

# Landskapets förmåga att hålla biologisk mångfald

– en indikator för biologisk mångfald och ett planeringsverktyg för prioritering av markanvändning

---

Annie Jonsson, Sofia Berg,  
Nils-Hassan Quttineh,  
Sonja Leidenberger, Tomas Jonsson

RAPPORT 7062 | OKTOBER 2022



# Landskapets förmåga att hålla biologisk mångfald

– en indikator för biologisk mångfald och ett planeringsverktyg  
för prioritering av markanvändning

Författare: Annie Jonsson, Sofia Berg, Nils-Hassan Quttineh,  
Sonja Leidenberger och Tomas Jonsson

**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](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-7062-5

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2022

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2022

Omslag: Sofia Berg. Herrhagen, Trädklädd betesmark, Natura-2000, Skövde kommun



# Förord

Här presenteras resultaten från forskningsprojektet Biologiskt mångfaldsindex för mätning, övervakning och skötsel på landskapsnivå, ett av fyra projekt som genomförts inom forskningsatsningen Indikatorer för biologisk mångfald på landskapsnivå.

Med forskningsområdet ville Naturvårdsverket stödja forskning som ska användas i uppföljningen av myndighetens arbete med skydd och bevarande av biologisk mångfald. Studierna kommer att bidra till hållbart nyttjande av biologisk mångfald och ge underlag om utveckling av indikatorer.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets Miljöforskningsanslag. Rapporten har skrivits av Annie Jonsson, Sofia Berg, Sonja Leidenberger och Tomas Jonsson på Institutionen för Biovetenskap vid Högskolan i Skövde och Nils-Hassan Quttineh på Matematiska institutionen vid Linköpings Universitet. Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm, oktober 2022

Maria Ohlman  
Chef Hållbarhetsavdelningen

# Innehåll

<b>Förord</b>	3
<b>1. Sammanfattning</b>	5
<b>2. Summary</b>	6
<b>3. Biologisk mångfald på landskapsnivå</b>	7
3.1 Grön infrastruktur och ekologiska processer	8
<b>4. Biologisk mångfaldsindikator</b>	11
4.1 Forskningsprocessen	11
4.2 Algoritm	13
4.3 Paraplyfokusarter	14
4.4 Marktäckedata och datatvätt	15
4.5 Artdata på landskapsnivå från nationella databaser	20
<b>5. Fallstudier</b>	21
5.1 Fragmentering i skogslandskap med särskild naturhänsyn	21
5.2 Barrskogsvärdekärnor i ett regionalt perspektiv	24
5.3 Potentiella målkonflikter mellan två biotoper	28
5.4 Grön infrastruktur för skyddsvärda träd i mix av urban- och landsbygdsmiljö	30
<b>6. Slutsatser om indikatorns användbarhet för olika syften</b>	32
<b>7. Lärdomar av samverkan och kommunikationsinsatser</b>	34
7.1 Kommunikationsinsatser	34
<b>8. Utmaningar och utveckling</b>	35
8.1 Pedagogik och teknik	35
8.2 Optimering	36
8.3 Patchkvalitet	37
8.4 Sammansatt landskapsindex	37
<b>9. Ordlista</b>	38
<b>10. Källhänvisning</b>	39
<b>Bilaga A</b>	41

# 1. Sammanfattning

Rapporten beskriver ett nytt verktyg framtaget för att underlätta planering av grön infrastruktur på landskapsnivå och ger via fallstudier exempel på hur verktyget kan användas. Projektet har utförts i ett samarbete med expertis inom teoretisk ekologi, ekologi, biodiversitetsinformatik och tillämpad matematik.

Forskningsprojektet har utvecklat en modell för att uppskatta ett landskaps förmåga att hålla biologisk mångfald i dess olika biotoper (Biotope Biodiversity Capacity Indicator, BBCI). Ett teoretiskt ramverk baserat på ekologisk kunskap har tagits fram som grund för modellen.

Syftet med BBCI är att modellen ska kunna användas som ett planeringsverktyg för att:

- stärka biologisk mångfald i ett landskap,
- förbättra förutsättningarna för arter att använda hela landskapet och
- skapa bättre förutsättningar för hänsyn till biologisk mångfald i samband med samhällsutveckling.

För att testa och beskriva verktygets användbarhet har fyra fallstudier genomförts med olika fokus:

1. Analys av fragmenteringen i ett barrskogslandskap som sköts med särskild naturhänsyn i Västernorrlands län.
2. Analys av barrskogsvärdekärnors kapacitet för biologisk mångfald inom Västra Götalands län som synliggör vikten av kommunöverskridande samverkan.
3. Analys av potentiella målkonflikter mellan två biotoper, ädellövskog och öppen mark med skyddsvärda träd i Valle.
4. Analys av kapacitet för biologisk mångfald hos äldre ädellövträd i ett landskap mixat med urbana miljöer och landsbygd, Mjölby kommun.

Parallellt med utvecklingen av BBCI har en tät dialog och samverkan skett med olika intressenter och slutanvändare. Den breda dialogen har medfört ett effektivt kunskapsutbyte mellan olika parter.

Rapporten avslutas med att beskriva utmaningar och verktygets utvecklingspotential både avseende pedagogik och teknik men även hur modellen kan byggas på och utvecklas med ytterligare funktioner för en breddad tillämpning.

## 2. Summary

The report describes a new tool, developed to facilitate the planning of green infrastructure at the landscape level, and provides via case studies examples of how the tool can be used. The project has been a collaboration with expertise in theoretical ecology, ecology, biodiversity informatics and applied mathematics.

The research project has developed a model for estimating a landscape's ability to maintain biodiversity in its various biotopes (Biotope Biodiversity Capacity Indicator, BBCI). A theoretical framework based on ecological knowledge has been developed as a basis for the model.

The purpose of the BBCI is to be a planning tool to:

- strengthen landscape biodiversity,
- improve the conditions for species to use the entire landscape and
- create better conditions for consideration of biological diversity in connection with societal development.

To test and describe the usefulness of the tools, four case studies with different focuses have been conducted:

1. Analysis of the fragmentation in a coniferous forest landscape that is managed with special consideration for nature in Västernorrland County.
2. Analysis of valuable coniferous forest cores and their capacity for biological diversity within Västra Götaland County, with highlights on the importance of cross-municipal collaboration.
3. Analysis of potential target conflicts between two biotopes, deciduous forest and open land with trees worthy of protection in Valle.
4. Analysis of capacity for biodiversity in older deciduous trees in a mixed urban and countryside landscape, Mjölby municipality.

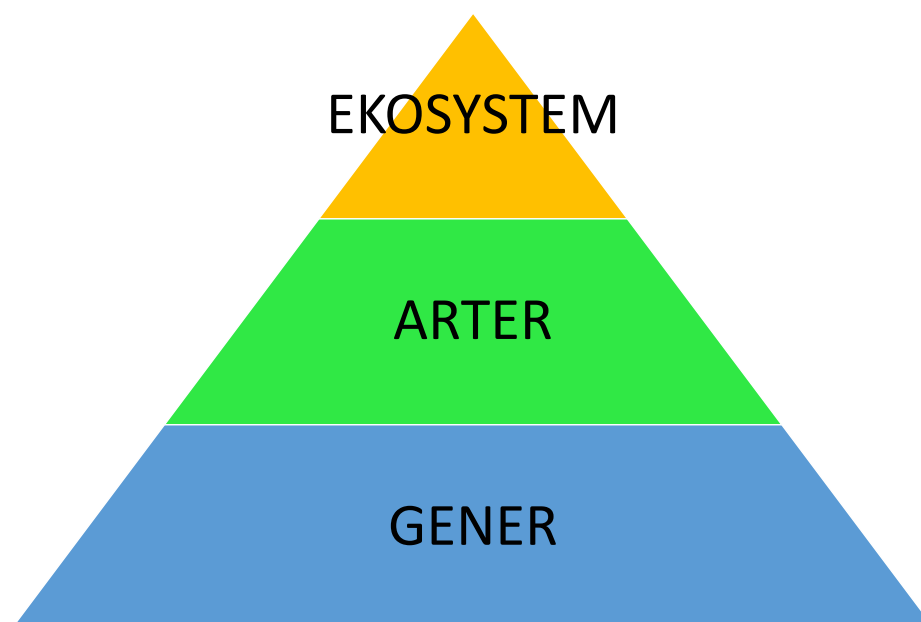
Parallel to the development of BBCI, a close dialogue and collaboration has taken place with stakeholders and end users. The broad dialogue has resulted in an effective exchange of knowledge.

The report concludes by describing challenges and development potential of the tool, both in terms of pedagogy and technology as well as how the model can further developed with additional functions.

### 3. Biologisk mångfald på landskapsnivå

Naturvårdare och samhällsplanerare har i sitt arbete med att bevara och utveckla grön infrastruktur uttryckt ett stort behov av att få ett metodstöd för hur man kan arbeta och prioritera för biologisk mångfald på landskapsnivå. Utöver klassisk naturvård och hur avsatta områden ska skötas och kopplas ihop behöver bevarande av biologisk mångfald också planeras och utvärderas i våra ”vardagliga landskap”. Utvärdering av påverkan på biologisk mångfald krävs inför olika nya insatser såsom utbyggnad av infrastruktur, uppbyggnad av bostadsområden, brytning av mineraler, utbyggnad av vind-, sol- och vattenkraft. Ett metodstöd för arbete med biologisk mångfald på landskapsnivå skulle också kunna ingå i analyser där man utvärderar påverkan på biologisk mångfald från olika produkter via deras markanvändning för att producera råmaterial till produkten. Den kan även hjälpa till att identifiera områden för kompensationsåtgärder genom att visa på lämpliga platser för restaurering i ett landskapsperspektiv. I denna rapport beskrivs ett framtaget verktyg som kan användas för att analysera effekter av ingrepp på biologisk mångfald och som beslutsstöd för prioritering av alternativa skötselåtgärder som gynnar biologisk mångfald på landskapsnivå.

Att mäta och uppskatta biologisk mångfald i ett landskap är en utmaning (Purvis & Hector 2000). Biologisk mångfald kan beskrivas på många olika nivåer från den molekylära byggstenen DNA till hela ekosystem (Figur 1).



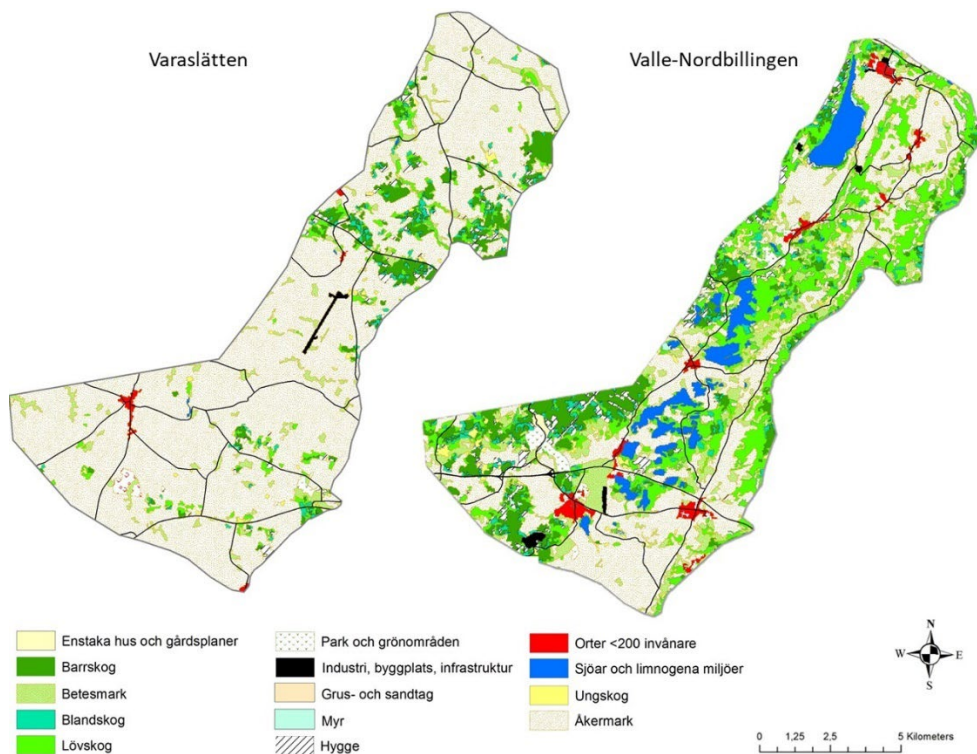
Figur 1. Biologisk mångfald innebär att det i ett landskap finns flera olika ekosystem (naturtyper) som håller olika arter med en stor genetisk variation inom arterna.



Att inventera all biologisk mångfald är mycket kostsamt och praktiskt svårgenomförbart. För att realistisk kunna arbeta med biologisk mångfald används därför olika indikatorer. Valet av vilken eller vilka indikatorer man väljer kan också påverka hur stor effekt den kan få i politiska beslut och samhällsplanering (Martínez-Jauregui 2021). Verktøget som beskrivs i denna rapport bygger på ett indikatorvärde som uppskattar en enskild livsmiljös (biotops) strukturella förutsättningar för biologisk mångfald i landskapet. Verktøget har därför kallats för Biotope Biodiversity Capacity Indicator (BBCI). Resultaten är relativt enkla att förstå och kan visualiseras tydligt och verktøget har därmed goda förutsättningar att komma till användning och påverka arbetet med att bevara och öka den biologiska mångfald.

### 3.1 Grön infrastruktur och ekologiska processer

Ekologisk teori och empiri visar att hög biologisk mångfald får man i ett landskap där det finns en variation av biotoper, där de olika biotoperna har tillräckligt stor total yta och där organismerna kan sprida sig effektivt mellan områdena (Margules and Pressey 2000, Fahrig 2011). Figur 2 visar hur stor skillnad det kan vara mellan två olika landskap.



Figur 2. Ett landskaps förmåga till biologisk mångfald beror bland annat på hur stor variation det finns av olika livsmiljöer. Valle-NordBillingens landskap (till höger) uppvisar en stor variation medan den starkt uppodlade och av människan förändrade Varaslätten (till vänster) är betydligt mer ensartat.

Förlust och fragmentering av livsmiljö skapar ett landskap med mindre områden, patcher, som är mer eller mindre isolerade från varandra och som medför att populationer splittras. Om avstånden mellan dessa patcher inte är för stora och barriärer saknas kan arten ändå ha möjlighet att överleva långsiktigt genom att individer kan sprida sig emellan dem. Delpopulationerna fungerar då som en större enhet – en så kallad metapopulation – med högre överlevnadschans långsiktigt. Arters förmåga att överleva i fragmenterade landskap beror därmed bland annat på artens förmåga att sprida sig (även genom ogästvänliga miljöer) samt förekomst, rumslig fördelning och kvalitet av livsmiljöer.

