Leif Andersson och hans kollegor har utarbetat en metod för att kunna fastställa konkreta mål för hur krävande arter ska kunna överleva i sin miljö. Metoden är utarbetad för Östra Vätterbranterna men kan tillämpas över hela Sverige.

Landskapsekologisk brist- och funktionalitetsanalys (BRIFUNK)
– levande landskap från teori till praktik

LEIF ANDERSSON, KARL-OLOF BERGMAN, CLAES HELLSTEN & HEIDI PALTTO ANDERSEN

Förlust av biologisk mångfald är ett av vår tids stora miljöproblem. Utdöendet i vår tid är i paritet med de stora utdöendena under tidigare katastrofer i planetens historia. Man har till och med föreslagit ett eget namn på den geologiska epok som startade i och med industrialismens genombrott för ett par hundra år sen – antropocen – på grund av människans stora påverkan på planeten.

Det har varit svårt att vända den negativa trenden för många ekosystem när det gäller biologisk mångfald. Förlusterna påverkar ekosystemens funktioner och även människans välfärd. Biologisk mångfald är grunden för en rad ekosystemtjänster, tjänster som är gratis för samhället så länge de fungerar. Fungerande ekosystem levererar tjänster som till exempel pollinering, kolinlagring, rekreation och hälsa, framtida mediciner, vattenrening och biologisk kontroll av skadeinsekter.

Mycket av diskussionerna om förlust av biodiversitet har fokuserat på tropiska miljöer. Men Sverige är inget undantag, våra ekosystem utarmas också och rödlistan rymmer nu drygt 4000 arter. Många förr vanliga arter är nu på rödlistan. Sveriges riksdag har lyft frågan och den är en viktig hörnsten i många av de 16 miljökvalitetsmål i Sveriges arbete mot hållbar utveckling som sker inom ramen för FN:s globala hållbarhetsmål.

Den dominerande orsaken till förlusten av arter är att deras livsmiljöer försvinner och att de kvarvarande miljöerna fragmenteras i små, mer eller mindre isolerade områden. Sedan länge kända resultat från ett stort antal forskningsstudier visar att sannolikheten för att en art ska överleva ökar med ökad total areal och ökat antal områden av dess livsmiljö och ökad kontakt mellan dessa områden (Krauss m.fl. 2004). För att dessa forskningsresultat ska bli riktigt användbara i praktiskt naturvårdsarbete och planverksamhet krävs dock mer detaljerade uppgifter om hur stora arealer som arter kräver för att överleva och följande frågor behöver besvaras: *(i) hur stora arealer av en biotop behövs*, *(ii) var i ett landskap ska de vara belägna* samt *(iii) vilka kvaliteter ska de ha*.

Utan att besvara dessa frågor riskerar arbetet att bli ineffektivt och möjligheten att nå miljömålen om bevarande av biologisk mångfald minskar. Särskilt viktiga områden behöver identifieras och väljas ut för kostnadseffektiva och rimliga åtgärder. Detta är särskilt viktigt då naturvården ska samsas med andra intressen i landskapet.

Arters utbredning är inte slumpmässig utan arter med olika krav på sin miljö förekommer i olika landskapsavsnitt. Människans markanvändning har ofta resulterat i en trivialisering av biotoperna. Skogarna blir

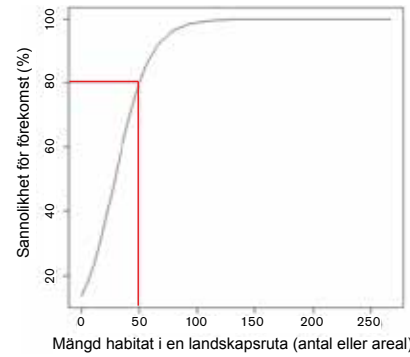
yngre, träden i landskapet blir yngre, gräsmarkerna kvävegödslas och blir artfattigare, våtmarker dikas ut, skogarna förtätas och blir mörkare. Detta har resulterat i att arter med lägre krav, till exempel på skogens eller trädens ålder, eller gräsmarkers hävd och frihet från kvävepåverkan finns utbredda över stora delar av landskapet, medan arter med höga och specialiserade krav på sin livsmiljö bara finns kvar i vissa landskapsavsnitt med tillräcklig mängd av högkvalitativa biotoper.

Forskning visar att många arter kräver en viss mängd passande livsmiljö för att kunna överleva i landskapet, ett tröskelvärde för överlevnad (Angelstam 2004, Angelstam m.fl. 2010). Sjunker mängden passande miljö under tröskelvärdet minskar sannolikheten för överlevnad snabbt för arten (figur 1). Ett problem med att göra studier av tröskelvärden har dock varit bristen på data över var arter finns och var de saknas samt bristen på data över var lämpliga biotoper finns. Det har gjort att det inte funnits något heltäckande verktyg för att beräkna tröskelvärden för olika biotoper.

Här ska också inskjutas att förutsättningarna för arter i landskapet av rent naturgivna skäl varierar. Vissa biotoper täcker naturligt mycket små arealer eller är sällsynta, till exempel källor, extremrikkärr, lodytor, sandrevlar i vattendrag. Bedömningar av förekomst av sådana miljöer, deras artinnehåll och utveckling över tid är svårare då bristen på data här är ännu större.

Syftet med detta arbete har varit att ta fram ett verktyg för att visa hur mycket av en biotop som behövs för att en krävande art eller en grupp av krävande arter ska överleva långsiktigt i ett landskap, samt att peka ut var i landskapet det finns förutsättningar för att bevara arterna och hur dessa förutsättningar varierar.

Vi presenterar därför här en ny metod som vi tror kan svara på de frågor vi ställde ovan: Landskapsekologisk brist och funktionalitetsanalys (BRIFUNK). Vi använder artpooler av fokusarter från ett antal viktiga biotoper och data över biotopernas förekomster för att fastställa tydliga och mätbara mål för långsiktig överlevnad av krävande arter som kan utgöra underlag för dialog och beslut om åtgärder. BRIFUNK är utvecklad utifrån behovet av ett underlag för diskussioner om markanvändningen inom biosfärsområdet Östra Vätterbranterna och biotoperna som belyses här är därför knutna till det området, men principerna för metoden bör kunna användas över hela Sverige och för andra biotoper.

