hålträden skuggas av sly och yngre träd. Ett annat problem är avsaknaden av kontinuitet, när det inte finns ”arvtagare” till befintliga hålträd som självdör tidigt eller avverkas. Med läderbaggarnas ovilja och begränsade möjligheter att flytta sig krävs inte bara frihuggning och skötsel av deras nuvarande habitat utan även urval och skötsel av framtida dito (Ranius, 2006). Arten förekommer ofta tillsammans med andra rödlistade insekter och skyddas av Natura 2000 (art- och habitatskydd på EU-nivå) vilket ger extra hög prioritet åt dess bevarande (Ranius, 2006). Sammanfattningsvis är läderbaggen extremt stationär och i hela sin livscykel fullständigt beroende av ett odlingslandskap med fungerande hävd och lång kontinuitet av ihåliga lövträd.

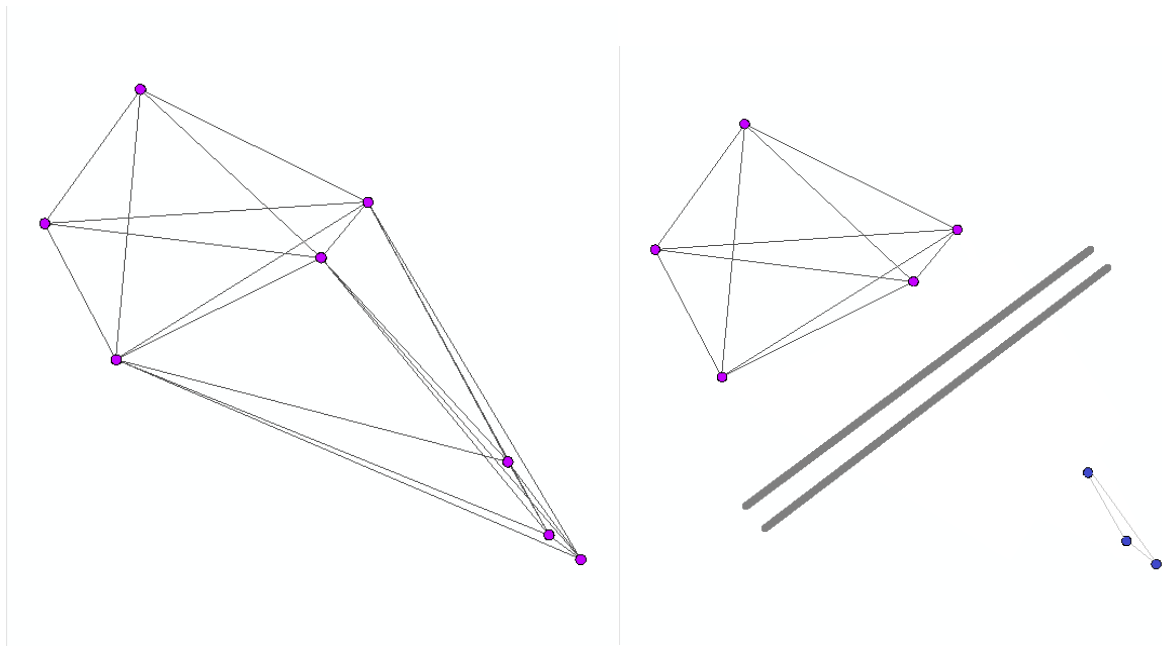
Underlag och programvara

Som underlag för analyserna användes sekundärdata från flera olika källor. Detta motiveras av tre olika orsaker; för det första skulle det motverka landskapsperspektivet i arbetet att begränsa sig helt till administrativa gränser som formellt skyddade områden eller kommungränser. För det andra skulle tidsramen för projektet skulle vara för snäv för att samla högkvalitativ primärdata över alla parametrar som var av intresse för analyserna; för det tredje erbjöd det tillfälle att undersöka hur användbar kommunens redan tillgängliga data vore för att ge diskussions- och beslutsunderlag i bevarandefrågor på landskapsnivå. Från Borås Stad användes därför Excelblad angående ansvarsarter, GIS-skikt som gränser, vattendrag, vägar etc. och Naturvärdesdatabasen som innehåller GIS-skikt knutna till naturvärdesklasser, motiveringar till klassificeringen m.m. Från Länsstyrelsen Västra Götaland användes GIS-skikt från inventering av jätteträd och odlingslandskap. Från Artportalen användes ungefärliga platser för artobservationer. Materialet sammanställdes och georefererades i ArcGIS 10.0 och

analyserades med hjälp av applikationen Matrixgreen version 1.7.0, framtagen av KTH och Stockholm Resilience Center (Bodin & Zetterberg, 2012).