När möjligheten för organismer att sprida sig mellan patcher i landskapet är hög innebär det att landskapet har så kallad hög konnektivitet. Ju mindre och mer isolerade patcherna är ju lägre blir konnektiviteten och risken för lokala utdöenden i patcherna ökar genom att möjligheter till återkolonisering minskar (Hanski & Ovaskainen 2000). Det innebär att landskapets struktur förlorar förmågan att hålla arter i större enheter med högre sannolikhet att vara långsiktigt livskraftiga. Beroende på arternas spridningsförmåga är riskerna för utdöende mer eller mindre stora. För mobila arter är det mer sannolikt att överleva långsiktigt i ett starkt fragmenterat landskap om konnektiviteten är tillräcklig. Mer stationära arter, eller arter med begränsad spridningsförmåga, kan däremot behöva större sammanhängande livsmiljöer för en säkerställd fortlevnad.

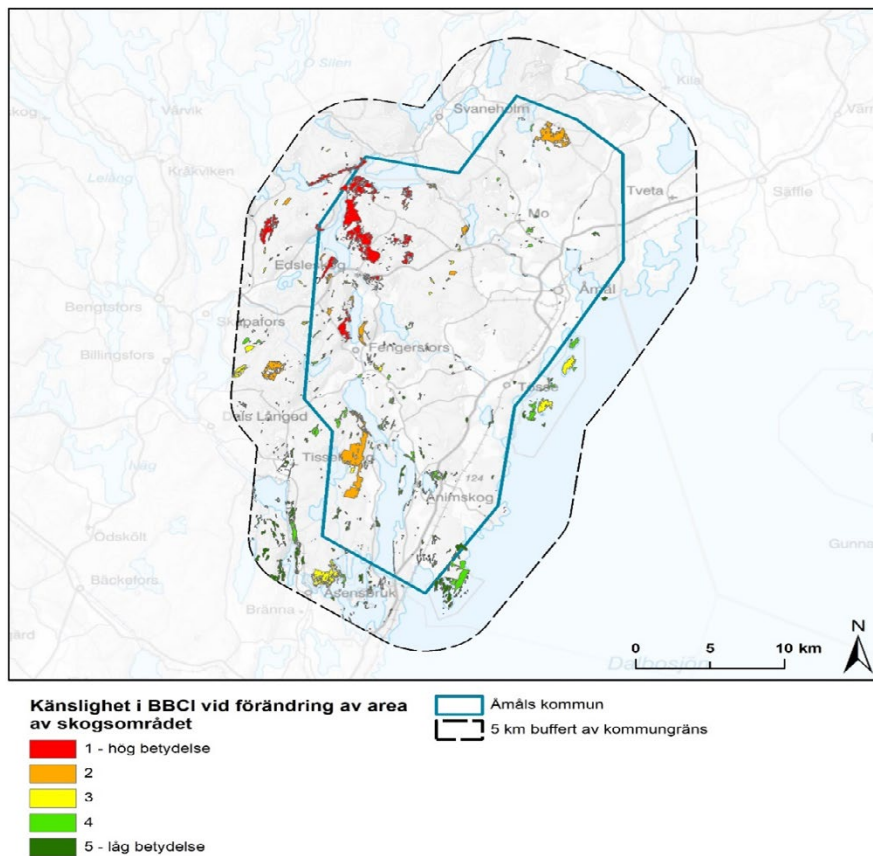
Konceptet grön infrastruktur har tillkommit för att sätta ord på det arbete som bedrivs för att långsiktigt bevara biologisk mångfald och fungerande ekosystem genom att arbeta utifrån ett landskapsperspektiv. Grön infrastruktur bygger på ekologisk kunskap, teori och empiri som visar att art- och individrikedom är positivt korrelerat med habitatstorlek och kvalitet av organismers livsmiljöer, samt negativt korrelerat med ökad fragmentering och isolering av livsmiljöer.

#### Naturvårdsverkets definition av grön infrastruktur

”Ett ekologiskt funktionellt nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden samt anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sätt så att biologisk mångfald bevaras och för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet.”

Med hjälp av BBCI kan analyser göras på landskapsnivå som indikerar om ett landskaps struktur är hållbart ur ett biologiskt mångfaldsperspektiv för specifika biotoper. Ett specifikt BBCI-värde räknas fram som uppskattar hur snabbt landskapets system med biotop-patcher kan återhämta sig vid en störning. Värdet visar hur hållbar strukturen av biotoppatcher i landskapet är. Ett värde  $\geq 1$  indikerar ett landskap som långsiktigt kan hålla biologisk mångfald. Ju högre värdet är desto stabilare och större möjligheter har landskapet till hög biologisk mångfald. Ett värde under 1 betyder att biotoplandskapets struktur inte ger stabilitet och att den biologiska mångfalden kommer att minska med tiden.

Det specifika BBCI-värdet (som vi härnäst kallar *lambda*) är dock inte det viktigaste instrumentet i denna modell. Genom att göra känslighetsanalyser på *lambda* går det att peka ut extra känsliga och betydelsefulla områden. Känslighetsanalyserna visualiseras som heatmaps dvs kartor där patcherna färgkodas efter hur en förändring av en enskild patch storlek beräknas påverka hela landskapets kapacitet att hålla biologisk mångfald (Figur 3).



Figur 3. Visualisering av barrskogsvärdekärnors inbördes betydelse, utifrån en känslighetsanalys av BBCI, i ett avgränsat landskap runt Åmåls kommun.

Utifrån heatmap-visualiseringarna kan man identifiera:

- vilka områden som är av störst betydelse för att upprätthålla biologisk mångfald inom ett givet landskapsutsnitt,
- var en exploatering ger störst eller minst negativ påverkan på biologisk mångfald,
- var i landskapet som områden kan kopplas ihop för att gynna den biologiska mångfalden mest, och
- var i landskapet vi i första hand bör restaurera livsmiljöer.

## 4. Biologisk mångfaldsindikator

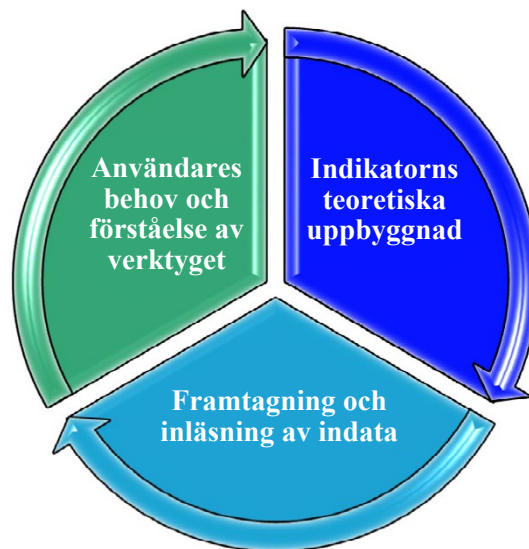
Indikatorn Biotope Biodiversity Capacity Indicator (BBCI) bygger på ekologisk kunskap som visar att arters överlevnad är starkt kopplat till landskapets struktur. Det vill säga BBCI bygger på kunskapen om att livsmiljöernas storlek har stor betydelse för arters överlevnad. Vidare bygger BBCI på kunskapen om att avstånd mellan livsmiljöer spelar stor roll för artens spridning och överlevnad på landskapsnivå.

Syftet med BBCI är att den ska kunna användas som ett planeringsverktyg för att:

- stärka biologisk mångfald i ett landskap,
- förbättra förutsättningarna för arter att använda hela landskapet och
- skapa bättre förutsättningar för hänsyn till biologisk mångfald i samband med samhällsutveckling.

### 4.1 Forskningsprocessen

Utvecklingen av indikatorn har inneburit en process med tre parallella spår som har bidragit till varandras framsteg växelvis (Figur 4).



Figur 4. Visualisering av forskningsprocessens tre parallella och växelvis samverkande spår för framtagande av den biologiska mångfaldsindikatorn.

Utifrån ett påbörjat ramverk med en idé och en enkel utvecklad algoritm för indikatorns teoretiska uppbyggnad (utvecklad av Annie Jonsson och Sofia Berg) har den teoretiska ramen granskats, reviderats och utvecklats i detta projekt.

Det finns motsättningar mellan att konstruera en modell som är enkel med en mindre detaljerad beskrivning av verkligheten gentemot en modell som är mycket detaljerad

som försöker beskriva och ta in alla verkliga processer och mekanismer. Vi har arbetat mot en så enkel modell som möjligt som endast tar in de två viktigaste faktorerna för biologisk mångfald i landskapet men där man kan med hjälp av indataurval även få in andra faktorer. Med denna enkelhet har vi vunnit på att kunna hitta relevanta indata, kunna förklara för icke teoretiskt insatta översiktligt hur modellen fungerar samt kunna tolka och förstå olika utfall i resultaten beroende på indata.

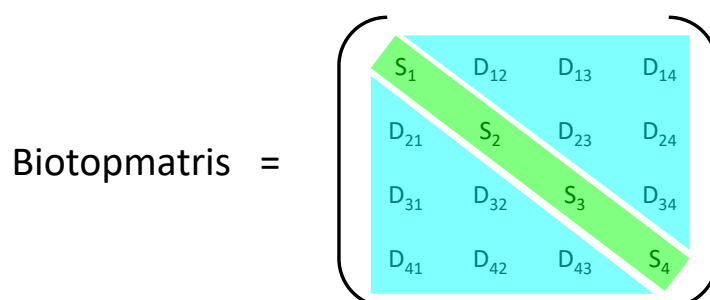
Teoretisk genomlysning och matematisk analys och funktionsutveckling har skett växelvis med att testa hur resultatet blivit genom att göra beräkningar i olika virtuella och verkliga testlandskap och med olika fokusarter, för att finna teoretiska felresonemang och buggar, dvs felaktigheter, i kodningen. Exempelvis har omarbetning skett så att indikatorn hanterar fragmentering av patcher och ”stepping stones” enligt förväntat minskad respektive ökad hållbarhet och att funktionerna för diagonal respektive icke-diagonala värden justerades så att tidsaspekten är densamma så att en jämförelse sker mellan äpplen och äpplen och inte mellan päron och äpplen. Konceptet kring känslighetsanalys och visualisering med heatmaps har detta projekt i princip utvecklats från grunden. Därutöver har en uppsjö av buggar upptäckts och åtgärdats. För att effektivisera och kunna köra så många landskap som möjligt har vi också använt oss av så kallad parallellisering så att beräkningar skickas ut parallellt t ex beräkningar av avstånd som inneburit extra kodning. Vi har också gjort en del körningar på superdator, Swedish National Infrastructure for Computing (SNIC), som inneburit viss utveckling av kod anpassad till formatet för körningar på superdator.

För att resultatet från en modell ska vara relevant är kvaliteten på indata av yttersta vikt. För BCCI modellen som använder sig av marktäckedata har det inneburit utveckling för att importera GIS-data och därefter så kallat tvätta data så att den avspeglar verkligheten så bra som möjligt samt är så dataeffektiv som möjligt så att beräkningar kan göras tidseffektivt, se mer om detta under 4.4. För utveckling av konceptet med en paraplyfokusart har litteraturstudier och testkörningar gjorts.

När det gäller vikten av biotopkvalitet och resistens i landskapet, har vi under projektets gång valt vägen att inte bygga in dessa faktorer i själva indikatorn. Vi har dragit slutsatsen att det kommer att bli svårt att ta fram parametervärden, svårt att förstå resultat och det kommer att krävas än mer datorkraft i anspråk med komplicerade beräkningar. För att inte missa att kvalitet spelar stor roll så tydliggör vi i arbetet med användarna att urvalet av patcher för det biotoplandskap man ska jobba med och den typ av paraplyfokusart man väljer är mycket viktigt. Patchernas ska ha den kvalitet som uppfyller de krav på biodiversitet man vill ställa, t ex om man vill rikta in sig på att även de allra mest krävande arterna ska kunna leva i landskapet så kan man inte ta med patcher som inte uppfyller de arternas behov. Och när det gäller resistens i landskapet och hinder som kan finnas för spridning så tydliggör vi för användarna att nästa steg i planeringen är att kontrollera om det/de område/n man är intresserad av har ytterligare utmaningar i form av hinder i landskapet. Läs mer om kommunikation och samverkan med användare under 7.

## 4.2 Algoritm

Det teoretiska ramverket för BBCI bygger på klassisk ekologisk teori med kombinationen av två samverkande ekologiska processer, populationsdynamiken inom patcher och spridningsdynamiken mellan patcher (Dallas et al. 2020). För BBCI tas ett värde fram,  $\lambda$ , för varje enskild biotop genom att beräkna det så kallade dominerande egenvärdet av en biotopmatris (Figur 5). Beräkningen av  $\lambda$  görs för en vald tidshorisont, t ex 100 år. Biotopmatrisen tas fram utifrån en paraplyfokusarts (hädanefter kallad fokusart) perspektiv, där fokusarten fungerar som en representant för de artsamhällen som lever i biotopen. Karakteristik som inkluderas är fokusartens överlevnadssannolikheter och spridningskapacitet beroende av patchstorlek och avstånd mellan patcher.



Figur 5. Biotopmatris för 5 patcher. Diagonalvärdena S tar hänsyn till hur arter överlever relativt patchernas storlekar. Icke diagonala värdena D tar hänsyn till hur arternas spridningsförmåga relaterar till avstånd mellan patcherna och patchernas storlekar. Det dominerande egenvärdet  $\lambda$  för biotopmatrisen uppskattar hur bra landskapet är att hålla biologisk mångfald.

Den teoretiska utgångshypotesen för BBCI-modellen är att om patcherna vore helt isolerade så skulle den långsiktiga konsekvensen vara att arten dog ut på grund av demografisk och miljömässig slumpmässighet. Men, med hjälp av individers spridning mellan patcherna i landskapet kan de negativa förlusterna i patcherna kompenseras med inkommande individer från andra, för tillfället mer hållbara, patcher. Notera att modellen inte är en klassisk metapopulationsmodell (Hanski & Ovaskainen 2000) som beskriver om arten finns i patcherna eller inte (och därmed utdöende och nykolonisering av patcher) utan beskriver istället förändringen i fokusartens förekomst i patcherna (Jonsson et al. 2022, *manuscript*).

Givet de parametervärden som används för den valda fokusarten så indikerar ett  $\lambda$ -värde över 1 att landskapet är hållbart, utifrån det valda tidsperspektivet och den valda fokusarten. Ett  $\lambda$ -värde under 1 indikerar att landskapet inte har strukturen att kunna hålla biologisk mångfald i biotopen för den valda tidshorisonten. Ju högre värde  $\lambda$  har över 1 desto bättre är de strukturella förutsättningarna i landskapet för biotopen att stödja biologisk mångfald.