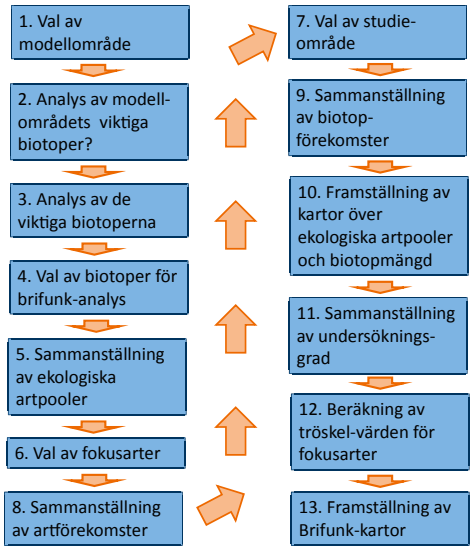


FIGUR 1. Exempel på samband mellan sannolikheten för en arts förekomst och mängden habitat i landskapet. I detta exempel krävs det 50 enheter (t.ex. jätteekar) av habitatet för att arten ska finnas där med 80 procents sannolikhet. Tröskelvärdet för detta landskap är alltså 50 enheter av habitatet. Karakteristiskt för sådana samband är att i ett visst intervall stiger sannolikheten snabbt för att en art ska förekomma när mängden habitat ökar, för att sedan nå en mättnad där arten förekommer med 100 procents sannolikhet.

Metodik och arbetsgång (figur 2)

MODELL- OCH STUDIEOMRÅDE

Det område som var utgångspunkt för denna studie var Biosfärområde Östra Vätterbranterna. Vi kallar detta område för ”modellområdet”. Under förarbetena och utvecklingen av metodiken så framgick att området var för litet för att ge tillräckligt underlag för att beräkna statistiskt



FIGUR 2. Schematisk bild av arbetsgången för en Landskapsekologisk brist- och funktionalitetsanalys (BRIFUNK).

säkerställda tröskelvärden för de valda fokusarterna. Det område som användes för analyserna är Östergötlands län, Jönköpings län, Kronobergs län, fastlandsdelen av Kalmar län och Västgötadelen av Västra Götalands län (figur 3). Denna mycket större areal kallar vi för ”studieområdet”. Resultaten från detta arbete är giltiga i hela studieområdet.

MODELLOMRÅDETS VIKTIGA BIOTOPER

En första analys av Biosfärområde Östra Vätterbranterna innefattade en genomgång av vilka biotoper som är viktiga för biologisk mångfald i området (tabell 1) samt vilka biotoper som har ett nationellt eller till och med internationellt värde. Analysen baserades på förekomster av biotoper i området och studier av biotopernas innehåll av kärlväxter, svampar, mossor, lavar, evertebrater och fåglar i området. Alla var dock inte intressanta som val för en vidare analys. Vissa biotoper är knappast möjliga att förbättra vad det gäller kvalitet eller mängd och är därför inte förstahandsval för en BRIFUNK-analys. Lodytor mot Vättern är exempelvis biologiskt intressanta men arealen är knappast möjlig att öka (men däremot att minska eller försämra genom

TABELL 1. Biotoper av stor betydelse för den biologisk mångfalden i Biosfärområde Östra Vätterbranterna.

Biotop	Analyserat	Kommentar
Ekmiljöer	X	
Ask–alm–lönn-miljöer	X	
Hällmarkstorrängar	X	
Hällmarkstallskog	X	
Friskängar–torrängar	X	
Bergbranter	–	Biotop som ej kan ökas genom val av skötsel, brist på biotopdata och artdata
Bryn, mosaiker av gräsmarker, blommande buskar, skog	X	
Granmiljöer	–	Bedöms vara av mest lokalt intresse
Tallar i betesmarker (ev. vidgat till skogsbeten)	–	Brist på biotopdata, brist på artdata, svårt att avgränsa
Hamlade träd	X	Inkluderad i ask,alm, lönn-miljöer. Svårt att avgränsa som separat biotop
Östvända branter med asp, gran och tall	–	Brist på biotopdata, brist på artdata, svårt att avgränsa
Bokmiljöer	–	Bedöms vara av mest lokalt intresse (Omberg)
Bäckraviner	X	Inkluderad i ask–alm–lönn-miljöer. Svårt att avgränsa som separat biotop
Klippstränder	–	Biotop som ej kan ökas genom val av skötsel, brist på biotopdata och artdata
Gammal björk i landskapet	–	Brist på biotopdata, brist på artdata, svårt att avgränsa
Sälg i landskapet	–	Brist på biotopdata, brist på artdata, svårt att avgränsa

exploatering). Denna studie har därför fokuserat på biotoper som kan påverkas i mängd och kvalitet genom aktiva val inom de areella näringarna eller naturvården. Följande biotoper valdes ut för vidare analyser:

- Ekmiljöer (ekskogar, ekhagar, förekomster av grova ekar) (figur 9)
- Ask–alm–lönn-miljöer (inkl. förekomster av hamlade träd och skyddsvärda träd av dessa trädslag)
- Hällmarkstorrängar (figur 13)
- Hällmarkstallskog
- Friskängar–torrängar
- Bryn, mosaiker av gräsmarker, blommande buskar, skog.

SAMMANSTÄLLNING AV EKOLOGISKA ARTPOOLER OCH FOKUSARTER

För att besvara frågan hur mycket som behövs av en biotop använde sig BRIFUNK av existerande mönster hos arters utbredning i landskapet. För att välja arter för analyserna gjordes sammanställningar av den ekologiska artpoolen för de valda biotoperna för analys. Dessa listor över arter från de olika biotoperna baserades på utdrag ur ArtDatabankens Artfaktadatabas (inkl dess föregångare, den äldre databasen BIUS) (ArtDatabanken 2019). Även utdrag ur ArtDatabankens databaser över arter på död ved och från kontinuitetsskogar användes (Dahlberg & Stokland 2004, Dahlberg 2011). Vidare användes de ekologiska katalogerna för lavar och svampar (Hallingbäck 1995, Hallingbäck & Aronsson 1998).