Nätverksanalys med ekologisk tillämpning

Nätverksanalys är en underkategori till grafteori (Fall et. al, 2011), och bygger på att kunna modellera och analysera hur en samling noder och länkar är sammankopplade, här sammanfattat med utgångspunkt i Pascual-Horta & Saura (2006): noderna representerar habitatpatcher i en matrix av ogästvänligt eller olämpligt icke-habitat medan länkarna representerar möjligheten för en organism att ta sig från en patch till en annan (se figur 1). Beroende på vilket konnektivitetsmått som används kan länkarnas verkliga motsvarigheter vara funktionella, som avstånd, eller strukturella, t.ex. träddridåer i ett öppet landskap. Man etablerar en länk mellan noderna om arten som studeras har fysiska och/eller beteendemässiga möjligheter att ta sig däremellan. Om en organism kan färdas mellan och genom flera patcher utan att behöva passera varje patch mer än en gång benämns sträckan som en ”path” och längden på rutten mäts antingen i antal länkar (topologiskt avstånd) eller i vanliga avståndsenheter såsom meter. Nätverket kan bestå av en eller flera ”komponenter” som utgörs av nodgrupper med en ”path” mellan varje nodpar. Alternativt kan en komponent utgöras av en enda nod utan kopplingar till andra. Om det inte finns en ”path” mellan två noder tillhör de följaktligen olika komponenter (se figur 1). Ifall det räcker att utesluta en enda nod/länk för att koppla isär två komponenter benämns just den för ”cutnode/cutlink”. I verkligheten motsvaras ett sådant scenario av att exploatera en patch eller korridor som skär av den enda spridningsmöjligheten mellan två större nätverkskomponenter.



Figur 1: T.v.: exempel på nätverk där åtta noder är sammanlänkade, hela nätverket utgörs av en komponent. T.h.: nätverket har delats i två komponenter isolerade från varandra av en barriär (dubbla grå linjer). Båda figurer: lila/blå nod representerar en habitatpatch, tunna grå länkar representerar existerande eller potentiella möjligheter för en organism att färdas mellan habitatpatcherna.

Konnektivitetsmått och analyser

Nätverken togs fram genom att välja ut set av lämpliga habitatpatcher med hjälp av SQL-queries i GIS-skiktens attributtabeller. Resultatet av dessa queries exporterades som nya skikt och knöts till Matrixgreen via verktyget ”Patches from Feature Class” som noder i nätverket. Patchset för läderbagge togs fram genom att göra ett urval av alla hålträd med håldiameter >5 cm inom Borås kommun samt med en 6 km buffert utanför kommungränsen. För att kunna analysera noderna med Matrixgreen transformerades det ursprungliga punktskiktet till ett polygonskikt genom att lägga till en två meter bred buffert kring varje punkt. Ett set av länkar etablerades via verktyget ”Find links CC” (Center to Center) mellan varje par noder inom 200 m euklidiskt avstånd från varandra. I lövträdsinventeringen som användes som underlag fanns information om flera parametrar per träd, bl.a. om objektet bedömts som hotat, typ av hot, samt en ungefärlig tidsangivelse för när detta hot behövde åtgärdas. För att modellera en

potentiell försämring av konnektiviteten definierades ett andra patchset med samma premisser men där alla objekt akut hotade av igenväxning uteslutits. Nätverken för bivråk togs fram på ett snarlikt sätt men patchsetet utgick ifrån utvalda objekt ur Länsstyrelsens Ängs- och Hagmarksinventering. För bivråk modifierades urvalet flera gånger för att skapa flera nätverk av varierande kvalitet. Som bäst lämpade bedömdes de patcher som utgjordes av äng eller bete med vattenförekomst och bra hävd. Som medellämpliga patcher valdes äng eller bete med vattenförekomst men med svag hävd. Som sämre patcher valdes ohävdade men restaurerbara objekt utan vattenförekomst. Ett fjärde patchset baserades på restaurerbara objekt med möjlighet att bli äng eller skogsbete och som redan hade vattenförekomst. Detta set togs fram för att undersöka hur mycket konnektiviteten skulle kunna förbättras genom restaureringsåtgärder.

Alla nätverk analyserades i huvudsak genom två av Matrixgreens tre analystyper: Komponentanalys (KA) och "Betweenness Centrality Analysis" (BCA). KA ger en översikt av konnektiviteten på nätverksnivå genom att identifiera enstaka eller grupper av noder som är länkade sinsemellan men isolerade från andra delar av nätverket. Analysen tilldelar alla patcher inom samma komponent ett komponent-ID, samt visar antalet patcher per komponent. Ett högt antal komponenter indikerar lägre konnektivitet och ett mer fragmenterat landskap, medan ett lågt innebär högre konnektivitet och mindre fragmentering. Ett helt sammanlänkat nätverk kan alltså bestå av en enda komponent där det är möjligt för en organism att färdas mellan alla noder. Det är dock viktigt att även ta hänsyn till hur många patcher som innefattas av samma komponent, eftersom en koppling mellan två större komponenter ger större effekt för organismens spridningsmöjligheter än en koppling mellan två annars helt isolerade patcher.

BCA fokuserar på enskilda noders betydelse genom att värdera varje nod utifrån hur centrala de är i nätverket. Resultatet blir ett BC-värde (0-1) där ett högt värde indikerar att många av nätverkets kortaste färdvägar korsar noden och att den därmed har större betydelse för nätverkets konnektivitet. BCA resulterar i ett värde för varje enskild nod, och sätter dem i relation till varandra. Noderna med högst värden kan ses som viktiga stepping-stones i landskapet, vars uteslutande skulle sänka konnektiviteten mer än uteslutandet av noderna med lägst värden. Det genomsnittliga BC-värdet kan ge en fingervisning angående om patcherna är väl sammanlänkade med övriga i nätverket men utnyttjas bättre om det balanseras av ett spridningsmått för att bedöma om de högsta/lägsta värdena ligger långt utanför genomsnittet.