För att analysera hur förutsättningarna för en fragmenterad biotop att upprätthålla biologisk mångfald förändras om någon av de befintliga patchernas area påverkas kan man göra en så kallad känslighetsanalys. Känslighetsanalysen går ut på att testa hur  $\lambda$  förändras om en eller flera patcher minskar eller ökar i storlek. I BBCI-algoritmen finns en modul som gör en numerisk känslighetsanalys genom att för en patch i taget minska dess yta och beräkna om  $\lambda$ . Hur stor skillnaden i  $\lambda$  är före och efter en minskning av en patches yta visar hur känsligt landskapet är för en förändring i den specifika patchen. Ju större skillnaden mellan de två  $\lambda$ -värdena är desto känsligare



är förmågan hos landskapet att upprätthålla den biologiska mångfalden. De inbördes skillnaderna i patchernas känslighet, dvs skillnad i  $\lambda$  före och efter en areaförändring, kan visualiseras med en så kallad heatmap (se till exempel Figur 3).

En utmaning som kan uppkomma om man vill arbeta med stora landskap, dvs landskap som innehåller många patcher, är att beräkningarna tar tid (i varje fall i befintlig algoritm). Framförallt är det avståndsberäkningarna (alla avstånd mellan alla patcher behöver beräknas) som tar tid. När en patch ändras i storlek behöver alla avstånd mellan den patchen och de andra räknas om, vilket kräver beräkningstid. Vi har dock i algoritmen lagt in så att man kan begränsa känslighetsanalysen till att det görs på ett bestämt antal av de största patcherna. I vårt fall har vi valt att genomföra beräkningar avgränsat för de 200 största patcherna där landskapen är större än 200 patcher. Detta innebär att tiden för beräkningarna är fullt överkomlig och resultaten tillräckligt givande. Beräkningshastigheten är även beroende av vilken datorkapacitet man har tillgång till. Algoritmen är implementerad i Matlab. För flera av våra beräkningar har vi använt oss av the Swedish National Infrastructure for Computing (SNIC), som till del finansieras av Vetenskapsrådet VR, för att göra beräkningar och känslighetsanalyser på ett större antal landskap.

### 4.3 Paraplyfokusarter

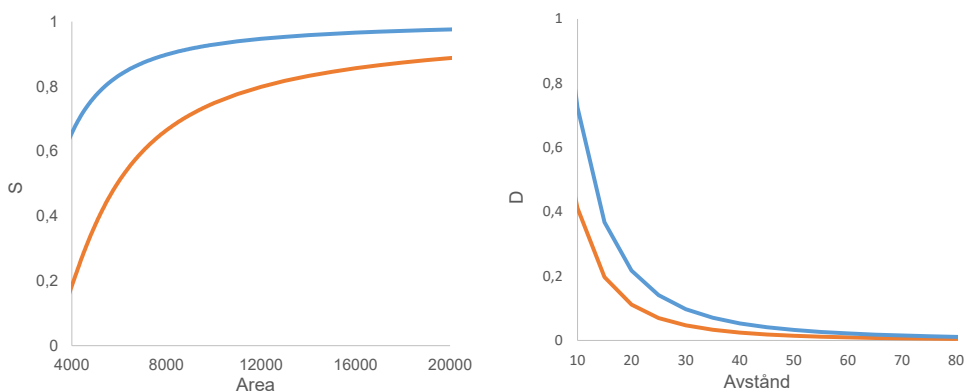
För parametervärden till de två fokusarter för de beräkningar vi har gjort i detta projekt har vi utgått från data för en fjärilsart, skogspärlemorfjäril, *Argynnis adippe* (Figur 6).



Figur 6. Skogspärlemorfjäril, *Argynnis adippe* (Foto: Sofia Berg).

Parametervärden för arten är härledda från två forskningsstudier, Ellis et al. (2019) och Polic et al. (2020). Arten lever i lövskogsområden, trädbärande gräsmark och buskiga betesmarker. Den anses vara en ganska rörlig art och en habitatspecialist på grund av att larverna är beroende av violaarter. Arten betraktas dock inte som

en särskilt känslig art, därför har vi utifrån skogspärlemorfjärilens parametervärden även konstruerat en hypotetiskt mycket känsligare art (30% ”känsligare” genom att försämra de ursprungliga parametervärdena för spridningsförmåga och överlevnad med 30%). Exempel på de resulterande biotopmatrisvärdena (Figur 5) för dessa två fokusarter visas i Figur 7.



Figur 7. Två fokusarters (skogspärlemorfjäril blå kurva och 30% känsligare art orange kurva) biotopmatrisvärden. Till vänster: Skillnaden i värden på S, som tar hänsyn till hur arter överlever relativt patchernas storlekar. Till höger: Skillnande i värdena D, som tar hänsyn till hur arternas spridningsförmåga relaterar till avstånd mellan patcherna och patchernas storlekar. Här är patcherna av samma storlek. Se Figur 4 för mer om biotopmatrisen.

## 4.4 Marktäckedata och datatvätt

För BBCI beräkningarna behövs marktäckedata i form av polygondata lagrade i shapefiler. Beräkningar kan göras på olika skalor och på olika upplösningar av marktäckets beroende på tillgång till data och frågeställningarnas behov. Det finns alltså inga krav på en standardenhet av marktäckedata. Dock ger mer detaljerade data, dvs minsta beskrivande enhet (t.ex. 10 m<sup>2</sup>, 1 tunnland, eller 1 ha), mer solida underlag att tillämpa den ekologisk teorin på. Det går alltså utmärkt att använda sig av marktäckedata från t ex Nationella Marktäckedata (NMD). Den senaste datan i NMD finns dock bara i rasterformat (hemladdat mars 2022) och behöver därmed omvandlas till polygonformat för att kunna användas i BBCI algoritmen. Finns det mer detaljerade karteringar som t ex den kartering vi använde för fallstudien i Valle (se 5.3) är det naturligtvis att föredra för att få så säkra resultat som möjligt.

Erfarenheter i projektet visar att det är viktigt att gå igenom och kvalitetssäkra de marktäckedata man använder, så kallad tvätt av landskapsdata. Det finns i de flesta dataseten lite olika utmaningar att ta hänsyn till varav de mest framträdande beskrivs nedan.

BBCI-algoritmen är implementerad i programmet Matlab och använder flera av dess inbyggda funktioner. Som indata på landskapets struktur behövs polygondata med marktäckedata lagrade i shapefiler. Det är utifrån polygondata som patchernas areor och avstånd emellan dem beräknas. Om marktäckedatan ligger som rasterdata behöver den därför göras om till polygondata innan beräkningar kan utföras i algoritmen.



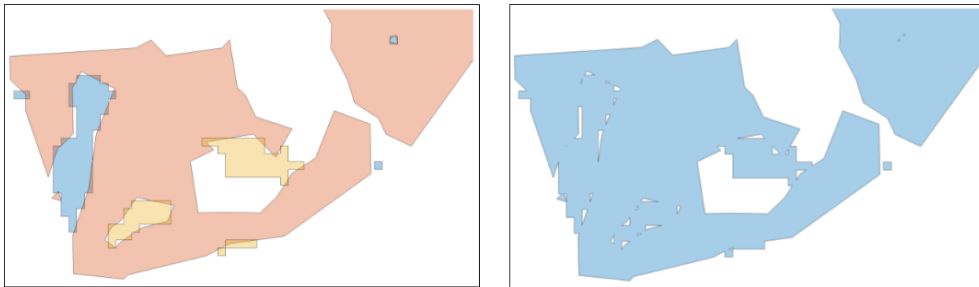
I Matlab hanteras shapefilldata i så kallade struct-arrays. Den inbyggda funktionen *shaperead* används för att läsa in shapefiler för vidare användning och hantering av datan. Matlab kan dock inte i dagsläget hantera filformatet polygon Z, ett format som även innehåller höjddata. Shapefilerna får därför inte vara av detta format när de ska användas i BCCI-algoritmen. I struct-arrays ordnas den inlästa information bland annat i så kallade *polyshape*-objekt.

För *polyshape*-objekt finns det specialanpassade funktioner som används i vår BCCI-algoritmen, bland annat:

- *union* (för sammanslagning av polygoner)
- *intersect* (för att hantera överlapp mellan polygoner)
- *polybuffer* (för att minska/öka storleken på en patch, vid känslighetsanalys)

Andra programmeringsspråk än Matlab är möjliga att använda, koden måste då givetvis anpassas till det aktuella språkets funktionalitet.

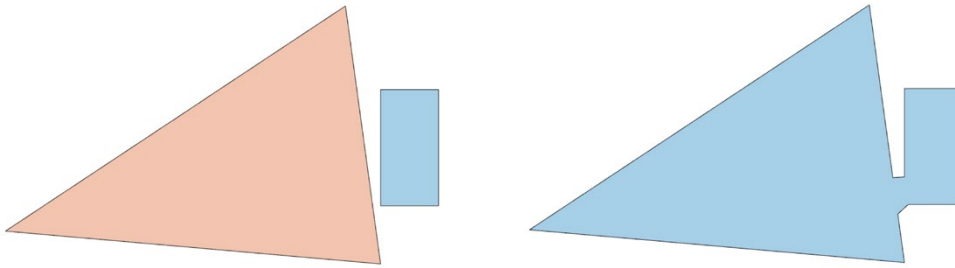
I några fall har projektet behövt använda sig av flera GIS-skikt. Det fungerar utmärkt i Matlab att med hjälp av funktionen *union* slå ihop flera olika shapefiler till en fil. Beroende på skiktens exakthet, dvs det kan vara så att koordinaterna inte är helt matchade mellan skikten, så uppstår ibland håligheter (Figur 8). Dessa håligheter kan dock hanteras, se vidare i texten.



Figur 8. Exempel på skikt från Nationella Marktäckedata (basskikt respektive tilläggsskikt bete) där skikten inte är helt synkroniserade i koordinater. Till vänster: flera skikt inlästa och uppritade, man ser tydligt hur skikten delvis överlappar och hur det även uppstår små luckor mellan dem. Till höger: skikten är sammanslagna till en sammanhängande patch, dock med många håligheter.

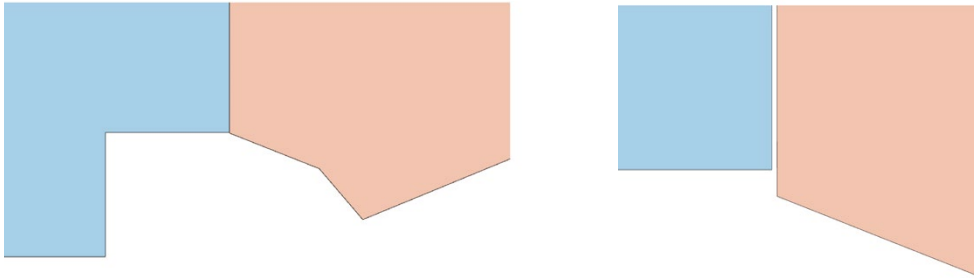
Marktäckedata kan innehålla polygoner som överlappar, dvs de har en eller flera gemensamma koordinatpunkter. Det kan bero på att det finns administrativa gränser eller andra orsaker som gör att samma marktäcketypp delats upp i en eller flera polygoner trots att dessa egentligen borde vara en sammanhängande biotop-polygon. Eftersom dessa uppdelningar inte är ekologiskt relevanta innehåller algoritmen en funktion som ser till att dessa ”felaktigt” uppdelade polygoner slås samman.

Polygoner som endast delar en enskild punkt (dimension 0) klassas dock inte som angränsande/överlappande i denna funktion. För detta krävs det åtminstone två punkter, ett linjesegment (dimension 1). Patcher som befinner sig väldigt nära varandra (min-avståndet är under ett visst valt tröskelvärde, t.ex. mindre än 10 meter) kan i algoritmen sammanfogas och framgent betraktas som en patch (Figur 9).



Figur 9. Exempel på hur två patcher (till vänster) som ligger så nära varandra att de ekologiskt sett fungerar som en patch slås samman (till höger) i algoritmen.

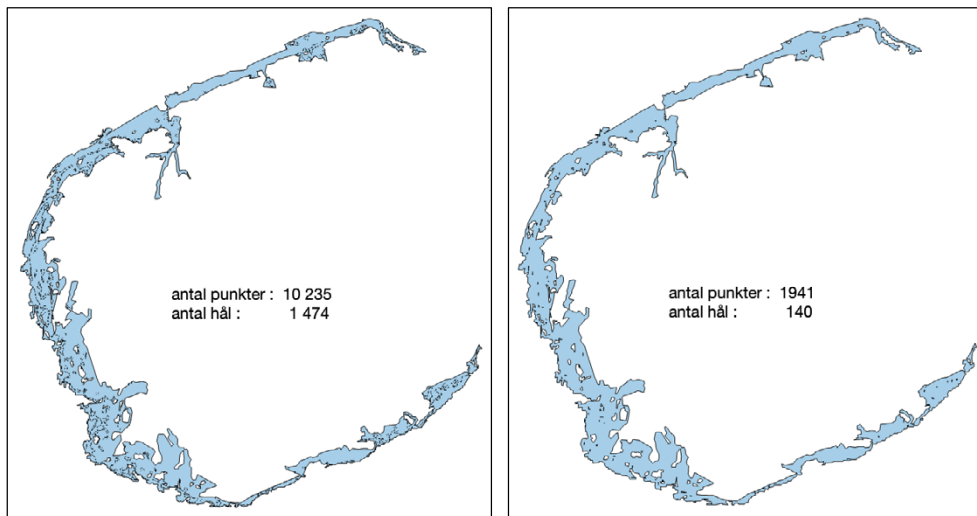
Ibland luras man av skalan. För stora landskap kan det vara svårt att i en figur upptäcka om två patcher är angränsande eller överlappande eller inte, just på grund av skalan. I exemplet nedan ser det ut som att patcherna är angränsande, men en inzoomning visar att det faktiskt finns ett område mellan dem (Figur 10).



Figur 10. Till vänster: Exempel två patcher av samma biotop som tillsyns ser ut att vara en patch. Till höger: Vid inzoomning syns att de två patcherna inte direkt angränsar till varandra. Vid en visuell inspektion kan man därför luras av skalan och notera färre patcher än vad data-informationen visar.

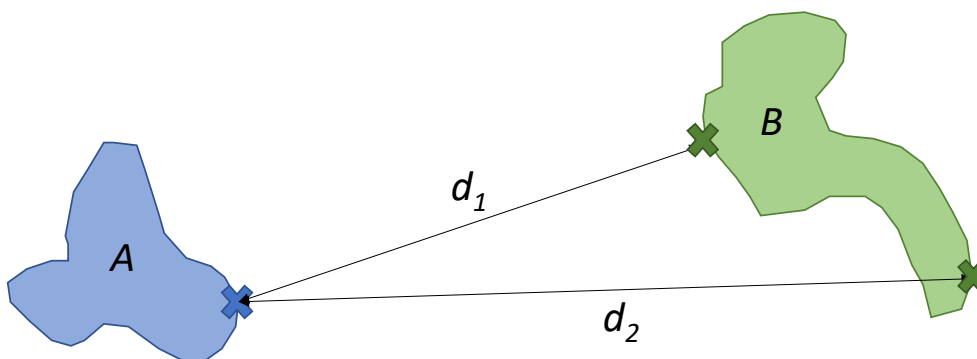
Polygoner med relativt komplicerade former, särskilt när de omvandlats från rasterdata, kan ha en ohanterligt stor mängd koordinatpunkter kopplade till sig. Vidare kan många små håligheter uppstå när olika GIS-skikt slås samman. Dessa beror troligtvis på felaktigheter i datan och bör ”fyllas igen” (Figur 11).