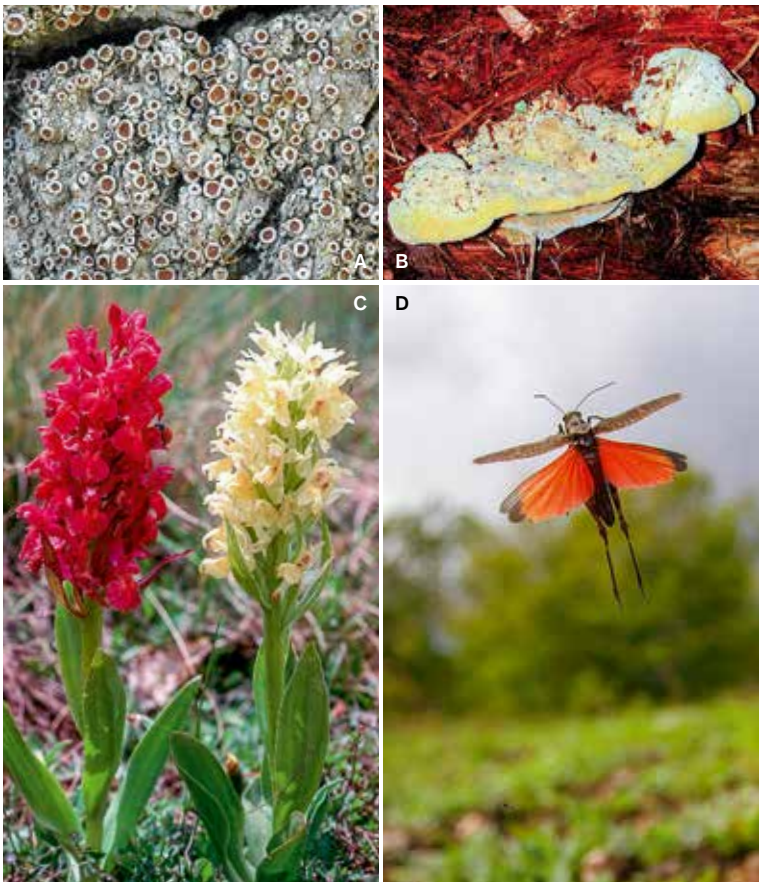
Resultatet av dessa sammanställningar blev bruttolistor över arter i respektive biotop. För ekmiljöer blev resultatet en lista på 1687 arter. De framtagna listorna granskades sedan av författarna för att se till att endast arter med hög grad av knutenhet till biotopen användes. När denna genomgång gjorts för ek återstod 467 arter strikt knutna till ek. För hällmarkstorrängar återstod 135 arter och för ask–alm–lönn-miljöer 299 arter.

FIGUR 3. För att få tillräckligt underlag för beräkningar av tröskelvärden valdes data från ett område omfattande Västergötland (nästan hela), Småland (nästan hela) och Östergötland för beräkningarna.

Detta område valdes för att de naturgivna förutsättningarna, särskilt vad det gäller klimat, är likartade. Området motsvarar sydlig del av den boreonemorala zonen. Kustlandskapen i väster och Öland och Gotland bedömdes ha för avvikande klimat och vad det gäller Öland och Gotland dessutom särpräglad berggrund. Dessa faktorer skulle riskera att påverka tröskelvärdesberäkningarna.

Det var inte praktiskt möjligt att analysera hur alla den ekologiska artpoolens arter förhöll sig till förekomst av olika mängd biotop i landskapet. Därför valdes ett antal så kallade fokusarter (figur 4) ut från varje biotop för analys (Lambeck 1997). Kriterierna var att de skulle (i) vara hyggligt väl kända, (ii) ha dokumenterat höga krav på biotopkvalitet men inte vara för sällsynta, och (iii) vara strikt knutna till den analyserade miljön.

För ekmiljöer valdes därför 23 arter ut (tabell 2), för ask–alm–lönn-miljöer valdes 24 arter knutna till själva träden och 24 andra arter knutna till markförhållanden i



FIGUR 4. Exempel på fokusarter. A) Almlav *Gyalecta ulmi* växer företrädesvis på gamla askar, almar och lönnar. Mest finner man den på gamla hamlade träd i hagmarker, lövängar och lövängsrester, men den finns även i rasbrantsskogar med gamla lönnar.

B) Saffransticka *Aurantiporus croceus* är en sällsynt men lätt igenkännlig art som växer på mycket gamla ekar och på grova eklågor.

C) Adam och Eva *Dactylorhiza sambucina* är en tämligen ovanlig orkidé som växer på torra gräsmarker, gärna i kanten av hällmarker. Arten är väl känd och därför en bra fokusart.

D) Trumgräshoppa *Psophus stridulus* är en sällsynt och lätt igenkännlig gräshoppa knuten till större, främst torra, gräsmarker.

FOTO: Leif och Anita Stridvall (A–C), Mats Wilhelm/N (D).

TABELL 2. Tabell över lämpliga fokusarter för ekmiljöer. I begreppet ekmiljöer ingår grova träd av ek (över 1 meter i brösthöjdsdiameter), ekhagar med grova träd och ekskogar.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Organism-grupp	Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Organism-grupp
Arthonia byssacea	ekpricklav	lavar	*Haploporus tuberculosus*	blekticka	storsvampar
Aurantiporus croceus	saffransticka	storsvampar	*Hygrophorus russula*	kremlevaxskivling	storsvampar
Bactrospora corticola	liten sönderfallslav	lavar	*Inonotus dryadeus*	tårticka	storsvampar
B. dryina	stor sönderfallslav	lavar	*Lactarius volemus*	mandelriska	storsvampar
Calicium adspersum	gulpudrad spiklav	lavar	*Lecanographa amylacea*	gammelekslav	lavar
Chaenotheca hispidula	parknål	lavar	*Osmoderma eremita*	läderbagge	skalbaggar
C. phaeocephala	brun nållav	lavar	*Perenniporia medulla-panis*	brödmärgsticka	storsvampar
Cliostomum corrugatum	gul dropplav	lavar	*Phellinus robustus*	ekticka	storsvampar
Dendrographa decolorans	grå skärelav	lavar	*Piptoporus quercinus*	tungticka	storsvampar
Fistulina hepatica	oxtungsvamp	storsvampar	*Schismatomma pericleum*	rosa skärelav	lavar
Grifola frondosa	koralltticka	storsvampar	*Sclerophora coniophaea*	rödbrun blekspik	lavar
Gymnopus fusipes	räfflad nagelskivling	storsvampar			

dessa miljöer, för hällmarkstallskogar valdes 16 arter, för hällmarkstorrängar 23 arter, för torra–friska gräsmarker 44 arter, och slutligen så valdes 48 olika arter ut för träd–gräsmarksmosaiker (bryn och kantzoner i odlingslandskapet) .

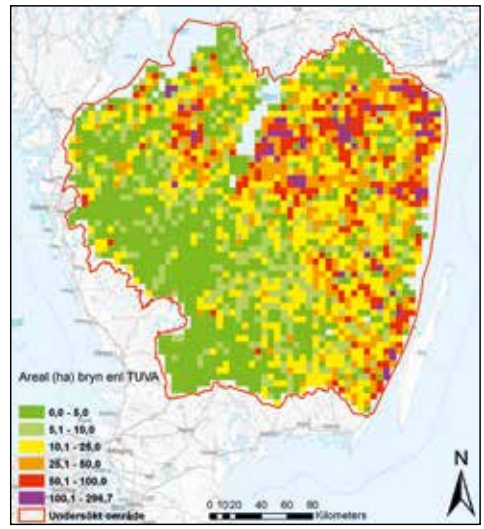
SAMMANSTÄLLNING AV ARTFÖREKOMSTER

Data över artfynd hämtades huvudsakligen från Artportalen, Artportalens observationsdatabas, *Smålands flora*, *Fungus info* (privat svampdatabas), ängs- och betesmarksinventeringen TUVA, Ängs- och hagmarksinventeringarna från Jönköpings län och dåvarande Älvsborgs och Skaraborgs län samt Markfaunadatabasen hos Naturhistoriska museet i Göteborg.