Slutligen sammanställdes och jämfördes resultaten genom att studera variationer i medelvärde, median och standardavvikelse.

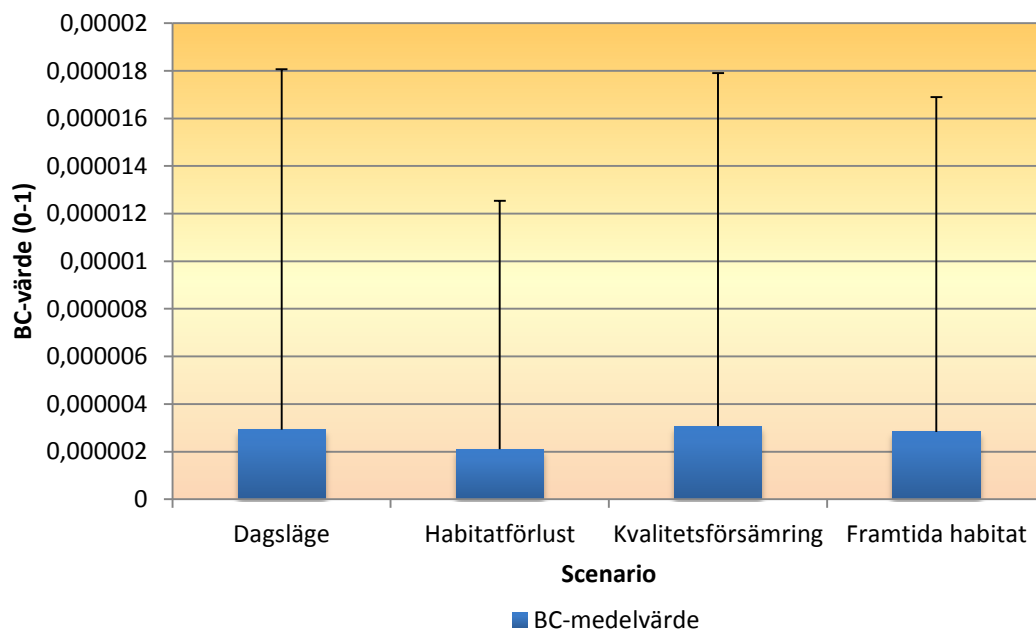
Resultat

Läderbagge

LÄDERBAGGE	BCA	BCA	BCA	KA	KA	KA
Scenario	BC Medelvärde	BC Median	St. Dev.	Antal patcher Medelvärde	Antal patcher median	St. Dev.
Dagsläge	2,92945E-06	0	1,51304E-05	3,305764	2	4,4678
Habitatförlust	2,09792E-06	0	1,04461E-05	2,951407	1	3,8528
Kvalitetsförsämring	3,07349E-06	0	1,48368E-05	2,969613	1	3,8049
Framtida habitat	2,83333E-06	0	1,40634E-05	3,175573	1	4,2561

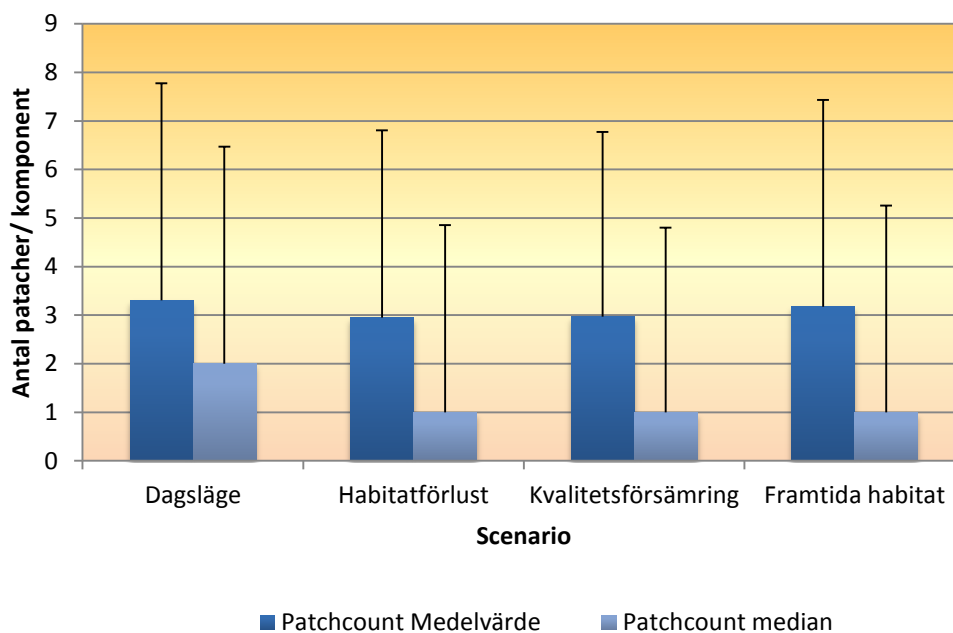
Tabell 1: Sammanställning av analysresultaten från de fyra nätverk som etablerades för läderbagge, sorterade efter analyser på patchnivå via BCA (Betweenness Centrality Analysis) respektive på landskapsnivå via KA (Komponentanalys).