En funktion för att reducera antalet koordinatpunkter i komplexa polygoner har implementerats, där målet är att minska antalet koordinatpunkter utan att nämnvärt ändra på polygonens övergripande utseende och form. Vidare beräknas arean för alla håligheter som finns, och ifall arean är under ett angivet värde (vi har använt 100 m<sup>2</sup>) så fylls hålet igen och antas istället vara del av den aktuella biotopen.



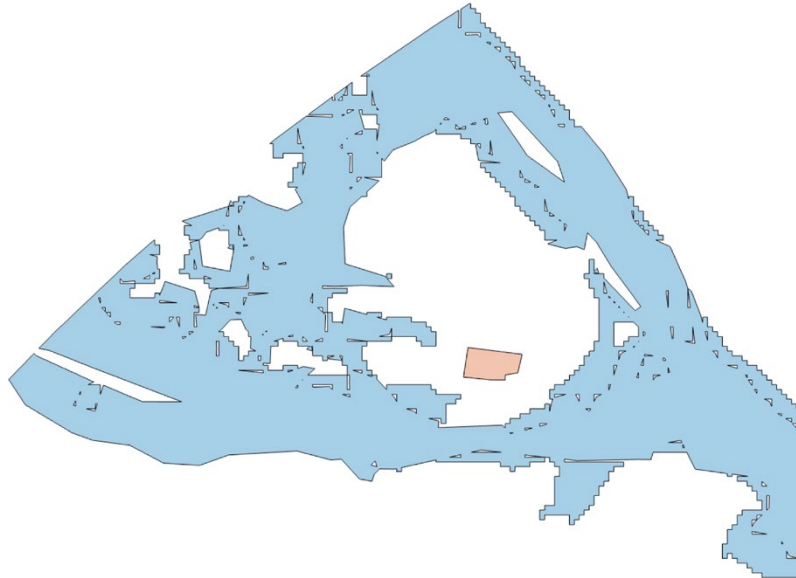
Figur 11. Till vänster: Högupplöst polygon (många punkter) som också innehåller många små håligheter. En sådan polygon tar mycket minnesutrymme i onödan och påverkar så att beräkningar går mycket långsamt eller t.o.m. omöjliga genom att det kräver omåttligt stor datorkraft. Till höger: Polygonen har "tvättats" till 19% av det ursprungliga antalet polygon-punkter och mindre håligheter (hål med area under en viss gräns) har fyllts igen.

För att beräkna avstånd mellan patcher använder sig algoritmen av parvisa avstånd mellan patcher, dels det kortaste avståndet och dels det längsta avståndet (Figur 12). Det kortaste avståndet mellan två patcher A och B beräknas genom att först identifiera alla hörnpunkter för den ena polygonen (patch A) och sedan beräkna det kortaste fågelavståndet till den andra polygonen (patch B) från var och en av dessa hörnpunkter. Det kortaste av samtliga dessa avstånd är det som används. Detta avstånd är alltid symmetriskt, dvs avståndet från patch A till B är detsamma som från B till A. Det längsta avståndet mellan två patcher A och B beräknas lite annorlunda och är inte alltid symmetriskt. Det längsta avståndet från patch A till patch B beräknas utifrån den punkt i A som ligger närmast B, och sedan beräknas avståndet från denna punkt till alla hörnpunkter i B och det längsta av dessa avstånd är det som används.



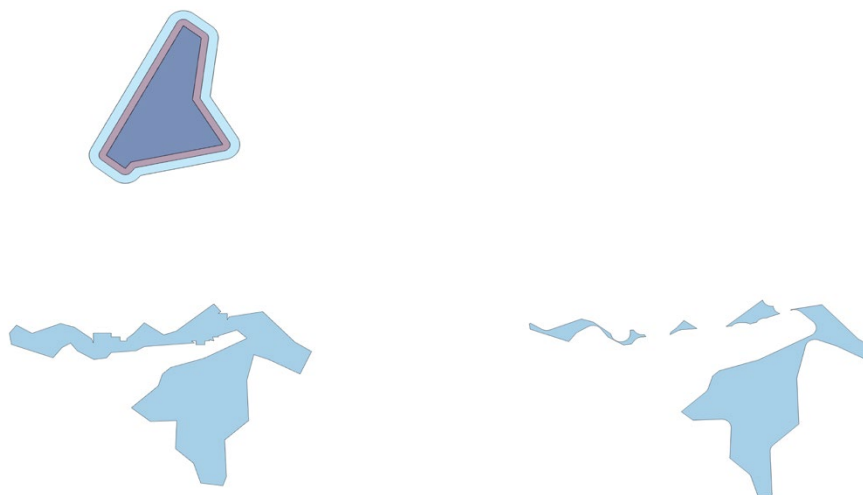
Figur 12. Visualisering över de två avstånd (kortaste  $d_1$  respektive längsta  $d_2$ ) mellan patcher som BCCI-algoritmen använder. Kortaste avståndet är det som ligger mellan de två koordinater, i respektive polygon, som är närmast varandra. Längsta avståndet från patch A till patch B beräknas utifrån den punkt i patch A som ligger närmast patch B till den punkt i patch B som ligger längst bort.

Notera att det kan förekomma att en patch finns inuti en annan patch. Föreställ exempelvis en patch som har en stor hålighet i sig, i vilken en annan patch ligger (Figur 13). Detta behöver tas extra hänsyn till i algoritmen vid avståndberäkning så att avstånden beräknas mellan de avsedda patcherna.



Figur 13. En patch kan befinna sig som en ö inuti en annan patch. Ett viktigt fenomen att ha kontroll på när funktioner för t.ex. avståndsberäkning utvecklas.

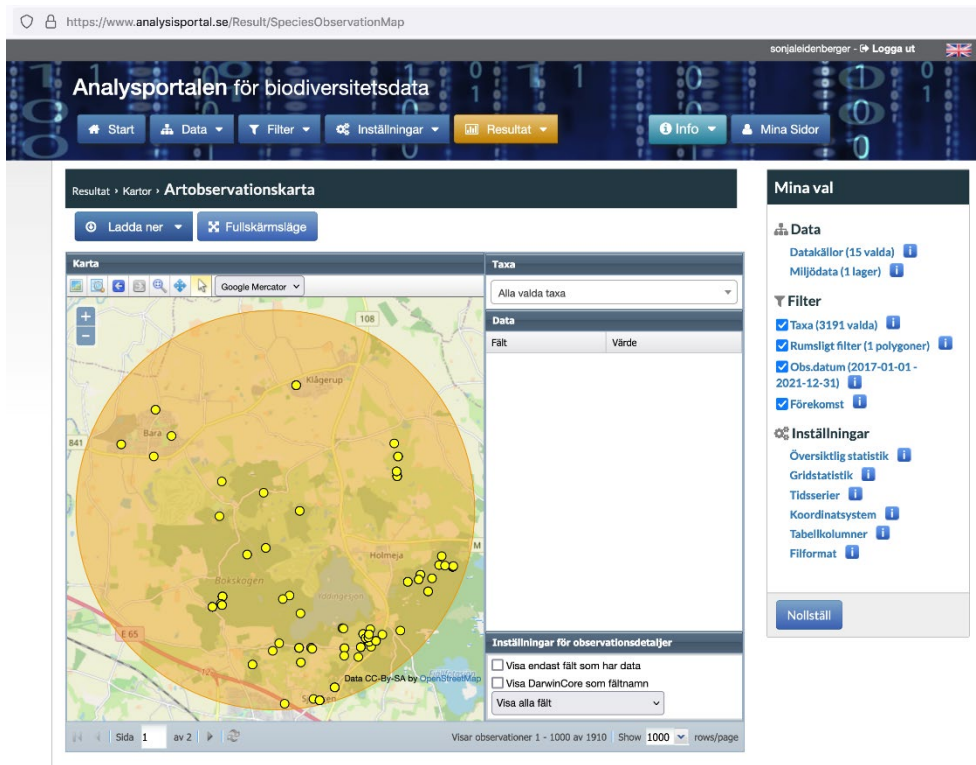
Med hjälp av Matlabs funktion *polybuffer* går det enkelt att skala om en patch, exempelvis behålla utseendet men minska den totala arean med 10% (Figur 14). Denna funktion används vid känslighetsanalyserna, där en patch i taget krympas och därefter beräknas BBCI på nytt. Uppmärksamma att vid krympning kan resultatet för en patch med eller flera ”smala midjor” bli att den blir uppdelad i flera patcher.



Figur 14. Exempel på omskalning av en patch för att minska dess storlek som görs för känslighetsanalyser av BBCI. Överst vänster patch: Illustrerar hur den vänstra patchen kan krympas jämt runt om med hjälp av funktionen *polybuffer* i Matlab. Nederst till vänster: En patch med flera midjor som när den krymper kan sönderfalla till flera patcher. Nederst till höger: Resultatet av en krympning som resulterade med sönderfall till 4 patcher.

## 4.5 Artdata på landskapsnivå från nationella databaser

Data om svenska artfynd finns idag utspritt på olika svenska databaser, bl. a. Artportalen. Via Analysportalen (Leidenberger et al., 2016) kan man dock göra sökningar och få tillgång till artdata från flera databaser samtidigt. För närvarande är 15 olika databaser kopplade till Analysportalen, som innehåller över 100 miljoner svenska artfynd. Analysportalen kan hantera många lager, vilket underlättar hantering och storskaliga körningar. I projektet har vi därför börjat testa att söka upp och hämta hem artrikedomsdata för ett antal cirkellandskap. Som filter använde vi det rumsliga kartskiktets cirkelpolygon och ett tidsfilter med fem års intervall (Figur 15). Resultaten laddades ner per cirkel som artobservationstabell i Darwin-Core format med maximalt antal kolumner. Notera att stora mängder artfynd dock tar en hel del tid att ladda hem.



Figur 15. Nedladdning av artdata i Analysportalen för att ta fram inrapporterade artfynd inom ett givet cirkellandskap och med ett 5-års tidsintervall. Cirkelpolygonen används som rumsligt filter.

Under projektets gång har den nya svenska biodiversitets infrastrukturen *Swedish Biodiversity Data Infrastructure* (SBDI) lanserats (oktober 2021). Infrastrukturen erbjuder möjligheten att importera shapefiler för ett område som en rumsligt filter och söka efter befintliga artfynd i landskapet. Att testa om SBDI är likvärdig i nuläget med Analysportalen och därmed användbar för vårt projekt fanns det dock ej tillräcklig utrymme för.

## 5. Fallstudier

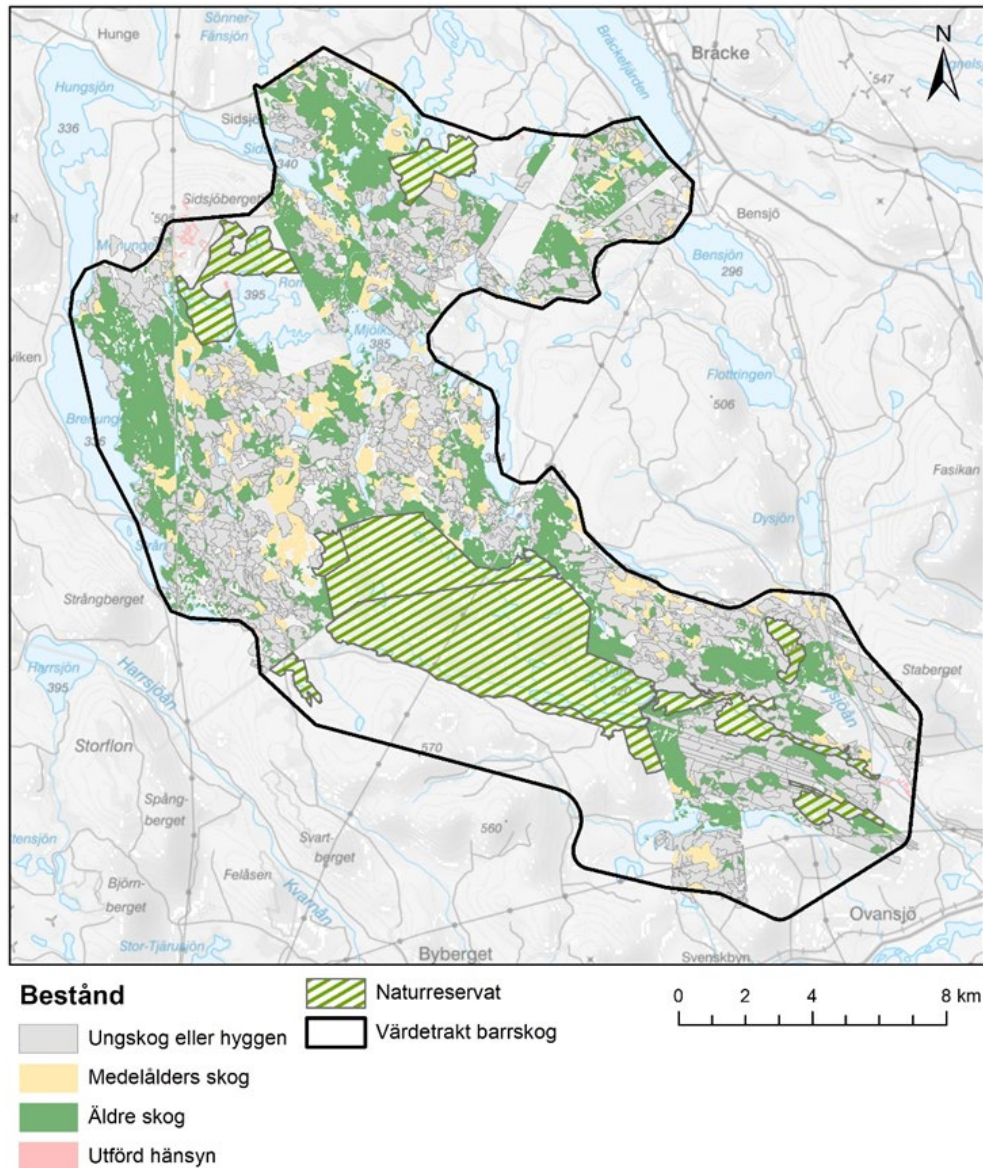
Inom projektet har fyra fallstudier analyserats med hjälp av den biologiska mångfaldsindikatorn BBCI. Analyserna har gjorts på olika biotoper och för olika syften.