Totalt består databasen för att beräkna tröskelvärden av 5 700 341 artfynd. Det är nästan dubbelt så många som fanns i Artportalen över det aktuella området i slutet av 2014. I denna databas har inte fynddata över ryggradsdjur tagits med. Inte heller arter förekommande i limniska eller marina miljöer. Att en databas med så många olika arter sammanställdes har två skäl. Det ena är att det ger ett säkrare mått på hur noggrant varje ruta har undersökts. Det andra är en ökad flexibilitet att välja och arbeta med fokusarter.

SAMMANSTÄLLNING AV BIOTOPFÖREKOMSTER

För att matcha artförekomster mot förekomster av deras livsmiljö hämtades data för de olika biotoperna från olika källor. Viktiga har för ekmiljöernas del varit länsvisa databaser över förekomster av skyddsvärda träd, ängs- och betesmarksinventeringen TUVA och Natura 2000-data över ekhagar samt SLU:s skogskarta och Översiktlig skogsinventering (ÖSI). För ask–alm–lönn-miljöerna användes också de länsvisa databaserna över förekomster av skyddsvärda träd, Skogsstyrelsens databas över nyckelbiotoper samt Natura 2000-data över ett antal ädellövmiljöer. För torra–friska ängar, liksom för hällmarkstorrängar och brynmiljöer, användes TUVA (figur 5). För hällmarkstallskogar användes Svenska Marktäckedata och ÖSI.



FIGUR 5. Karta över areal betesmarker med bryn eller blommande träd per ruta om 5 × 5 km enligt TUVA i undersökningsområdet.

SKALOR FÖR EKOLOGISKA ARTPOOLER OCH BIOTOPMÄNGD

Resultatet av artförekomsterna och biotopmängderna sammanställdes i rutnät i landskapet. Idealt bör rutornas storlek avgöras av i vilken rumslig skala som arterna reagerar på landskapets sammansättning. För att få analyserbara data har vi dock begränsats av tillgången på data för arter och biotoper. Med de data som är tillgängliga idag är rutor om 5 × 5 km och 1 × 1 km de skalor som är lämpliga att arbeta med. Forskningsresultat visar att det också är en relevant skala för många arter, även om det varierar (Paltto m.fl. 2010).

Dessa ytor, 2 500 hektar respektive 100 hektar, är alltså de landskapsstorlekar som analyserna baseras på. Mindre ytor gav för lite data (särskilt fynddata av arter) att arbeta med. Totalt analyserades 2 464 rutor med en yta av 2 500 hektar och 64 724 rutor med en yta av 100 hektar som fanns i studieområdet. Rutor med en viss del utanför studieområdet analyserades inte, medan

FIGUR 6. Karta över artpoolens storlek avseende antalet marklevande fokusarter i bestånd av ask, alm och lönn per ruta om 1 × 1 km. Maximalt antal arter som noterats i en ruta var 5 av de 24 utvalda fokusarterna.

de med förekomst av vatten eller andra för arterna olämpliga miljöer togs med.

I varje ruta sammanställdes uppgifter om noterad förekomst av de undersökta arterna (figur 6) samt mängden av artens livsmiljö.

SAMMANSTÄLLNING AV UNDERSÖKNINGSGRAD

Vissa organismgrupper eller artgrupper (skogliga signalarter, insekter, svampar och växter) har eftersökts mer än andra och undersökningsgraden varierar starkt i geografin. Landskapen runt universitetsstäder och tätorter är genomgående mer undersökta än glest befolkade regioner. Sammanställningar av artförekomster skulle således påverkas starkt av undersökningsgraden, vilket skulle påverka analyser av den typ som BRIFUNK utgör.

För varje ruta sammanställdes därför antalet fyndplatser (antalet olika koordinatpunkter) av arter i den organismgrupp som arten tillhör för att få ett mått på undersökningsgraden. Undersökningsgraden användes sedan för att vikta datat för varje ruta som sedan användes i de statistiska modellerna för beräknade tröskelvärden.

BERÄKNING AV TRÖSKELVÄRDEN FÖR FOKUSARTER

Ett viktigt grundantagande för beräkning av tröskelvärden är att det finns ett samband mellan artförekomst och mängden av artens livsmiljö per ytenhet. Mängden livsmiljö kan till exempel mätas i antal (skyddsvärda träd) eller areal (gräsmark). Livsmiljön behöver i många fall ha en viss kvalitet som till exempel ålder eller stamomkrets på träd, utvecklingsgrad, hävdgynnad flora etc. Analyserna av arternas tröskelvärden gjordes mot olika sätt att mäta och kartera biotopen. Ekarterna undersöktes till exempel mot antalet grova träd (> 1 m och > 1,5 m i brösthöjdsdiameter), mot areal ekhage, mot areal ekskog och mot sammanlagd areal ekbestånd (både ekhage och ekskog).

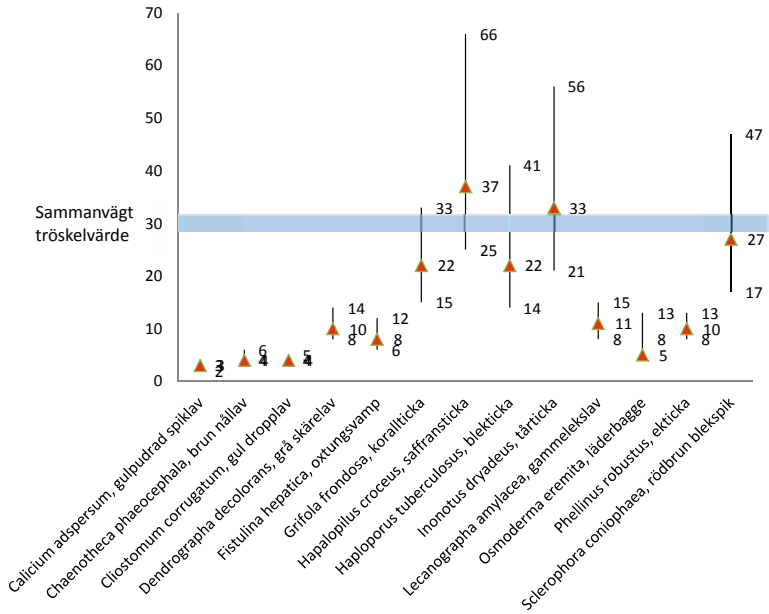
En binomial regressionsmodell användes för att beräkna hur en arts sannolikhet att finnas i ett givet geografiskt område (i detta fall rutor om 5 × 5 km eller 1 × 1 km) påverkades av mängden lämpligt habitat. I denna modell inkluderas också effekten av undersökningsgrad. Utifrån modellerna beräknades mängden/arealen biotop som krävs för att en viss art ska finnas i en ruta, ett **tröskelvärde** (figur 7). Tröskelvärdena beräknas genom att modellen anger den biotopmängd som behövs för att arten med 80 procents sannolikhet ska finnas där. Modellerna ger även tröskelvärden för att arten med 50 eller 95 procents sannolikhet ska finnas men vi bedömde att det första kravet var för lågt ställt och det andra för högt. Modellerna beräknar också ett 95-procentigt konfidensintervall för själva tröskel-