Totalt analyserades 1319 lämpliga habitatpatcher för läderbagge. Dessa innefattade alla hålträd med håldiameter >5cm växande inom Borås kommun, inklusive en 6 km buffert utanför kommungränsen. Detta urval benämndes ”Dagsläge” (Tabell 1) och blev därmed basen för alla vidare analyser. Scenariot ”Habitatförlust” simulerades genom att utesluta alla potentiella habitatpatcher hotade av igenväxning, med åtgärdsbehov inom två år. En försämring av habitatkvalitet simulerades genom att utesluta alla träd vars hål når ner till mark och scenariot benämndes ”Kvalitetsförsämring”. För att simulera förluster av framtida habitat modifierades urvalet till att utesluta träd med <5 cm hål akut hotade av igenväxning, men inkludera övriga träd med denna hålstorlek. Detta scenario benämndes av utrymmesskäl ”Framtida habitat” men betecknar alltså förlusten av dessa, inte tillgången till. Tabell 1 ger en översikt av alla analyser som genomfördes med avseende på läderbagge: på patchnivå via BCA, på nätverksnivå via KA. Alla resultat presenteras med medelvärde, median samt standardavvikelser. I BCA varierar medelvärdet mellan 2,10E-06 (Habitatförlust) – 3,07E-06 (Kvalitetsförsämring), standardavvikelsen varierar från 1,04E-05 (Habitatförlust) till 1,51E-05 (Dagsläge). Medianen är dock 0 i alla fyra scenarion. I komponentanalyserna varierade medelvärdet mellan 2,95 (Habitatförlust) - 3,31 (Dagsläge) patcher per komponent. Standardavvikelsen var som lägst 3,8 (Kvalitetsförsämring) och som högst 4,47 (Dagsläge). Medianen beräknades till 2 patcher per komponent i ”Dagsläge” och 1 i övriga tre scenarion.



Figur 2: Jämförande graf av resultaten från samtliga BC-analyser av läderbagge. Y-axeln representerar medelvärdet för nätverkens patcher. Felstaplarna anger standardavvikelsen i BC-värde för varje scenario.

Figur 2 visar enbart resultaten av BCA för läderbagge, illustrerade i graf-form för överskådlighet. Betweenness Centrality Analysis redovisas med ett värde mellan 0-1, där ökande värden indikerar patcher med högre centralitet i nätverken – d.v.s. hur viktig en enskild patch är baserad på hur många av de kortaste färdrutterna i nätverket som korsar den. Då medianen i alla fyra scenarion beräknades till 0 har dessa staplar inte tagits med i grafen. Samtliga BC-värden i figur 2 är lägre än de för bivråk (se figur 4).



Figur 3: Jämförande graf av resultaten från samtliga KA av läderbagge. Y-axeln representerar medel och median i antalet patcher som bygger upp varje analyserad komponent. Felstaplarna anger standardavvikelsen från medel och median för varje scenario. X-axeln representerar vilket scenario som avses.

I figur 3 redovisas resultaten av komponentanalyserna för läderbagge. Varje komponent utgjordes av ett eller flera hålträd inom 200 m euklidiskt avstånd från varandra. Majoriteten av komponenterna i alla analyserade nätverk bestod av 1-4 patcher. Patchantal/komponent kategoriserades efter naturliga brytpunkter genom ArcGIS-verktyget ”Natural breaks”. ”Natural breaks” grupperar data genom att söka efter relativt stora skillnader i värde, och där sådana upptäcks skapas en övergång från en klass till en annan. Resultatet blir klassificeringar som maximerar skillnaderna mellan klasser och för samman objekten med liknande värden i samma klass. Detta synliggjorde en snedfördelning av värdena och p.g.a. detta redovisas resultaten i både medelvärde och median.