1. Analys av fragmenteringen i ett barrskogslandskap som sköts med särskild naturhänsyn i Västernorrlands län.
2. Analys av barrskogsvärdekärnors kapacitet för biologisk mångfald inom Västra Götalands län som synliggör vikten av kommunöverskridande samverkan.
3. Analys av potentiella målkonflikter mellan två biotoper, ädellövskog och öppen mark med skyddsvärda träd.
4. Analys av kapacitet för biologisk mångfald hos äldre ädellövträd i ett urbant landskap.

### 5.1 Fragmentering i skogslandskap med särskild naturhänsyn

Skogsbolaget SCA är miljöcertifierat enligt FSC och ska inom ramen för denna certifiering arbeta för att säkerställa biologisk mångfald i ett landskapsperspektiv. Inom arbetet med biologisk mångfald arbetar SCA bland annat med värdekärnor för barrskogar. Inom dessa ska särskild naturhänsyn vidtas. En av SCA:s värdekärnor, där det även ingår ett antal naturreservat, ligger väster om Sundsvall och går under namnet Helvetesbrännan som ses i Figur 16. Värdekärnslandskapet omfattar totalt cirka 31460 ha. Figuren visar fördelning av yngre skog, hänsynsytor vid avverkning samt äldre barrskog.





Figur 16. Markanvändning inom värdetrakten Helvetesbrännan, väster om Sundsvall.

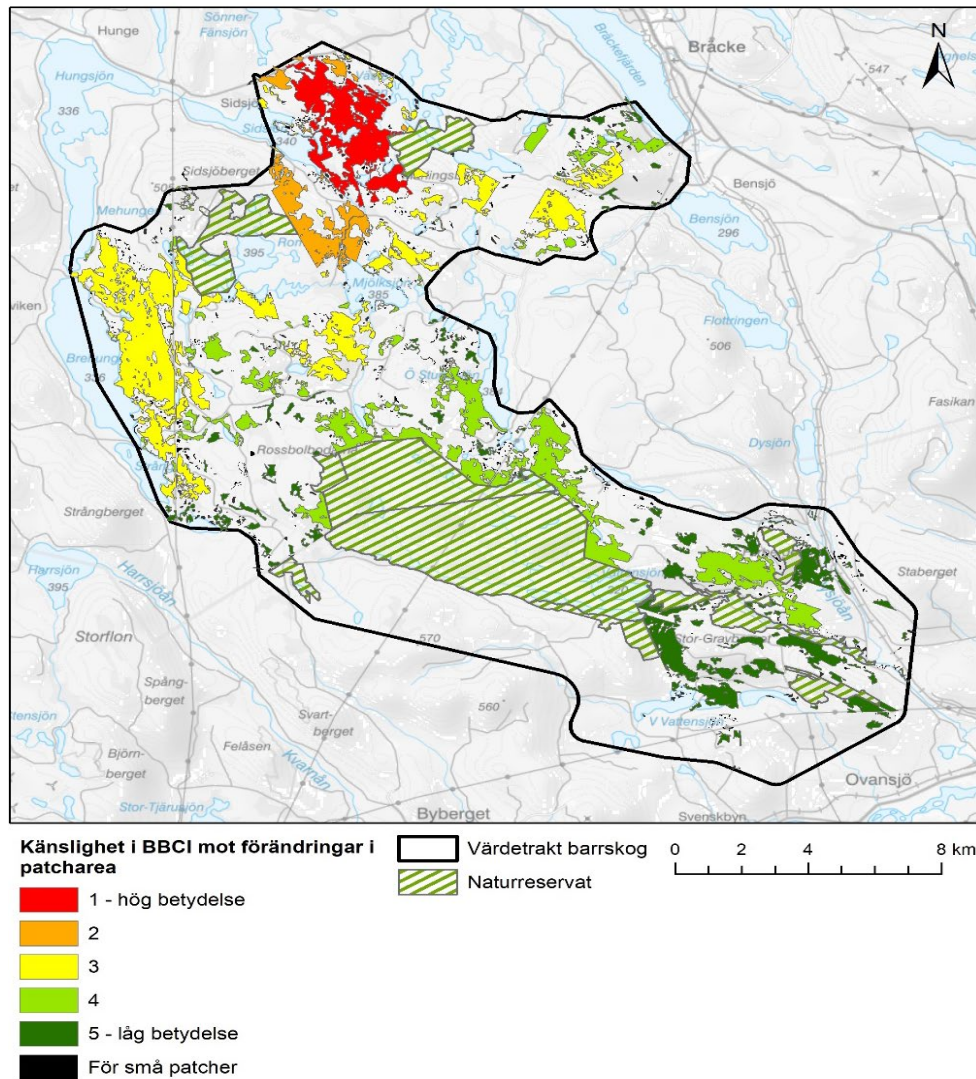
För att undersöka områdets förmåga till biologisk mångfald var graden av fragmenteringen inom området av stort intresse för SCA samt att också analysera vilka områden som det skulle vara mest känsligt att göra ingrepp i vilket BBCI-modellen kan ge uppskattningar på. Beräkning av BBCI och känslighetsanalys har gjorts på de områden som är äldre barrskog samt hänsynsytor vid avverkning då dessa ytor bedöms hysa högre biotopkvaliteter (Figur 16). Övriga områden uteslöts från beräkningen av BBCI eftersom unga skogsbestånd och hyggen hyser sparsamt av de biotopkvaliteter som stödjer biologisk mångfald i boreala skogar (Figur 17).



Figur 17. Vänstra bilden visar gammal barrskog med höga biotopkvalitéer. Högra bilden visar bestånd av återplanterade tallar efter kalavverkning med lägre biotopkvalitéer. Foto Sofia Berg.

Resultaten visar att äldre barrskog inom värdekärnan Helvetesbrännan idag når upp till en hållbar landskapsstruktur då  $\lambda$  ligger över 1, även vid test med den känsligare fokusarten, som har högre men samtidigt inte mycket höga arealkrav. Vidare framgår att äldre barrskog i norra delen av värdekärnan är av extra stor betydelse för biotopens förmåga att stöjda biologisk mångfald (Figur 18). Förändrad skogsskötsel i detta område, exempelvis kalhuggning av skogsbestånd, kommer innebära en större negativ påverkan på hela landskapets kapacitet att hålla biologisk mångfald, jämfört med övriga delar. Värt att poängtera är att alla patcher bidrar till den biologiska mångfalden, dock i olika grad i relation till varandra inom landskapet som helhet. För att få än mer korrekta tolkningar av resultatet från BBCI-analysen över Helvetesbrännan bör dock naturreservaten i området ingå i beräkningarna, vilket de inte gjort i dessa första beräkningar (här har endast marker som SCA har rådighet över ingått).

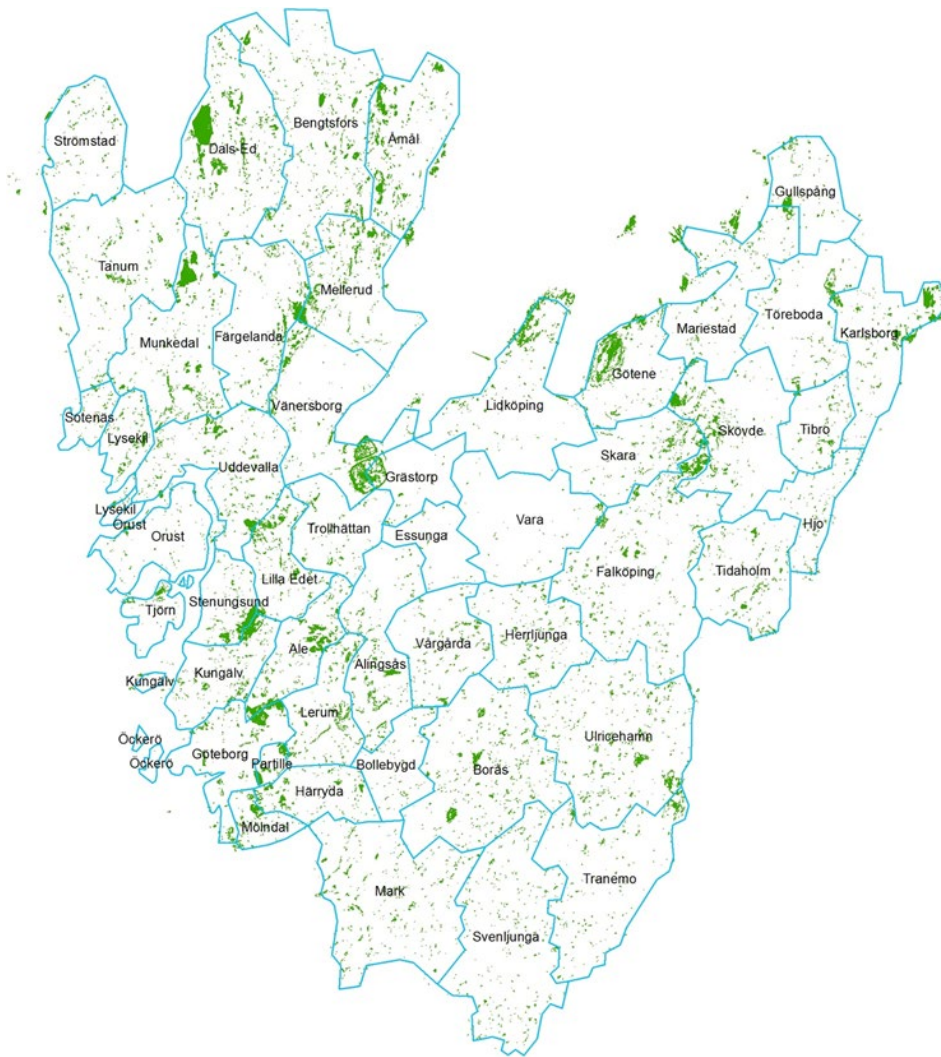




Figur 18. Heatmap för patchernas inbördes betydelse att kunna hålla biologisk mångfald, inom värde-kärnan Helvetesbrännan, Sundsvall, utifrån känslighetsanalys i BCCI-modellen.

## 5.2 Barrskogsvärde-kärnor i ett regionalt perspektiv

Länsstyrelserna i Sverige har genom sitt arbete med regionala handlingsplaner för grön infrastruktur identifierat värde-kärnor, områden av stor betydelse, för olika artsamhällens överlevnad. I denna fallstudie har Västra Götalands läns värde-kärnor av barrskogsbiotoper analyserats (Figur 19) med avseende på deras förmåga att stödja biologisk mångfald i ett landskapsperspektiv. Arbetet har gjorts i samverkan med Länsstyrelsen för Västra götaland läns inom ramen för det regionala skogs-programmet. För varje kommun har ett landskap skapats med buffertzonen på 2 km utanför kommungränsen. För varje landskap har sedan BCCI-analyser gjorts.

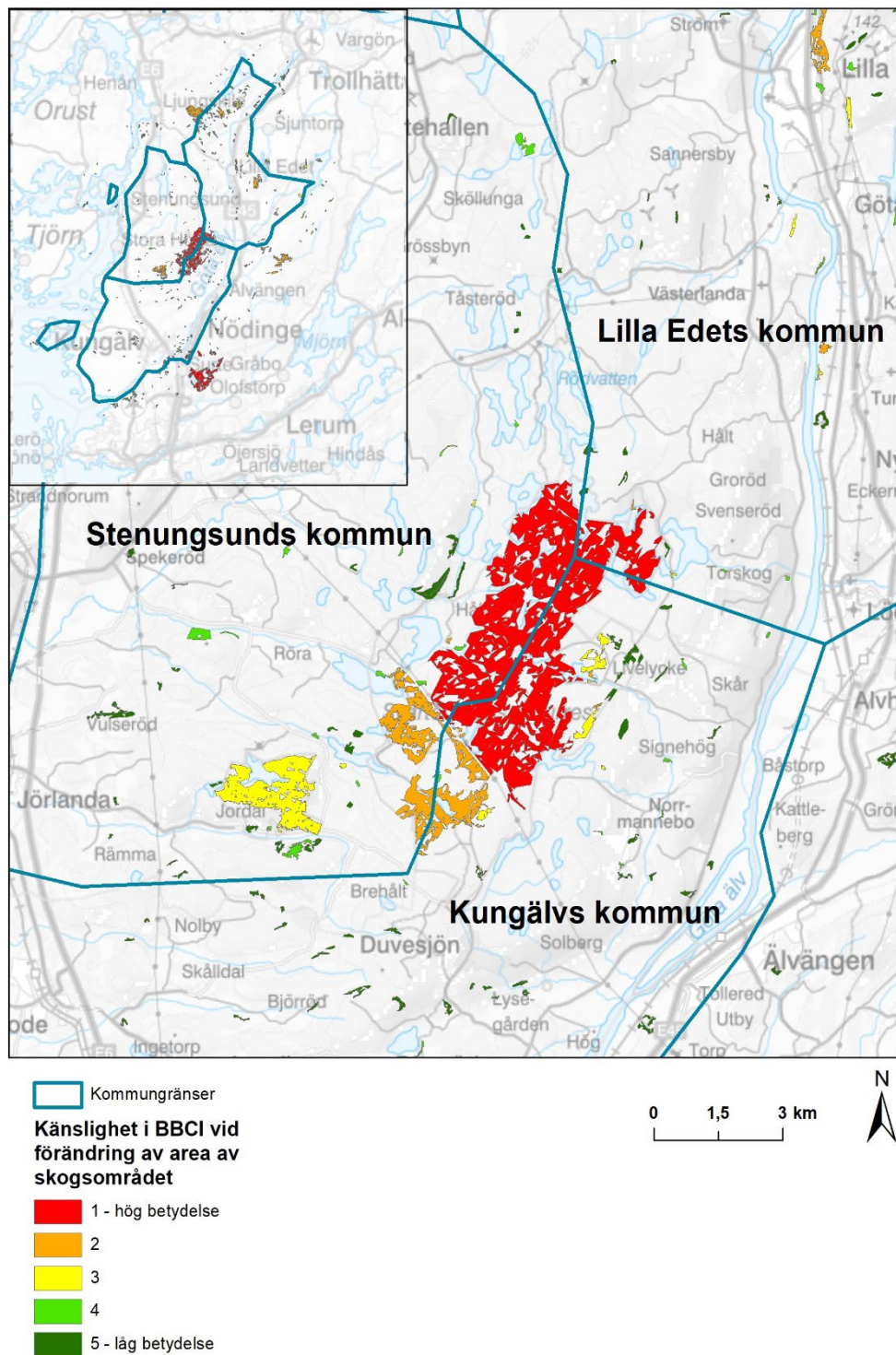


Figur 19. Förekomst av värdekärnor av äldre barrskog (gröna områden) inom Västra Götalands län. Data från Thordarsson 2019.