värdet vilket innebär att tröskelvärdet med 95 procents sannolikhet finns inom detta intervall. Det 95-procentiga konfidensintervallet anger den osäkerhet som finns i skattningen av tröskelvärdet. Ett snävt konfidensintervall innebär att tröskelvärdet är säkrare än ett brett konfidensintervall.

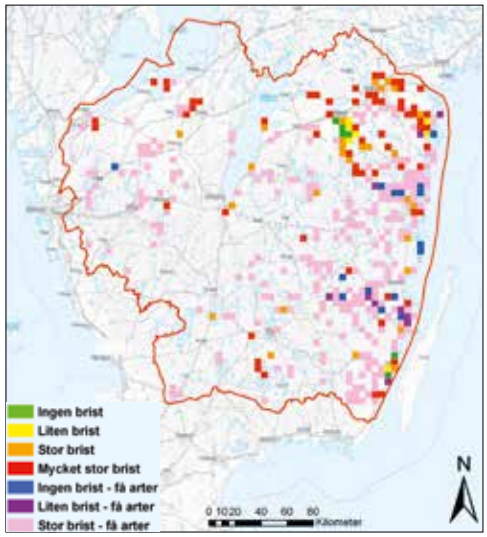
Ett antal kriterier användes sedan för att avgöra om tröskelvärdet var rimligt. Modellerna är rent matematiska och är ekologiskt blinda och resultatet måste därför kontrolleras. Kriterier som då användes är att 1) konfidensintervallet inte får anta negativa värden, 2) konfidensintervallets högre värde får inte vara mer än 10 procent högre än det högsta värdet för biotopmängden i datasetet. Båda dessa villkor måste vara uppfyllda då tröskelvärdena annars baseras på orimliga värden.

Vid analyserna visade sig statistiskt signifikanta och rimliga tröskelvärden kunna beräknas för 73 av de 202 använda fokusarterna. För ett antal arter kunde sådana tröskelvärden beräknas för olika sätt att mäta biotopmängden.

Dessa beräknade tröskelvärden för de analyserade arterna användes sedan för att göra ett **sammanvägt tröskelvärde** för den biotopmängd som är tillräcklig för att de valda fokusarterna ska kunna fortleva i ett ruta (figur 7). Det sammanvägda tröskelvärdet definieras så att alla fokusarters tröskelvärden ligger i nivå med eller under detta. Enstaka arter med stora konfidensintervall kring tröskelvärdet tilläts dock inte påverka tröskelvärdet i lika stor utsträckning som arter med snävare konfidensintervall. Det sammanvägda tröskelvärdet skulle dock ligga inom de mest krävande arternas konfidensintervall för att även krävande arter skulle kunna ha sina krav uppfyllda.



FIGUR 7. Tröskelvärden för ett antal fokusarter på ek för antalet ekar med större brösthöjdsdiameter än 150 cm per ruta om 1 × 1 km. Den röda triangeln och siffran bredvid avser det beräknade tröskelvärdet. Siffrorna i varje ände av linjen avser värdet för ändpunkterna i det 95-procentiga konfidensintervallet för tröskelvärdet. Den breda blå linjen är nivån för det sammanvägda tröskelvärdet för samtliga arter med beräknade tröskelvärden.



FIGUR 8. Karta över brist och tillgång på ekhage i rutor om 5 × 5 km i undersökningsområdet. Flertalet rutor inom undersökningsområdet saknar färgmarkering och tillhör den lägsta kategorin (nr 8) med mycket stor brist på både habitat och arter.

Detta sammanvägda tröskelvärde användes sedan för att göra kartor över brist och tillgång på biotopen som är lämplig för fokusarterna. Detta gjordes i de båda rutstorlekarna och för olika mått på biotopen.

FRAMSTÄLLNING AV BRIFUNK-KARTOR

Huvudresultatet av en BRIFUNK-analys är kartvisa sammanställningar av hur landskapet uppfyller fokusarternas krav på förekomst av livsmiljö med hjälp av de beräknade tröskelvärdena (figur 8). Dessa kartor visar hur brist och tillgång på respektive biotop varierar i geografin. Hur landskapet uppfyller fokusarternas krav på livsmiljö kan delas in i åtta olika kategorier.

1. *Ingen brist.* Områden med tillräckligt med habitat för att fokusarten (-erna) med god sannolikhet kan leva vidare (god tillgång) och där mer än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Här behövs bevarande och säkring av framtida tillgång av habitatet*.

2. *Liten brist.* Områden där habitatet förekommer i en mängd motsvarande 70–100 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet och där mer än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *En viss restaurering tillsammans med bevarande och säkring av habitatet för framtiden är här nödvändig*.

3. *Stor brist.* Mängden habitat förekommer med 20–70 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet och där mer än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Här behövs mer omfattande restaurering av lämpliga biotoper tillsammans med bevarande och säkring av habitatet för framtiden.*

4. *Mycket stor brist.* Mängden habitat förekommer med mindre än 20 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet och där mer än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *I dessa områden finns en utdöendeskuld och det kan anses vara svårt att säkra arters överlevnad på sikt. Viktiga kärnor där arterna förekommer bör dock bevaras.*

5. *Ingen brist – få arter*. Områden med tillräckligt med habitat för att fokusarten (-erna) med god sannolikhet kan leva vidare (god tillgång). Här har dock mindre än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Dessa områden kan vara dåligt undersökta på arter eller så har området en kort historia med god tillgång på habitatet. Oavsett vilket så är detta viktiga områden för bevarande av habitatet*.