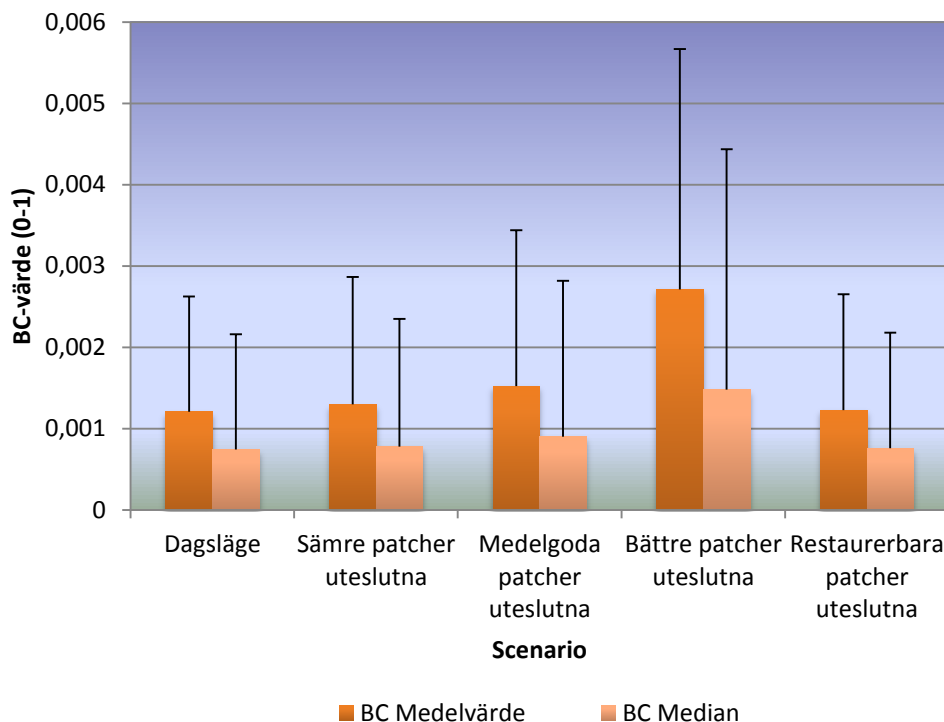
Bivråk

BIVRÅK	BCA	BCA	BCA	KA	KA	KA
Scenario	BC Medelvärde	BC Median	St.Dev.	Antal patcher Medelvärde	Antal patcher Median	St. Dev.
Dagsläge	0,001206	0,000743	0,001417	388	388	0
Sämre patcher uteslutna	0,001297	0,00078	0,001567	365	365	0
Medelgoda patcher uteslutna	0,001522	0,000901	0,001918	312	312	0
Bättre patcher uteslutna	0,002712	0,001479	0,002955	172	172	0
Restaurerbara patcher uteslutna	0,001227	0,000757	0,001423	378	378	0

Tabell 2: Sammanställning av analysresultaten från de fem nätverk som etablerades för bivråk, sorterade efter analyser på patchnivå via BCA (Betweenness Centrality Analysis) respektive landskapsnivå via KA (Komponentanalys).

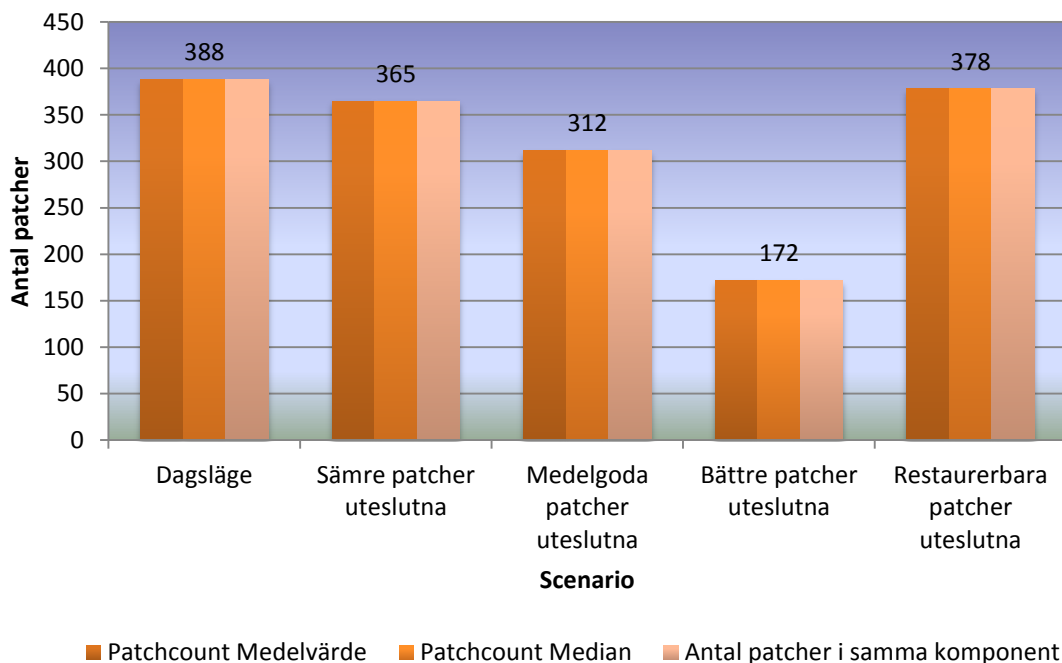
Totalt analyserades 451 lämpliga habitatpatcher för bivråk att jaga i. I tabell 2 redovisas medelvärde, median och standardavvikelse för samtliga analyser med avseende på bivråk, kategoriserade efter analyser på patchnivå (BCA) samt nätverksnivå (KA). Kategorin ”Dagsläge” representerar alla potentiella habitatpatcher för jakt i odlingslandskapet, oberoende av skick. ”Sämre patcher uteslutna” samt ”Medelgoda patcher uteslutna” simulerar en generell habitatförlust, medan ”Bättre patcher uteslutna” illustrerar en försämring i habitatkvalitet. Slutligen representerar kategorin ”Restaurerbara patcher uteslutna” påverkan från områden som kan förbättras. BC-värdet varierade mellan $1,21E-03$ (Dagsläge) som lägst och $2,71E-03$ (Bättre patcher uteslutna) som högst. Medianen varierade mellan $7,43E-04$ (Dagsläge) – $1,48E-04$ (Bättre patcher uteslutna). Även med den strängaste definitionen av spridningsförmåga (25 km, euklidiskt avstånd) låg alla patcher i alla scenarion tillräckligt nära