Resultaten visar, för varje kommunlandskap, vilka geografiskt avgränsade värdekärnor som idag har hög ekologisk funktionalitet och som utgör biologiska överlevnads- och spridningshotspots för arter knutna till barrskogar (Berg et al. 2022). Vidare visar resultaten att endast sju kommuner har  $\lambda$ -värden över 1 för den känsligare fokusarten, det vill säga, ett hållbart barrskogslandskap som kan hålla fokusarten i ett 100-årsperspektiv. Dessa kommuner är Ale, Grästorp, Göteborg stad, Kungälv, Lilla Edet, Stenungsund och Vänersborg. Övriga kommuner har ett  $\lambda$ -värde under 1, vilket indikerar att skogsbiotopen med äldre barrskogar inte är långsiktigt hållbar (utifrån den känsliga fokusart som använts). Det ska dock tilläggas att alla kommuner i Västra Götalands län inte är "skogskommuner" och arealen barrskog kan vara låg av olika skäl. Geografin i kommunerna varierar stort vilket bland annat medfört att vissa kommuner har lägre andel barrskog men högre andel ädellövskog eller triviallövskog. En orsak till resultatet att få kommuner har ett hållbart landskap för skogsbiotopen äldre barrskogar kan utöver detta även bero på att många äldre skogar historiskt omvandlats till jordbruksmark eller kalavverkats och övergått till likgamla produktionsskogar där ett trädslag dominerar beståndet.

Resultaten visar även möjligheten i och betydelsen av kommunöverskridande samarbete i upprätthållandet av värdekärnor av barrskogsmiljöer. Ett stort antal kommuner har idag värdekärnor av stor betydelse för barrskogsbiotopen utmed kommungränserna. Här kan exempelvis nämnas att Stenungsunds kommun, Kungälv kommun och Lilla Edets kommun innehar delar av ett större kluster av värdekärnor med hög betydelse för biotopens förmåga att stödja biologisk mångfald inom respektive kommun (Figur 20). Detta kommunöverskridande kluster bidrar starkt till att respektive kommun i analysen har ett BBCI-värde  $> 1$ , det vill säga ett hållbart barrskogslandskap. Förvaltning av ett sådant skogslandskap kräver kommunöverskridande samarbete för att skogsbiotopen långsiktigt ska fortsätta vara hållbar.

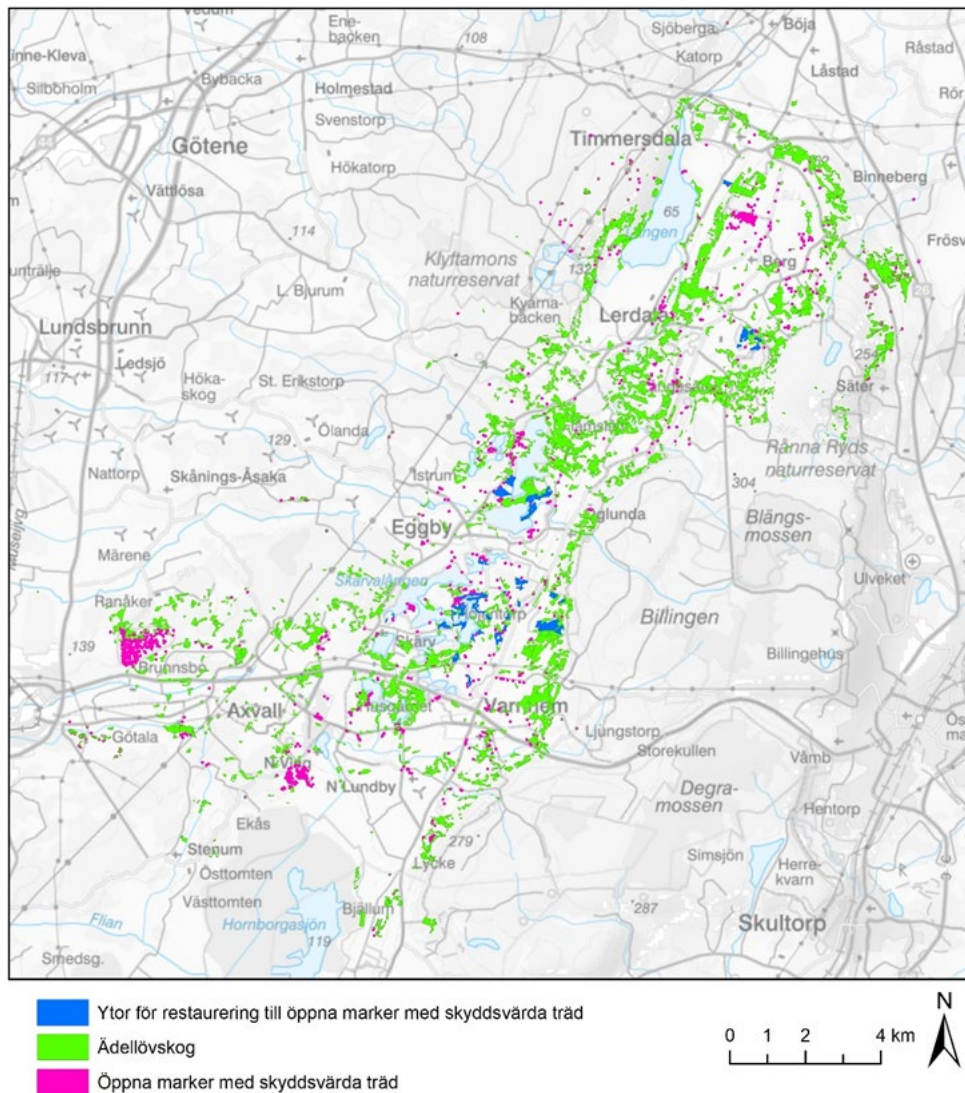




Figur 20. Känslighetsanalys av för äldre barrskogar inom tre kommuner i Västra Götalands län. Områden av hög betydelse för landskapets förmåga att hålla biologisk mångfald återfinns utmed kommungränserna.

## 5.3 Potentiella målkonflikter mellan två biotoper

Inom landskapet Valle härad i Skara kommun och Skövde kommun arbetar Länsstyrelsen i Västra Götaland med att uppdatera skötselplaner för några av landskapets naturreservat. Inom detta arbete är ambitionen att restaurera för att få fram öppna trädbärande marker med skyddsvärda träd. Områden som ska restaureras utgör idag ädellövskogar som utvecklats från öppna marker där hävden upphört. En viktig frågeställning som uppstod var om den gröna infrastrukturen av ädellövskog tydligt skulle försämrats om man tog en del ädellövskog i anspråk för restaurering till öppna trädbärande marker. En BBCI analys gjordes för dagens landskap och jämfördes med ett scenario där de tänkta restaureringarna utförts (Figur 21). Planen är att öppna upp 33 st lokaler en del av dessa består helt eller delvis av ädellövskog. Genom att beräkna *lambda* för ädellövskog respektive öppna gräsmarker med skyddsvärda träd, dels innan restaurering, dels efter restaurering kan en uppskattning göras om hur mycket övergången från ädellövskog till öppna gräsmarker skulle försämra för ädellövskogen och dess gröna infrastruktur under en 100-års tidsperiod.



Figur 21. Förekomst av naturtypen ädellövskog samt öppna gräsmarker med skyddsvärda träd i Valle, samt de ytor som föreslås restaureras till öppna gräsmarker med skyddsvärda träd.

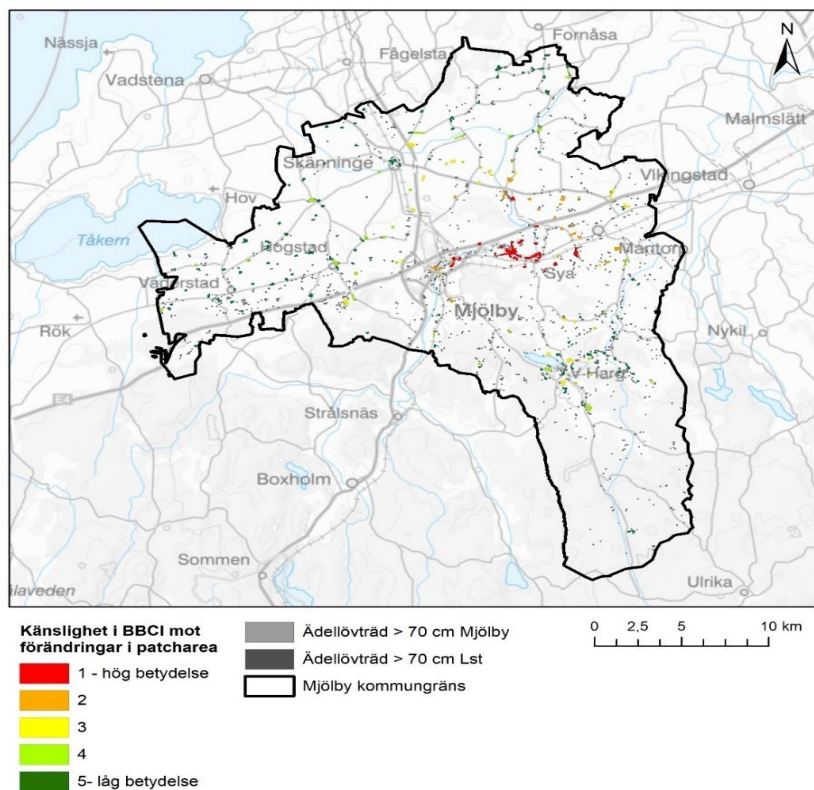
Resultaten visar att ädellövskog inom landskapet Valle härad idag är hållbar ( $\lambda$  1.096) men att öppna gräsmarker med skyddsvärda träd ligger på gränsen till en hållbar struktur ( $\lambda$  1.002). Jämförelsen mellan dagens landskap och det föreslagna restaureringsscenarioet visar att ädellövskogen fortsatt har en hållbar struktur ( $\lambda$  fortsatt 1.096) samt att öppna gräsmarker med skyddsvärda träd ökar sin hållbarhet betydligt ( $\lambda$  1.04). Restaurering för att gynna öppna gräsmarker med skyddsvärda träd kan således utföras utan att föremå eller äventyra den hållbara strukturen för ädellövskog inom det studerade landskapet i Valle. Studien i sin helhet finns som rapport hos Länsstyrelsen i Västra götaland län (Roos et al. 2021).



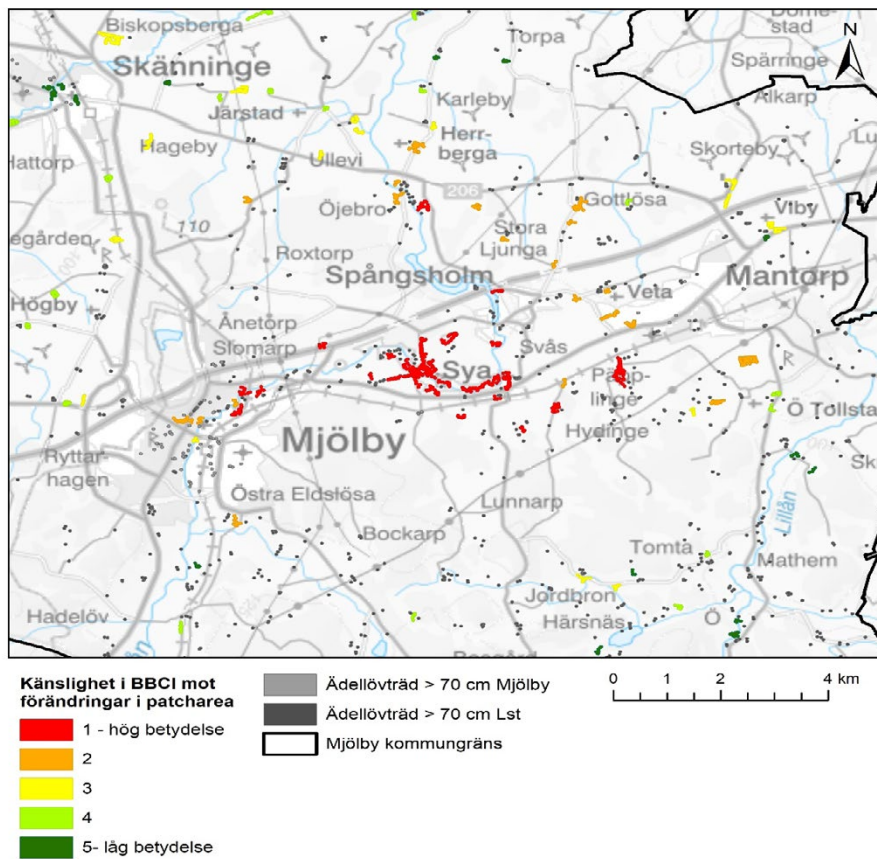
## 5.4 Grön infrastruktur för skyddsvärda träd i mix av urban- och landsbygdsmiljö

Inom Mjölby kommun har tillämpning av BBCI utförts i två syften; 1) att få reda på om det idag finns en hållbar landskapsstruktur för äldre och skyddsvärda ädellövträd samt 2) att analysera vilka områden som idag har en stor betydelse för att upprätthålla biologisk mångfald kopplat till biotopen samt var förstärkning eventuellt behöver göras. Marktäckedataunderlaget för beräkning av  $\lambda$  och känslighetsanalys baserades sig på markdata dels från Länsstyrelsens inventering av skyddsvärda träd (Länsstyrelsen Västra Götalands län 2021), dels från Mjölby kommuns egen inventering av träd i tätorten (Anna Carpholm, kommunekolog, Mjölby kommun). Inom landskapet Mjölby kommun inkluderades samtliga ädellövträd med en stamdiameter av minst 70 cm i studien. Runt varje träd skapades en 30 meters buffertzoni i syfte att täcka in hela trädets utbredning samt den öppna ytan som omger trädet.

Resultaten visar att äldre ädellövträd idag inte når upp till en hållbar landskapsstruktur då  $\lambda$  ligger under 1 ( $\lambda=0.989$ ). Känslighetsanalysen och resultatet för hela kommunlandskapet visas i Figur 23. Vidare så visar känslighetsanalysen att de trädförekomster med högst bidrag till kommunlandskapets förmåga att hålla biologisk mångfald främst finns mellan Mjölby och Mantorp och norrut mot Skänninge (Figur 22-23). Prioritering av restaureringsåtgärder och säkerställning av tillgång på ädellövträd som på sikt kan förstärka nätverket kan därmed med fördel riktas till detta område och för de röda, orange och gula patcherna.



Figur 22. Känslighetsanalys för patchlandskap med biotopen äldre ädellövträd inom Mjölby kommun. Analysen visar prioriteringsordningen för patchernas betydelse att i landskapet stödja biologisk mångfald för biotopen äldre träd.