6. *Liten brist – få arter*. Områden där habitatet förekommer i en mängd motsvarande 70–100 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet. Här har dock mindre än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Dessa områden kan vara dåligt undersökta på arter eller så har området en kort historia med god tillgång på habitatet. Oavsett vilket så är detta viktiga områden för bevarande av habitatet men här behövs också restaurering så att mängden lämpligt habitat ökar.*

7. *Stor brist – få arter*. Mängden habitat förekommer med 20–70 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet. Här har dock mindre än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Här behövs mer omfattande restaurering av lämpliga biotoper tillsammans med bevarande och säkring av habitatet för framtiden.*

8. *Mycket stor brist – få arter*. Mängden habitat förekommer med mindre än 20 % av det beräknade och sammanvägda tröskelvärdet och mindre än hälften av fokusarterna med beräknade tröskelvärden påträffats. *Detta är förmodligen områden där bevarande av habitatet har lägre prioritet. Så som landskapet ser ut idag så är dessa "blanka" ytor de mest frekventa.*

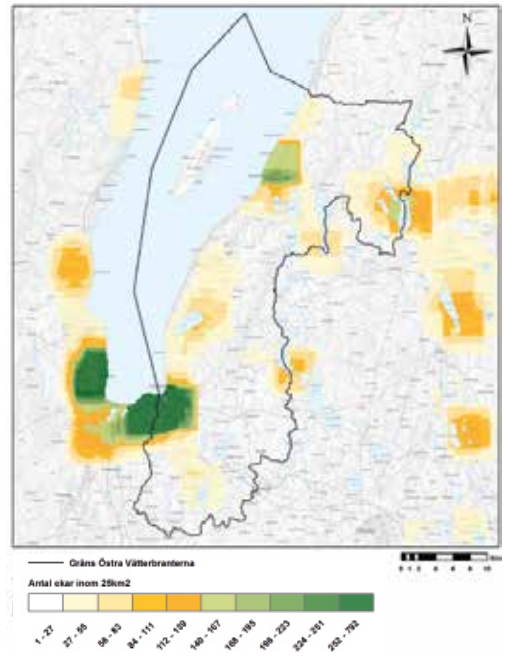
FIGUR 9. Det tar lång tid för ekar att utveckla höga naturvärden. I området mellan Vretaholm och sjön Noen öster om Gränna finns ett antal ekhagar. Dock hyser inte alla ekhagarna riktiga gammelekar. En viktig åtgärd för att på sikt öka naturvärdena är att låta ekarna åldras och få bli gammelekar.
FOTO: Claes Hellsten.

Resultat

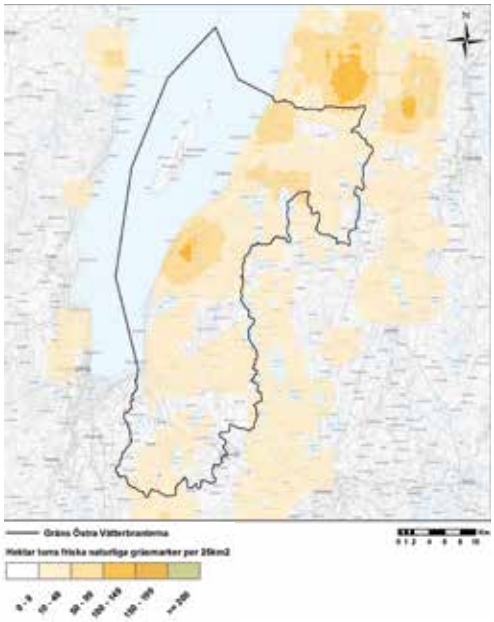
VAR FINNS DE FUNKTIONELLA LANDSKAPEN OCH VAR FINNS DE MED BRISTER?

För fokusarter knutna till grova ekar (brösthöjdsdiameter > 1 m) var det sammanvägda tröskelvärdet **140 grova ekar per 25 km²** (tabell 3). För mycket grova ekar (brösthöjdsdiameter > 1,5 m) var det sammanvägda tröskelvärdet **50 sådana jätteekar per 25 km²**. Så många krävs för att fokusarter som till exempel saffransticka *Aurantiporus croceus* (figur 4), tårticka *Inonotus dryadeus* och tungticka *Piptoporus quercinus* ska förekomma med 80 % sannolikhet.

Sådana landskap finns bara på några ställen. Landskap där mer än hälften av fokusarterna med giltiga tröskelvärden påträffats och där tillräckligt med grova ekar – med över 1 m brösthöjdsdiameter – finns är framför allt i eklandskapet söder om Linköping men också i områden vid Norrköping, yttre delen av Vikbolandet, utmed Kalmarsund (norr och söder om Kalmar) samt på Kinnekulle. Enstaka 25 km²-rutor som uppfyller att både fokusarter och tillräckligt med ekar finns, finns också utmed Östra Vätterstranden (figur 10). Det finns också områden med tillräckligt med grova ekar men där min-



FIGUR 10. Ekar med stamdiameter över en meter. De gröna områdena visar vilka områden där tröskelvärdet på 140 ekar per 25 km² uppfylls. Ju mörkare färg desto fler ekar finns det inom det definierade området. Detsamma gäller för den orange färgen, ju mörkare färg desto närmare tröskelvärdet ligger området.



FIGUR 11. Torra–friska naturliga gräsmarker. Ju mörkare orange färg desto närmare tröskelvärdet ligger området. Observera att inget område uppfyller tröskelvärdet på 200 hektar per 25 km^2.

dre än hälften av fokusarterna med giltiga tröskelvärden påträffats, till exempel norr och söder om Hjo, vid Alingsås, vid Värnamo, vid Mjölby och vid Skara och Motala. Områden med tillräckligt med riktiga jätteekar (med över 150 cm brösthöjdsdiameter) finns endast i eklandskapet söder om Linköping och norr och söder om Kalmar utmed Kalmarsund.

Mängden biotop av ask, alm och lönn mättes dels i antalet grova träd av dessa träd (brösthöjdsdiameter över 80 cm) per ytenhet men också i mängden (hektar) av ask, alm och lönn (bestånd av skog och betesmarker) per ytenhet. Sammanvägt tröskelvärde för att arter knutna till dessa ädellövträd som exempelvis almlav *Gyalecta ulmi* (figur 4), blek kraterlav *Gyalecta flotowii*, vitskivlav *Diplotomma alboatrum* och klosterlav *Biatoridium monasteriense* beräknades till **150 hektar per 25 km^2**. Landskap där mer än hälften av dessa arter påträffats och där tillräckligt med biotop finns är framför allt på Kinnekulle. Även runt Billingen och utmed Östra Vätterstranden finns sådana områden samt vid Alsterån mynning. Tröskelvärden beräknades också för marklevande arter i sådana ädellövskogar och landskapen där de marklevande fokusarterna finns och där biotopförekomsten når upp till det sammanvägda tröskelvärdet är i stort sett desamma.

För att arter knutna till torra och friska gräsmarker (figur 11) som ängsmetallvinge *Adscita statices*, månlåsbräken *Botrychium lunaria*, fältgentiana *Gentianella campestris*, trumgräshoppa *Psophus stridulus* (figur 4) och sepiavaxskivling *Hygrocybe ovina* ska förekomma med 80 % sannolikhet behövs ett sammanvägt tröskelvärde om **200 hektar torr och frisk gräsmark per 25 km^2**. Endast på Kinnekulle och i mellanbygderna i gränsen mellan Mjölby och Ödeshögs kommuner finns rutor som uppnår dessa arealer med kravet att minst hälften av fokusarterna med giltiga tröskelvärden ska påträffats.