varandra för att bilda en enda komponent, därav de identiska värdena och standardavvikelsen 0. Kategorin ”Dagsläge” innefattar 388 patcher vilket är det högsta antalet. Samtliga scenarion innefattar nätverk uppbyggt av en enda sammanhängande komponent och samtliga har ett medelantal >300 patcher/komponent. Undantaget är då bättre jaktmarker i odlingslandskapet uteslutits – i detta fall återstår 172 patcher/komponent.



Figur 4: Jämförande graf mellan alla BC-analyser av bivråk. Y-axeln representerar snittvärden i form av medelvärde och median för patcherna som analyserats. Felstaplarna anger standardavvikelse för varje värde och X-axeln visar vilket scenario som avses.

Figur 4 visar resultaten av BCA för bivråk i graf-form med medelvärde, median, samt medel standardavvikelse. Samtliga BC-värden för bivråk (figur 4) var högre än för läderbagge (figur 2) och medianen för bivråkens BCA var högre än 0 i alla scenarion. Även det lägsta medelvärdet för bivråk var högre än det högsta dito för läderbagge. Samma mönster upprepar sig för medel standardavvikelse arterna emellan.



Figur 5: Jämförande graf över resultaten från alla KA av bivråk. Y-axeln visar snittvärden för antalet patcher som utgör en komponent i nätverket. Dessa representeras av medelantal, medianantal samt faktiskt antal patcher per komponent. X-axeln visar vilket scenario som avses.

I figur 5 redovisas enbart resultaten för komponentanalyser med avseende på bivråk genom medelvärde, median, och medel standardavvikelse för antalet patcher per komponent. Då alla patcher kan nå från varandra i samtliga scenarion är värdena identiska för medelvärde och median. Det totala antalet patcher i dessa enkomponents-nätverk varierar dock mellan 172 (Bättre patcher uteslutna) och 388 (Dagsläge). Uteslutandet av restaurerbara patcher sänkte det totala patchantalet till 378, medan uteslutandet av sämre patcher hade aningen större effekt (365) och uteslutandet av de medelgoda gav näst störst effekt med avseende på patchförlust (312).

Diskussion

Spridningsförmåga

Komponentanalyserna för läderbagge indikerade att den begränsade spridningsförmågan gör nätverken många och splittrade. Av drygt 1300 potentiella habitatpatcher som idag är fördelade på 399 komponenter är det endast 81 komponenter som innefattar fler än fyra patcher. Det innebär att knappt en femtedel kan hysa en större metapopulation av läderbaggar som kan sprida sig till nya habitat utan mänskligt ingripande. Detta urval var det bredaste men ändå utgjordes majoriteten av komponenterna av patcher som var helt isolerade eller innehöll ett fåtal patcher. Antalet poster i kategorierna med högre patch-antal än fyra sjönk snabbt och kategorin med högst antal utgjordes som mest av två komponenter. Detta mönster med ett mycket stort antal låga värden och ett fåtal högre återkom i alla analyser. Då de större komponenterna var mycket få skulle en försämring av dessa ha mycket större effekter på läderbaggens naturliga spridning än förluster i de komponenter som utgjordes av några enstaka patcher. Alla förändringar från dagsläget sänkte dessutom medianantalet patcher/komponent till hälften (från 2 till 1). Slutsatsen är att det största problemet för läderbaggen ur ett nätverksperspektiv är möjligheterna att nå från en patch till en annan, snarare än antalet av dessa lämpliga patcher. Komponentanalyserna för bivråk indikerade att deras spridningsförmåga inte utgör någon nämnvärd begränsning. I sitt mest stationära skede, under ruvningen, jagar bivråken över en 25-50 kvadratkilometer stor yta, övervägande i skogsmark. När det är som mest aktuellt att söka föda i odlingslandskapet är ungarna kläckta och de vuxna individerna kan jaga över flera hundra km² stora områden. Vid denna tidpunkt tycks de inte heller vara territoriella utan kan samsas om samma jaktmarker. Den snäva gränsen av max 25 km avstånd analyserar alltså konnektiviteten mellan potentiella jaktmarker

under sämsta möjliga förhållanden, ändå genererar detta i alla analyser ett enkomponentsnätverk med mycket god konnektivitet på landskapsnivå.