Figur 23. Känslighetsanalys för patchlandskap med biotopen äldre ädellövträd inom Mjölby kommun inzoomat på de mest prioriterade områdena, som ligger mellan mellan Mjölby och Mantorp och norrut mot Skänninge.



## 6. Slutsatser om indikatorns användbarhet för olika syften

Den biologiska mångfaldsindikatorn, BBCI, kan ge ett indikatorvärde, *lambda* som sätter en siffra på landskapets förmåga att hålla biologisk mångfald utifrån en fokusarts krav. Om värdet på *lambda* är  $> 1$  indikerar det att landskapets struktur har förmåga att hålla den biologiska mångfald långsiktigt. Värdet på *lambda* baseras på egenskaper hos den valda fokusarten i kombination med hur biotopens utbredning i landskapet ser ut. Genom känslighetsanalyser, av förändringar i patchers storlek eller förekomst, på *lambda* kan respektive patchs betydelse i landskapet beräknas. Resultaten visualiseras med hjälp av så kallade heatmaps där en landskapskarta med färgkodade patcher anger en patchs relativa betydelse för landskapet.

Användbarheten av den biologiska mångfaldsindikatorn bedöms vara stor av slutanvändare. I samband med ändrad skötsel eller markanvändning av områden (patcher) i ett landskap kan BBCI vägleda var påverkan på biologisk mångfald blir som störst eller minst, samt var olika åtgärder kan motiveras utifrån ett landskapsperspektiv. Exempel på frågeställningar som kan analyseras med BBCI är följande:

- Utgör dagens rumsliga struktur av biotopen ett hållbart landskap för fokusarten och dess ekosystem?
- Vilka områden är av störst/stor respektive låg betydelse för biotopens förmåga att stödja biologisk mångfald?
- Var behöver eventuella barriäreffekter lösas upp för att möjliggöra spridning mellan patcher av stor betydelse för BBCI?
- Vilka är de mest strategiska områdena ur ett landskapsperspektiv att restaurera för att öka landskapets förmåga att stödja biologisk mångfald?
- Hur kan ekologisk kompensation utföras för att ett ianspråktagande av en viss areal biotop inte ska resultera i en försämrad grön infrastruktur?

I det teoretiska arbetet med att matematiskt formulera de funktioner som ingår i modellen har indikatorn utvecklats på så sätt att den kan användas på vilka biotoper som helst samt landskap av i princip vilken storlek som helst. Det vill säga det är skalbart ur ett tekniskt perspektiv. Fallstudiernas landskap har utgjort realistiska testplattformar. Det finns dock vissa begränsningar. Det som är begränsande i samband med beräkning av BBCI är tillgång på indata, i synnerhet parameterar för arealkrav, spridningsbenägenhet och spridningsförmåga hos fokusarten (då man kan behöva olika fokusarter för olika naturtyper), men också väl underbyggda landskapsdata. Urval av patcher som ska ingå i beräkningsdata av biotopens BBCI ska göras så att patchen med hög sannolikhet hyser de biotopkvaliteter som biotopen genom naturliga processer ska hysa. Ytterligare en begränsning är möjligheten att räkna på mycket stora landskap, framförallt känslighetsanalyser, (fler än 200 med den datorkraft och algoritm vi utvecklat för närvarande) där beräkningstiden blir orimligt lång.

I den praktiska tillämpningen för att ta fram landskapsunderlag till indikatorn har vi vidare funnit olika utmaningar beroende på landskapets form och sammansättningar och underliggande typ av data. Det finns dock metoder för att hantera detta vilka redovisas i rapporten. Slutsatsen är därmed att indikatorn kan användas på till olika typer av landskap både i form av sammansättningar av olika biotoper och på olika skalor.

## 7. Lärdomar av samverkan och kommunikationsinsatser

Inom detta projekt har samverkan skett med Länsstyrelsen i Västra Götaland, skogsbolaget SCA, kommunerna Mariestad, Lidköping, Götene, Mjölby och Boxholm samt Biosfärområdet Vänerskärgården med Kinnekulle. Vidare har dialog försts med bland annat olika miljökonsults företag och kraftledningsbolag.

Inom processen med utveckling av den biologiska mångfaldsindikatorn har samverkan skett med olika intressenter och slutanvändare. Denna samverkan har skapat höga mervärden i forskningsprojektet där forskarna fått relevant återkoppling över hur exempelvis resultat ska visualiseras för att en ”icke-forskare” ska kunna tolka desamma och inom vilka områden den biologiska mångfaldsindikatorn kan tillämpas samt vilka frågeställningar slutanvändare önskar få hjälp med att analysera. På motsvarande vis har forskningsprojektet bidragit med kunskap till slutanvändarna över exempelvis betydelsen av landskapets struktur för den biologiska mångfalden, att det är skillnad på olika områden trots att de i kartdata angivits med samma markanvändning (exempelvis skog) samt hur forskning kan integreras i framtagning av kommunala naturvårdsplaner eller som underlag till skötsel och förvaltning. Den aktiva dialogen mellan forskare och slutanvändare har sammantaget bidragit till ett högt kunskapsutbyte mellan parterna samt till en god spridning av projektet utanför kretsen av samverkanspartners.

### 7.1 Kommunikationsinsatser

Projektet har kommunicerats till forskare, samhällsplanerare, miljö- och naturvårdsstareger, företag, näringsidkare, gymnasie- och högskolestudenter, Biosfärorådet Vänerskärgården med Kinnekulle samt allmänheten. Bilaga A redovisar vilka kommunikationsinsatser som genomförts under forskningsprojektets gång. Exempel på sådana kommunikationsinsatser är konferenser och workshops, fallstudier, demonstrationsfilm, pressmeddelanden samt rapporter. Genom att kommunikationskanalerna har varit flera och varierande har vi nått många olika målgrupper, där vi också fått återkoppling via mail eller muntligen att de är intresserade av vad vi gör eller att de tycker det är spännande, bra och värdefullt projekt. Studenter som arbetat i exempelvis examensarbetsprojekt kommer att ha denna kunskap med sig och kunna för den vidare i sitt framtida arbetsliv. Vi har haft både svenska och internationella studenter som varit verksamma i arbeten kopplade till detta forskningsprojekt.

## 8. Utmaningar och utveckling

Indikatorn BBCI är ny och än så länge relativt outforskad. Det finns därför många utmaningar att anta och utveckling kvar att göra. En viktig första utmaning att arbeta med handlar om pedagogiken kring indikatorn och hur det kommuniceras till slutanvändare. En andra utmaning är att skapa ett tekniskt användarvänligt verktyg. Andra utvecklingsmöjligheter som vi ser som relevanta är att ta fram standard paraplyfokusarter, att se över om det går att effektivisera algoritmens beräkningar än mer och därmed ge möjlighet att skala upp landskapets storlek eller antal patcher som man inom rimlig tid kan göra beräkningar och analyser på. Ett större projekt skulle vara att ta fram en optimeringsmodell som kan hjälpa till att finna den mest optimala lösningen på en insats i ett landskap som ett komplement till visuell inspektion av heatmaps. Ytterligare relevant utveckling handlar om att BBCI idag inte graderar patchkvalitet. Här finns teoretiskt sett stora möjligheter att utveckla indikatorn vidare. Avslutningsvis har vi inom projektet påbörjat en utveckling med pilotstudie att utifrån BBCI och landskapets heterogenitet bygga ett samansatt index med ett värde motsvarande  $\lambda$  som tar hänsyn till flera biotoper och deras fördelning i landskapet. Det planerade verket benämner vi Landscape Biodiversity Capacity Index (LBCI).

### 8.1 Pedagogik och teknik

Som alltid med modeller är även BBCI en förenklad modell av verkligheten. Verket BBCI består idag av relativt svårtillgängliga algoritmer implementerade i programvaran Matlab. Till algoritmerna matas marktäckedata in i form av shapefiler. Övriga parametrar anges i en specifik parameterfil. Det innebär att denna forskning i stort sett är otillgänglig för tänkta slutanvändare om man inte samverkar med forskarna. Därför är det viktigt att ha en dialog eller god information om vilka parametervärden som är lämpliga att använda och hur man kan tolka och använda resultaten. För att tillgängliggöra BBCI-verket för en bredare tillämpning krävs ett utvecklat pedagogiskt stöd för valet av indata och därefter tolkning och användning av resultaten.

För BBCIs framtid vore det en stor framgång om resultaten kunde finnas en plattform för god tillgänglighet med en teknik och standardförfarande som ger slutanvändare möjligheten att själva beräkna  $\lambda$ , känsligheter och framställa heatmaps för att undersöka olika scenarier för sina landskap och utifrån de åtar de önskar göra. En utveckling mot ett tekniskt tillgängliggörande av verket vore att undersöka hur algoritmen kan integreras i ett grafiskt användargränssnitt, t.ex. en webbapplikation eller som tilläggsprogram till andra befintliga analysverktyg. Viktigt är att representanter från tänkta användargrupper deltar för att testa de behov och önskemål som finns och som kan ge en indikation på det mest användbara konceptet. Slutresultatet kan vara i form av app eller webbtjänst i samarbete med myndigheter eller miljökonsultföretag. Verket skulle kanske t.ex. kunna integreras i den nya Swedish Biodiversity Data Infrastructure (SBDI).

För att få förståelse och en god bild för ett landskaps förmåga att hålla biologisk mångfald med hjälp av BBCI kan det vara av stort värde att göra beräkningar för fokusarter relevanta för vald biotop samt för några olika fokusarter med olika karaktärer. Art-egenskaper, såsom kroppsstorlek eller spridningsförmåga skiljer sig förstas mycket åt mellan organismer så därför kan inte en enda art vara den perfekta indikatorn (Breckheimer et al. 2014). Användandet av flera fokusarter kan ge vidare indikationer kring hur man ska prioritera i bevarande av landskapets olika biotoper. Det ger även en bild av hur beroende resultaten är av val av organism. Av pedagogiska skäl vore det därför värdefullt att ta fram en katalog av standardiserade fokusarter med de parametervärden som behövs som är biotopspecifika. Att kunna relatera till en specifik art som är beroende av den eller de biotoper som studeras underlättar för förståelsen av verktyget. Alternativet kan också vara att ta fram teoretiska modellarter som ger en strukturerad möjlighet till ”konfidensintervall” för att få en bild av gränserna mellan mer eller mindre känsliga arter.

## 8.2 Optimering

Indikatorvärdet  $\lambda$  i BBCI öppnar upp till att göra ytterligare analyser utöver ovan beskrivna känslighetsanalyser. Med hjälp av optimeringmetoder skulle man kunna utveckla en modell som tar fram scenarior som maximerar den biologiska mångfalden i ett landskapet utifrån givna förutsättningar. Modellen skulle på ett fullständig sätt, som inte visuella analyser med ögat kan uppnå, kunna utforska frågeställningarna såsom:

- Givet vissa ramar och en begränsad budget hur kan vi förändra markanvändningen i landskapet så att landskapets biologiska mångfaldskapacitetsindex maximeras?
- När exploatering är oundviklig, vilket område av möjliga kan i första hand undvaras för att minimera påverkan på landskapets biologiska mångfald?
- När kompensation måste göras, vilket område av möjliga alternativ ger den högsta kapaciteten för biologiska mångfald i landskapet som helhet?

Målet för optimeringen kommer i den tänkta modellen vara att maximera värdet på en vald biotops eller hela landskapets biologiska mångfaldskapacitet dvs  $\lambda$  och sättet att åstadkomma en förändring i värdet är att påverka enskilda patchers storlekar. Då det i verkligheten inte kommer vara möjligt att förändra landskapsanvändningen drastiskt, tillkommer att realistiska begränsningar införs i modellen. För att utvärdera och optimera i ett landskap kommer en ansenlig mängd beräkningar behöva utföras. Det innebär att ett stort arbete kommer behöva göras för att utveckla en effektiv optimeringsalgoritm med en grundlig matematisk analys. För att minska de långa beräkningstider behöver smarta uppdaterings-scheman, för att undvika omräkning av information som redan finns tillgänglig. Den här typen av optimeringsproblem kallas vanligtvis Costly Global Optimization (CGO). Omständigheten att endast små förändringar kan göras i ett landskap kan också utnyttjas, vilket begränsar sökutrymmet på ett effektivt sätt.

## 8.3 Patchkvalitet

En del forskningsstudier indikerar att kvaliteten på enskilda patcher kan ha lika eller större effekt på arters överlevnad och spridning än patchernas storlek eller konnektivitet (Robles & Ciudad 2012). En biotop-patch kan ha lägre mängder av en eller flera kritiska resurser, såsom boplatser eller en specifik födoresurs nödvändig för de ungas utveckling. Det leder till att även om patchen klassas att tillhöra den specifika biotopen så har den en lägre kvalitet för vissa arter och därmed tillför den inte lika mycket värde till landskapets biologiska mångfald såsom patcher med fullgod kvalitet kan.

Om kvaliteten på livsmiljön i individuella patcher är variabel och sämre i vissa förväntas sannolikheten för krävande arter variera beroende på kvaliteten. Patcher med högre kvalitet kan troligen också bidra mer till spridningen av arter i landskapet samt kunna hålla i förhållande till yta proportionellt större populationer. En intressant och möjlig utveckling av BBCI modellen vore därför att utveckla algoritmen så att den tar hänsyn till patchkvalitet.

I modellen finns goda möjligheter till teoretisk modellutveckling som tillåter att olika patchers kvalitet kan variera. Men, för att en sådan modellutveckling ska vara meningsfull krävs det att indata i form av högkvalitativa marktäckedata finns att tillgå. I och med den dagens snabba utveckling av datorkraft pågår en ständig utveckling av fjärranalysmetoder och metoder för effektiv automatiserad tolkning av bilddata, AI-metoder såsom maskininlärning. Med ett gott samarbete mellan ekologer och teknologer kunniga inom fjärranalys och bildtolkning skulle troligen indata till en utvecklad BBCI modell kunna tas fram, åtminstone för vissa biotop typer (Andries et al. 2021).

## 8.4 Sammansatt landskapsindex

Verktaget BBCI behandlar landskapets förmåga att för enskilda biotoper hålla biologisk mångfald. Det skulle dock vara av stort värde att kunna summera landskapets förmåga till biologisk mångfald som en helhet beroende av alla biotoper och biotoperernas inbördes storleksfördelningar. Utöver *lambda*-värdena som beskriver betydelsen av patchernas areor och deras avstånd emellan sig som vi kan benämna landskapets funktionalitet kommer fördelningen av biotoperna i landskapet vara av stor vikt för förmågan till hög biologisk mångfald. Empiriska studier har visat att biologisk mångfald ökar med ökande antal biotoper i ett landskap (Benton et al. 2003, Fahrig et al. 2011, Katayama et al. 2014). Dessa studier pekar på landskapets heterogenitet som en viktig aspekt för att inkluderas i en biologisk mångfaldsindikator.