Landskapsanalysen visar stora brister på torra och friska gräsmarker men tämligen stora områden där mer än hälften av fokusarterna med giltiga tröskelvärden är noterade. De stora koncentrationerna av sådana gräsmarker är i södra Östergötland och norra Småland. Också Falbygden och Billingebygden liksom områden utmed Emån och Alsterån är viktiga områden för torra och friska gräsmarker. Det är rimligt att anta att detta är områden som har en utdöendeskuld.

Landskap med hällmarkstorrängar som når upp till det sammanvägda tröskelvärdet för arter som exempelvis vitknavel *Scleranthus perennis*, lunddraba *Draba muralis*, Adam och Eva *Dactylorhiza sambucina* (figur 4) och vårvicker *Vicia lathyroides* finns framför allt utmed Östersjökusten. Viktiga landskap med hällmarker finns också utmed östra Vätterstranden och på Kålland och Kållandsö vid Vänern.

TABELL 3. Sammanställning av sammanvägda tröskelvärden i olika skalor erhållna genom BRIFUNK-analys.

Biotop	Ruta 5×5 km	Ruta 1×1 km
Ekträd > 1 m	140 träd	90 träd
Ekträd > 1,5 m	50 träd	30 träd
Ekhage	75 ha	50 ha
Ask–alm–lönn > 0,8 m	250 träd	120 träd
Skog ask–alm–lönn – trädanknutna arter	150 ha	–
Skog ask–alm–lönn – markanknutna arter	150 ha	–
Bestånd ask–alm–lönn (skog, hagmarker) – trädanknutna arter	150 ha	–
Bestånd ask–alm–lönn (skog, hagmarker) – markanknutna arter	150 ha	–
Hällmarkstorrängar	160 ha	–
Hällmarkstallskogar	600 ha	–
Torra–friska naturliga gräsmarker enligt Natura 2000	200 ha	60 ha
Bryn- och mosaikmiljöer i jordbrukslandskapet	150 ha	–

Analysen av hällmarkstallskogar visade att även här är Östersjökusten den viktigaste trakten. Endast fyra av de undersökta arterna, svart praktbagge *Anthaxia similis*, dvärgbägarlav *Cladonia parasitica*, vedskivlav *Hertelidea botryosa* och trepanerad barkborre *Pityogenes trepanatus* gav statistiskt säkerställda tröskelvärden. Inga andra områden hade biotopförekomster av hällmarkstallskogar som nådde i närheten av tröskelvärdet. Viktiga områden med hällmarkstallskogar som Tiveden och Dalsland ingick dock inte i området som analyserades.

Bryn och kantzoner i odlingslandskapet – eller uttryckt som mosaik mellan trädbevuxen mark och gräsmark – analyserades på 44 olika arter. Nästan en tredjedel av dessa arter gav statistiskt signifikanta tröskelvärden. Här fanns kärlväxter som småborre *Agrimonia eupatoria*, sötvedel *Astragalus glycyphyllos* och rundhagtorn *Crataegus laevigata* men också fågelarter som hämpling, törnsångare och göktyta. Det **sammanvägda tröskelvärdet för bryn- och kantzoner per 5 × 5 km ruta var 150 hektar**. Trakter med god tillgång på dessa biotoper finns i Östergötland (utom norra delen), östra Småland och östra Vätterbygden samt i platåbergsområdena i Västergötland.

Diskussion

FÖRDELAR MED BRIFUNK

I och med att habitatförluster är den helt dominerande orsaken till att arter minskar och försvinner i landskapet måste en strategi för bevarande av arter bygga på vetenskapligt underbyggda kunskaper om hur arter reagerar på mängden passande habitat i landskapet. En rad studier har visat att arter kräver en viss mängd habitat för att kunna överleva och att sannolikheten för överlevnad ofta påverkas kraftigt när mängden sjunker under ett visst tröskelvärde. Det finns naturligtvis en rad osäkerheter i dessa beräkningar men vi tror ändå att våra resultat kan ge en god vägledning i naturvårdsarbetet tack vara det stora antalet arter som analyserats samt det stora geografiska område som analysen bygger på.

Utdöendeskulder är en osäkerhetsfaktor som kanske främst berör växter, och som i så fall skulle leda till att mängden habitat som krävs underskattades. Andra faktorer är naturligtvis mängden artdata som finns och kvaliteten på underlagsmaterialet för habitaten, men med vårt stora material så kan vi ändå få fram tillräckligt med data för att genomföra analysen. Totalt analyserades tröskelvärden för 202 arter och målet ekologisk funktionalitet i landskapet

kunde i och med detta mätas inom sex av de för Östra Vätterbranterna viktigaste och analyserbara biotoperna (ek, ask–alm–lönn, hällmarkstorrängar, hällmarkstallskogar, torra–friska naturliga gräsmarker samt bryn- och mosaikmiljöer).

Det stora antalet (202 st) arter som analyserats är unikt i Sverige. En liknande analys gjordes för eklandskapet i Östergötland med läderbagge och mellanspett som fokusarter (Bergman m.fl. 2007). Detta ger naturvården helt nya redskap för att genomföra en effektiv naturvård. De största fördelarna med att arbeta med BRIFUNK är att den utgår från ett vetenskapligt och biologiskt angreppssätt för vad arterna kräver för att överleva. Detta ger en möjlighet att sätta upp biologiskt baserade mål för arealer och kvaliteter av biotoper samt att bedöma hur långt vi har kvar för att nå dem. Vidare kan dessa mål kostnadsberäknas. En annan aspekt är att de är lätta att kommunicera och att det är lätt att förstå vad som händer om vi inte når dem (arterna riskerar att försvinna). Tillämpning av BRIFUNK ger ett viktigt underlag för att kunna nå miljömålen och därmed också ett beslutsunderlag till politiker och andra. Särskilt viktigt är att vi kan bidra till ekologiskt relevanta – och mätbara – mål, även på lokal och regional nivå.

FIGUR 12. För gulpudrad spiklav *Calicium adspersum* räcker det med tre ekar med en diameter större än 150 cm per ruta om 1 × 1 km för att arten med 80 procents sannolikhet ska påträffas.
FOTO: Leif och Anita Stridvall.