Habitatkvalitet

Analyserna av habitatkvalitet för läderbagge fokuserade på att utesluta träd med hål ner till mark då detta indikerar ett sent hålstadium med god tillgång till mulm och god plats för en större population. En sådan patch skulle kunna utgöra en livskraftig source ur metapopulationsperspektiv och även bereda habitat och föda för andra, exempelvis mulmknäppare, som är en annan rödlistad art. Det troligaste hotet mot dessa träd och läderbaggens habitat generellt är igenväxning, därför uteslöts de högkvalitativa träd som hotas av igenväxning om de inte frihuggs inom två år. Visserligen genererade detta tre komponenter i kategorin med flest antal patcher/komponent men i gengäld sjönk det högsta antalet över lag jämfört med dagsläget, från 36 till 28. Medelvärde sjönk från 3,3 till 2,9, och medianen från 2 till 1. I detta fall bedöms medianen väga tyngre än medelvärdet då det senare är känsligt för extremvärden medan det förra ger en mer rättvis indikation av patchernas fördelning. Mönstret med huvuddelen av komponenterna som enstaka isolerade patcher återupprepades och därför blir slutsatsen att habitatkvaliteten spelar en betydande roll, dock fortfarande underordnad spridningsförmågan.

Habitatkvalitet för bivråk bedömdes genom att klassa patcherna efter en rad kriterier. I första hand om de var äng eller bete med god eller svag hävd, alternativt var möjliga att restaurera till äng eller bete. I andra hand om det fanns en vattenförekomst i patchen eller ej, baserat på att ett av bivråkens problem är uttorkningen av landskapet, som i sin tur minskar tillgången på byten. Att utesluta de bättre patcherna (äng/bete med god hävd och vattenförekomst) sänkte medelantalet patcher/komponent från 388 i dagsläget till 172 efter förändringen, vilket

indikerar att dessa utgör en betydande del av odlingslandskapet. Sammantaget bedöms habitatkvalitet ha större påverkan på bivråkens jaktmöjligheter än dess spridningsförmåga.

Habitatpatchernas position i ett nätverk

I samtliga analyser av Betweenness Centrality var BC-värdet lågt för läderbagge. Som högst var medelvärdet $3,07349E-06$ (Kvalitetsförsämring) och som lägst $2,09792E-06$ (Habitatförlust). I alla scenarion var medianen 0, vilket tillsammans med de låga BC-värdena indikerar att landskapet är alltför fragmenterat med avseende på läderbaggen för att kunna peka ut en ”ryggrad” i nätverken. De flesta patcher är helt enkelt isolerade från varandra, vilket omöjliggör ett högre BC-värde än 0, och kan i nuläget inte alls bidra till artens naturliga spridning. Resultaten bekräftar hypotesen att habitatpatchernas position har stort inflytande på läderbaggens spridning. Resultatet av analyserna på patchnivå visade oväntat låga BC-värden för bivråk: som lägst 0,001206 (Dagsläge) och som högst 0,002712 då de restaurerbara patcherna uteslutits. Medianen var i dessa kategorier 0,000743 respektive 0,000757. Även de lägsta värdena är högre än Läderbaggens dito, men ändå låga nog för att göra det svårt att särskilja något särskilt stråk av högre betydelse för nätverket på landskapsnivå. Utifrån läderbaggens resultat bedömdes artens naturliga spridning som mer beroende av euklidiska avstånd än av matrisens uppbyggnad, vilket skulle stämma överens med Walters (2007) slutsats om att arter som bara kan sprida sig över korta avstånd inte är särskilt känsliga för landskapsmosaiken mellan habitatpatcherna. Denna studie utgick ifrån Hedin & Ranius (2001) slutsatser gällande läderbaggens spridningsförmåga, därför definierades det maximala avståndet mellan tänkbara habitat (200 m) som en generalisering mellan den längsta uppmätta förflyttningen (190 m) och det längsta avståndet mellan träd i dungar där läderbaggarna migrerade (250 m). På grund av de fullständigt sammanlänkade nätverken i alla situationer

som analyserades för bivråk kan slutsatsen dras att det troligtvis inte är artens fysiska möjligheter som utgör det största hindret för populationen. Tillgången på föda, vilket i förlängningen kräver artrika och varierande jaktmarker, en av de viktigaste faktorerna för att bivråken med sin låga reproduktion ska frodas även i framtiden. En annan mer intressant parameter att undersöka skulle vara den beteendemässiga: enligt Stjernberg (2010) undviker bivråken att jaga på stora öppna fält men kräver ändå tillgång till hävdad mark, den varierar mellan att vara territoriell och att samsas med artfränder under jakt och är relativt stationär i början av säsongen men inte i slutet. Av dessa anledningar skulle nätverksanalyser som fokuserar på Least Cost Distance kunna generera mer detaljerade resultat som vore mer praktiskt användbara i kommunalt och regionalt naturvårdsarbete. Detta understöds av både Gardner & Gustafson (2004), Bender et. al.(1998) och Bender & Fahrig (2005) som bekräftar att modelleringar av populationers förmåga att sprida sig genom ett mycket fragmenterat landskap kräver hänsyn till hur detta landskap är uppbyggt, såväl som till avstånd mellan potentiella habitat.