Nästa steg för att bygga på verktygslådan för planering av biologisk mångfald på landskapsnivå är att komponera ett index som kombinerar landskapets funktionalitet och heterogenitet. I projektet föreslår vi en modell för en sådan indikator som vi kallar Landscape Biodiversity Capacity Index (*LBCI*). Landskapets funktionalitet representerar summan av biotopernas *lambda*-värden och heterogenitet som t.ex. kan beräknas med hjälp av Simpson's dominance index (Morris et al. 2014) där biotopernas andel i landskapet anges som proportion av deras area i förhållande till landskapets area.

## 9. Ordlista

**Biologisk mångfald** definieras som ”variationsrikedomen bland levande organismer av alla ursprung, inklusive från bland annat landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem och de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem.” (SLU 2021).

**Ekosystemtjänster** är alla produkter och tjänster som ekosystemen ger människan och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet. (Naturvårdsverket 2022).

**Generalist.** Inom biologin betecknar en generalist en organism som har en hög anpassningsförmåga till sin omgivning. Det kan exempelvis avse födoval, biotopval eller val av boplats. Motsatsen, organismer som bara kan leva inom snäva livsramar, kallas specialister.

**Grön infrastruktur** är ekologiskt funktionella nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden samt anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sätt så att biologisk mångfald bevaras, samt att för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet. Begreppet grön infrastruktur har sin grund i Konventionen om biologisk mångfald; CBD. (Naturvårdsverket 2022)

**Specialist.** Inom biologin betecknar en specialist en organism som har höga krav på omgivningen och som inte kan anpassa sig till olika miljöer. Det kan exempelvis avse födoval, biotopval eller val av boplats. Motsatsen, generalist, har en hög anpassningsförmåga.

**Värdekärna.** En värdekärna är ett område där det finns högre naturvärden än i omgivande marker. Dessa områden är relativt ovanliga och är extra betydelsefulla som noder i den gröna infrastrukturen. Värdekärnorna är sårbara för yttre påverkan, om det inte är skötselåtgärder som stärker naturvärdena. (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2022)

**Värdetrakt.** Värdetrakter är större områden i landskapet med högre ekologiska värden än omgivande landskap. En värdetrakt har högre täthet av värdekärnor för djur- och växtliv, inklusive biologiskt viktiga strukturer, funktioner och processer. Det betyder dock inte att allt i en värdetrakt håller höga värden. (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2022)

# 10. Källhänvisning

- Andries A, Murphy R J, Morse S, Lynch J (2021) Earth Observation for Monitoring, Reporting, and Verification within Environmental Land Management Policy. *Sustainability* 13(16):9105.
- Berg S, Jonsson A, Jonsson T, Quttineh N-H (2022) Ekologisk funktionalitet av värdekärnor för barrskogar inom Västra Götalands län: Ett strategiskt underlag för planering av förändrad skogsskötsel av barrskogsområden inom Västra Götalands län i syfte att stärka skogarnas förutsättningar att stödja biologisk mångfald och skogens klimatnytta. *Rapport* <http://his.diva-portal.org/smash/get/diva2:1657682/FULLTEXT01.pdf>
- Dallas T A, Saastamoinen M, Schulz T, Ovaskainen O (2020) The relative importance of local and regional processes to metapopulation dynamics. *J Anim Ecol.* 89: 884– 896.
- Fahrig L, Baudry J, Brotons L, Burel F G, Crist T O, Fuller R J, Sirami C, Siriwardena G M & Martin J-L (2011) Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters* 14:101-112.
- Geldmann J, Manica A, Burgess N D, Coad L, Balmford A (2019) A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. *Proceeding of the national academy of sciences* 116(46).
- Haddad N M, Brudvig L A, Clobert J, Davies K F, Gonzalez A, Holt R D, Lovejoy T E, Sexton J O, Austin M P, Collins C D, Cook W M, Damschen E I, Ewers R M, Foster B L, Jenkins C N, King A J, Laurance W F, Levey D J, Margules C R, Melbourne B A, Nicholls A O, Orrock J L, Song D-X, Townshend J R (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1(2): e1500052.
- Hanski I, Ovaskainen O (2000) The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404, 755-758.
- Margules CR, Pressey RL (2000) Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Jonsson A, Berg S, Quttineh N-H, Jonsson T (2022) A novel landscape biodiversity indicator to estimate landscape sustainability and identify areas of high ecological importance for green infrastructure. *Manuscript*
- Leidenberger S, Käck M, Karlsson B, Kindvall O (2016) The Analysis Portal and the Swedish LifeWatch e-infrastructure for biodiversity research. *Biodiversity Data Journal* 4: e7644.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 2022. Kartor och underlag för planeringsarbete. Kartor och underlag för planeringsarbete. Länsstyrelsen Jönköping ([lansstyrelsen.se](http://lansstyrelsen.se))
- Länsstyrelsen Västra Götalands län (2021) LstO Skyddsvärda Träd. 2021-10-20 ([lansstyrelsen.se](http://lansstyrelsen.se))
- Martínez-Jauregui M, Touza J, White PCL, Soliño M (2021) Choice of biodiversity indicators may affect societal support for conservation programs. *Ecological Indicators* 121: 107203.



- Naturvårdsverket 2022. Definitino av grön infrastruktur ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se))
- Naturvårdsverket 2022. Definition av ekosystemtjänster ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se))
- Purvis A, Hector A (2000) Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405:212-21.
- Robles H, Ciudad C (2012) Influence of habitat quality, population size, patch size, and connectivity on patch-occupancy dynamics of the middle spotted woodpecker. *Conservation Biology* 26 (2): 284–293.
- Roos H (rapportansvarig), Berg S, Jonsson A, Jonsson T, Thordarson M (2021) Identification of patches with high ecological importance of broadleaved forests and open lands with valuable trees in Valle: Using a biodiversity capacity landscape metric, combining area and connectivity, to examining management options. *Rapport 2021:14*, Länsstyrelsen Västra götalands län.
- SLU 2021. Om biologisk mångfald. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-biologisk-mangfald-cbm/biologisk-mangfald/om-biologisk-mangfald/>
- Thordarsson M (rapportansvarig, 2019) Regional handlingsplan för grön infrastruktur. Västra Götalands Län. *Rapport 2019:21*. Länsstyrelsen Västra Götalands Län.

# Bilaga A

**Tabell A1. Genomförd kommunikation under forskningsprojektets gång.**

Kommunikation	Datum	Genomförd kommunikationsinsats
Hemsida	2019	En hemsida upprättades vid projektets start och har uppdaterats kontinuerligt.
Konferenser, Workshops, dialog med användare	2019-09-27	- Presentation på Forskarfredag
	2019-03-20	- Presentation av projektet på Naturvårdsverket startmöte
	2019-10-24 - 2019-10-31	- Deltagande i EU-projektet BioGOV i träff/konferens i Spanien med presentation av projektet.
	2019-11-20, 2019-12-04, 2019-12-05	- Workshop med forskare från andra ämnesområden (hälsa, beteendevetenskap, ekonomi) på Högskolan i Skövde, för samverkan kring gemensamma forskningsansökningar
	2019 - pågående	- Möten och samarbete med kunskapsutbytet inom LONA-projekt Blågrön infrastruktur Vänerskärgrård
	2019-08-22, 2020-12-04, 2022-01-28	- Årsmöten Naturvårdsverket
	2020-02-13	- Möte med länsstyrelsen i Västra Götaland om regionalt skogsvårdsprogram
	2020-10-29	- Möte om deltagande i Vinnovaansökan skog och biologisk mångfald
	2020-10-28	- Presentation för länsstyrelsen i Västra Götalands län, Mariestad
	2021-01-22, 2021-02-26, 2021-03-09	- Möte/Workshop, kunskapsutbyte med miljökonsults företag i samband med deras projekt EcoComp och ev. medverkan i Vinnovaprojekt/ansökan
	2021-02-11, 2021-03-12, 2021-04-13, 2021-04-15, 2021-04-19	- Kunskapsutbyte och möten med RISE i samband med gemensam forskningsansökningar
	2021-03-12, 2021-03-15	- Möten/Presentation för samverkan med forskare på Chalmers i projektet Multifunktionella landskap, biomassaproduktion och kolinlagring i landskap som upprätthåller biologisk mångfald och ekosystemtjänster
	2021-11-29	- Presentation för BioGov samverkansgrupp (samordnas av länsstyrelsen i Västra Götaland)
	2022-08-22	- Presentation för Naturnyttanätverket i Biosfärområdet (biosfärambasadörer, naturskyddsföreningar, länsstyrelse, kommuner).
	2022-09-20	- Presentation för styrelsen för Biosfärområdet Vänerskärgrården med Kinnekulle
	2022-05-09	- Användarworkshop Lidköping, Götene och Mariestads kommuner
	2022-10-21	- IPBES Svenska konferensen titeln "Att värdera ekosystemtjänster samt att utveckla indikatorer för biologisk mångfald på landskapsnivå"
	2022-02 - pågående	- Kunskapsutbyten och möten med Kinnekulle Energi och Götene kommun för gemensam LONA-ansökan

Kommunikation	Datum	Genomförd kommunikationsinsats
Fallstudie- möten	2019-10-23	- Workshop anordnat av Högskolan i Skövde på zoom för start av fallstudier (SCA, Mjölby/Boxholm, Länsstyrelsen Västra Götaland, Naturvårdsverket)
	2019-2022	- Möten med kunskapsutbyten och presentationer för samverkansprojektet BioGOV
	2022-09-05, 2022-11-23	- Worksshop av resultat med SCA/Mjölby/Boxholm kommun
Press- meddelanden	2019-01-13	- Pressmedelände om projektet <a href="https://www.his.se/nyheter/2019/februari/forskning-om-biologisk-mangfald-far-medel-fran-naturvardsverket/">https://www.his.se/nyheter/2019/februari/forskning-om-biologisk-mangfald-far-medel-fran-naturvardsverket/</a> - <a href="https://www.his.se/nyheter/2022/maj/verktyg-for-att-radda-biologisk-mangfald/">https://www.his.se/nyheter/2022/maj/verktyg-for-att-radda-biologisk-mangfald/</a> - <a href="https://www.his.se/nyheter/2021/mars/hogskolan-och-lansstyrelsen-kartlagger-skogsmarkers-betydelse/">https://www.his.se/nyheter/2021/mars/hogskolan-och-lansstyrelsen-kartlagger-skogsmarkers-betydelse/</a> - <a href="https://www.his.se/mot-hogskolan/samarbeta-med-oss/bios/myndighetssamverkan/">https://www.his.se/mot-hogskolan/samarbeta-med-oss/bios/myndighetssamverkan/</a> - Ny forskning ska rädda biologisk mångfald - Skaraborgs Allehanda (sla.se) - Svår balansgång för skogsbruket - Skaraborgs Allehanda (sla.se) - (11) Skaraborgs Allehanda - Inlägg   Facebook - Skaraborgsbygden » 4,8 miljoner till forskning om biologisk mångfald - Pengaregn till forskning om biologisk mångfald - Skaraborgs Nyheter - Verktyg mäter biologisk mångfald   Skogen - Skaraborgsbygden » Kartlägger skogsmarkers betydelse
Demonstrationsfilm		En film har producerats i samverkan med Naturvårdsverket som visar upp hur verktyget utvecklats, vad det kan användas till och att det gjorts i samverkan; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=gKloUU70hFo">https://www.youtube.com/watch?v=gKloUU70hFo</a>
Undervisning		Examensarbeten:
	2019	- Kan man förutsäga biologisk mångfald i en livsmiljö utifrån livsmiljöns fördelning i ett landskap?: En teoretisk variabels förmåga att uppskatta biologisk mångfald testad mot empirin Självständigt arbete på grundnivå (kandidatexamen), 20 poäng / 30 hp Studentuppsats (Examensarbete)
	2020	- Validation of Theoretical Approach to measure Biodiversity using Bird Species of a Seminatual Grassland in Sweden2020Självständigt arbete på avancerad nivå (magisterexamen), 15 poäng / 22,5 hpStudentuppsats (Examensarbete)
	2020	- Validation of theoretical approach to measure biodiversity using plant species data 2020 Självständigt arbete på avancerad nivå (magisterexamen), 15 poäng / 22,5 hp, Studentuppsats (Examensarbete)
	2022	- Lokalisering av framtida områden med värdekärnor i barrskog för tretåig hackspett och svartmes: En artjämförelse och landskapsanalys i Götene, Karlsborg och Skövde kommun2022 Självständigt arbete på grundnivå (kandidatexamen), 20 poäng / 30 hp, Studentuppsats (Examensarbete)
Vetenskapliga artiklar	Pågående	- Manus I. Jonsson A, Berg S, Quttineh N-H, Jonsson T. A novel landscape biodiversity indicator to estimate landscape sustainability and identify areas of high ecological importance for green infrastructure". Artikeln presenterar modellen/indikatorn ingående med dess teori och hur den kan appliceras praktiskt med Valle studien som ett exempel. Resultat och analys revideras just nu på grund av en felaktighet i modellen som upptäckte i slutet på juni i år. - Manus II. Jonsson A, Berg S, Leidenberger S, Jonsson T. Predictors of landscape biodiversity capacity - evaluation of a spatial indicator model. Artikeln presenterar en jämförelse mellan indikatorns utfall och artrikedom uppladdat från Artdatabanken för 120 st landskap. Datainsamling och beräkningar pågår fortfarande.

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

# Landskapets förmåga att hålla biologisk mångfald

– en indikator för biologisk mångfald och ett planeringsverktyg för prioritering av markanvändning

Rapporten beskriver ett nytt planeringsverktyg för att stärka biologisk mångfald i ett landskap. Verktöget ska förbättra förutsättningarna för arter och biologisk mångfald i samband med samhällsutveckling eller annan markanvändning.

Projektet har utvecklat en modell för att uppskatta ett landskaps förmåga att hålla biologisk mångfald i dess olika biotoper (Biotope Biodiversity Capacity Indicator, BBCI). Hur verktöget kan användas beskrivs via fyra olika fallstudier.

Modellen har utvecklats baserat på ekologisk teori, biodiversitetsinformatik och tillämpad matematik. En viktig del har varit samverkan med kommun, länsstyrelse och skogsbolag i fallstudierna där modellen har testats och kalibrerats.

Analyser av fragmentering har gjorts i barrskogslandskap som sköts med särskild naturhänsyn, barrskogsvärdekärnors kapacitet för biologisk mångfald, potentiella målkonflikter mellan biotoperna, ädellövskog och öppen mark med skyddsvärda träd. Man har även studerat kapacitet för biologisk mångfald hos äldre ädellövträd i ett landskap med urbana miljöer och landsbygd.

Syftet med verktöget är att underlätta planering av grön infrastruktur på landskapsnivå.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag som finansierar forskning till stöd för Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens kunskapsbehov.