Att inte kunna göra analyser med hänsyn till bivråkens beteende gör länkseten baserade på euklidiskt avstånd till en felkälla som troligtvis ger ett överdrivet positivt resultat då det fokuserar på distans samt på habitat som enbart används för födosök, men ignorerar tillgången till lämpliga häcknings- och boplatser. I övrigt utgjordes hela underlaget för studien av sekundärdata framtagen för varierande ändamål och varierande publik, vilket kan ge en uppsjö av felkällor. Bl.a. saknades information om hotbilden för vissa av hålträden och vissa av inventeringarna var äldre eller mer översiktliga än vad som hade varit önskvärt. Det finns därför en risk att tidigare hävdad mark börjat växa igen och att det som var sly vid inventeringstillfället nu är halv vuxna träd vars skugga får hålträd att dö i förtid. Det finns även uppdateringar i lövträdsinventeringen som vore intressanta att ta med i analyserna, men

som i nuläget har en del dubletter i materialet och skulle kunna ge en missvisande bild av antalet lämpliga patcher för läderbagge.

Förhoppningen är att detta arbete tillsammans med bakomliggande kartmaterial ska kunna bidra till kommunalt naturvårdsarbete med landskapsperspektiv. GIS-skikten kan sammanföras med bakgrundskartor och lager som redovisar artobservationer för att få en uppfattning om vilka patcher respektive komponenter som utnyttjas idag. Dessa kan även utgöra delar av diskussions- eller beslutsunderlag för att åskådliggöra om och hur planarbete kan komma att påverka nätverken – t.ex. i vilka områden det är risk för intressekonflikter mellan industri/samhällsutveckling och naturvård. BCA-tabeller kan hanteras för sig eller representeras i GIS för att indikera patcher/komponenter vars bevarande har störst betydelse för artens spridning. Både output-tabeller och GIS-skikt kan ge en översikt av var fältarbete i kommande inventeringar kan koncentreras. Slutligen kan samma material indikera var begränsade resurser används mest effektivt.

En vanlig missuppfattning är att varje landskap har en viss grad av konnektivitet, i själva verket varierar den med tid, rum, syftet med studien och måttet som används (Kindlmann & Burel, 2008). Konnektivitet måste sättas i relation till något för att vara betydelsefullt eftersom olika arter har olika förutsättningar och upplever landskapet på olika sätt. God konnektivitet mellan habitatpatcher av samma typ kan alltså ske på medveten eller omedveten bekostnad av en ökad fragmentering av en annan, vilket detta belyser både problematiken och fördelarna med ekologisk tillämpning av nätverksanalys.

Referenser

- Balfors B., Mörtberg U.M., Zetterberg A. (2010) Making graph theory operational for landscape ecological assessments, planning, and design *Landscape and Urban Planning* 95, 181-191
- Bender D.J., Contreras T.A, Fahrig L. (1998) Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology* 79(1), 517-533
- Bender D.J., Fahrig L. (2005) Matrix structure obscures the relationship between interpatch movement and patch size and isolation. *Ecology* 86(4), 1023-1033
- Bunn A.G., Keitt T.H., Urban D. L. (2000) Landscape connectivity: A conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management* 59, 265-278
- Burel F., Kindlmann P. (2008) Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology* 23, 879-890
- Bodin Ö., Zetterberg A. (2012) MatrixGreen: Landscape Ecological Network Analysis Tool – User manual [Elektronisk]
<http://www.stockholmresilience.org/download/18.5d9ea857137d8960d471127/1381790151554/Matrix+User+Manual+0.4.pdf> [Hämtad: 2014-05-20]
- Fall A., Galpern P., Manseau M. (2011) Patch-based graphs of landscape connectivity: A guide to construction, analysis and application for conservation. *Biological Conservation* 144, 44-55
- Gardner R.H., Gustafson E.J. (2004) Simulating dispersal of reintroduced species within heterogenous landscapes. *Ecological Modelling* 171, 339-358
- Goodwin B.J., Fahrig L. (2002) How does landscape structure influence landscape connectivity? *OIKOS* 99, 552-570
- Hedin J., Ranius T. (2001) The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia* 126, 363-370
- Ihse M., Oostra S., (2009), *Regionala landskapsstrategier - Ett rikt växt- och djurliv En kunskapsammansättning – fallstudier*, rapport 5585, Naturvårdsverket, Stockholm

Naturvårdsverket, (2014) *Miljömålen- Årlig uppföljning av Sveriges miljömål och etappmål 2014, rapport 6608*, Naturvårdsverket, Bromma

Pascual-Hortal L., Saura S. (2006) Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21, 959-967

Primarck R., (2010) *Essentials of conservation biology*, femte upplagan, Sinauer, Sunderland, Massachusetts (sid 174-179, 189-193)

Ranius T. (2006) Artfaktablad *Osmoderma eremita*. [Elektronisk] I ArtDatabanken, SLU. Tillgänglig: http://www.artfakta.se/artfaktablad/Osmoderma_Eremita_101479.pdf [Hämtad 2014-05-20]

Svenska miljömål – preciseringar av miljö kvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål (2012) Stockholm: Fritzes (Ds departementsserien 2012:23)

Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete (2010) Stockholm (Regeringens proposition 2009/10:155)

Tjernberg M. (2010) Artfaktablad *Pernis apivorus*. [Elektronisk] I ArtDatabanken, SLU. Tillgänglig: http://www.artfakta.se/artfaktablad/Pernis_Apivorus_100100.pdf [Hämtad: 2014-05-20]