De beräknade tröskelvärdena stämmer också med det som en fältjobbande ekolog intuitivt känner. Vissa arter är mer krävande än andra och det avspeglar sig i tröskelvärdena. Gulpudrad spiklav *Calicium adspersum* (figur 12) är till exempel mindre krävande än gammelekslav *Lecanographa amylacea*. Ett antal tickor – tårticka, tungticka och saffransticka – är så krävande att det är ekar med en brösthöjdsdiameter större än 1,5 meter som bäst förklarar deras förekomst. Tröskelvärdet per kvadratkilometer är för tårtickan 33 ekar och för saffransticka 37. De mindre krävande tickorna oxtungssvamp *Fistulina hepatica* och koralltticka *Grifola frondosa* har för ekar större än 1,5 m i brösthöjdsdiameter tröskelvärden på 8 respektive 22 ekar per kvadratkilometer.

Analyserna visar också att de landskap som visar sig vara landskapsekologiskt funktionella, eller nästan funktionella (med liten brist i förhållande till tröskelvärdena), oftast är belägna i geografin där man förväntar sig. Detta gäller samtliga de sex undersökta biotoperna. Eklandskapet söder om Linköping är sedan gammalt känt för sina mängder av ekvärden, men att Kalmarsundskusten har nästan lika höga värden är kanske inte lika välbekant. Att platåbergssluttningarna och Östra Vätterbranterna har norra Götalands bäst fungerande områden för ask–alm–lönnmiljöer är väntat. Likaså att hällmarkstorrängarna och hällmarkstallskogarna har sina bäst fungerande landskap utmed Östersjökusten. Men funktionaliteten hos hällmarkstorrängarna i Östra Vätterbranterna (figur 13) är betydligt bättre än hos hällmarkstallskogarna. Vad det gäller torra och friska gräsmarker framstår gränstrakterna mellan Småland och Östergötland i en klass för sig, dock följt av markerna runt platåbergen och Falbygden i Västergötland.

FIGUR 13. I Östra Vätterbranterna finns gott om artrika hällmarkstorrängar. FOTO: Leif Andersson.

Brynmiljöerna har bäst fungerande landskap i samma områden men dessutom i ännu högre grad utefter Östersjökusten.

Praktisk tillämpning

Arbetet med att genomföra en BRIFUNK-analys gav ett antal resultat som är användbara i olika sammanhang. Följande lista visar de viktigaste resultaten där kartor över brist och tillgång av den analyserade biotopen är viktigast:

- Ekologiska artpooler för analyserade biotoper – artlistor
- Fokusarter från analyserade biotoper – artlistor
- Tröskelvärden för fokusarter avseende biotopmängd - tabeller
- Biotopvisa kartor över områden med god tillgång på fokusarter eller biotop (värdetrakter) – kartor
- Biotopvisa kartor över områden med god biotoptillgång – kartor
- Biotopvisa kartor över områden med bristande biotoptillgång och där restaurering kan/bör göras – kartor

En generell tillämpning av BRIFUNK har stor potential vad gäller hållbar utveckling och biologisk mångfald. Kartunderlag för prioriterade landskapsavsnitt skulle kunna vara underlag som används i övergripande samhällsplanering och inom olika sektorer som berör brukande av landskapet. Det skulle till exempel vara värdefullt att kunna peka ut regioner som är viktiga för biologisk mångfald vad gäller planering av bostadsbyggande, skogsbruk, jordbruk och infrastruktur.

Olika aktörer i landskapet såsom Trafikverket, Svenska kraftnät, Skogsstyrelsen och skogsägarorganisationer, LRF och markägare skulle få ett underlag som visar var i landskapet olika åtgärder bör prioriteras. En skogsägare skulle exempelvis kunna få information om att ek bör prioriteras som naturvårdshänsyn i samband med en avverkning om den ligger inom ett utpekat landskapsavsnitt. Produktion av ektimmer kombinerat med ”evighetsträd” i skog och jordbrukslandskap skulle kunna bli bryggan mellan ekmiljöer som idag är isolerade. Svenska kraftnät skulle kunna identifiera kraftledningsgator och Trafikverket vägkanter med potential att länka ihop värdefulla gräsmarker.

ARBETE I MODELLOMRÅDET

I Östra Vätterbranterna har gjorts en ansats till praktisk tillämpning av BRIFUNK. Detta leddes av Länsstyrelsen med stöd av Naturvårdsverket (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2017). Då projektet ”Levande ekosystem i framtiden” (LEIF) hade begränsade resurser fokuserades arbetet på att ta

Biosfärområden – modeller för hållbar utveckling

Östra Vätterbranterna utsågs 2012 till biosfärområde av UNESCO på grund av områdets stora biologiska mångfald i kombination med höga estetiska och kulturhistoriska värden. Här finns en enastående rikedom av ädellövträd som ask, alm, lönn, lind och ek och en stor mängd hamlade träd.

I området finns en lång historia av konflikter mellan naturvårds- och produktionsintressen som med tiden övergått till dialog och samarbeten. Det är därför ingen slump att BRIFUNK utvecklats just här.

Samverkan och dialog är särskilt viktigt i ett område som detta, där ägandet är uppdelat på en stor mängd (över tusen) jordbruksfastigheter och markägare. Skogsbruksplaner och markägares beslut om skötsel av till exempel naturbeten grundas ofta på avväganden inom fastigheten, ibland till och med inom enskilda skogsbestånd eller beteshagar. Det är sällan naturvärden på grannarnas marker vägs in. Här behövdes därför övergripande kartunderlag som på en vetenskaplig bas beskrev naturvärdena på landskapsnivå; ett gemensamt underlag som alla intressenter kunde utgå ifrån.

Biosfärområden har som uppdrag att utgöra arenor för hållbar utveckling. Genom samverkan ska nya modeller för ekologisk, social och ekonomisk utveckling tas fram, prövas och spridas till omvärlden. BRIFUNK är en viktig bit i det pussel som behöver läggas. Ansvar för helhetsperspektivet ligger på biosfärområdet som försöker samla övriga aktörer till insatser. Flera projekt genomförs årligen, exempelvis för utvidgning av betesmarker, hamling av träd, omställning från gran- till lövskogsproduktion, bevarande av skogsbeten med mera.

Östra Vätterbranterna och skydd av natur

Den totala landarealen inom biosfärområdet är 70170 hektar, nästan allt är privatägd mark.

När arbetet med Östra Vätterbranterna startade för nästan tjugo år sedan fanns nio naturreservat med sammanlagd areal av 689 hektar. Sedan dess har arealen utökats med 22 nya reservat (ca 885 hektar), 24 naturvårdsavtal (233 hektar) och 32 st biotopskyddsavtal (82 hektar).

Idag finns alltså 31 naturreservat inom biosfärområdet och sammanräknat utgör områden med någon form av formellt skydd 1856 hektar eller 2,6 procent av landarealen.

Skogsmarken omfattar 46 700 hektar. Av denna areal är cirka 1800 hektar eller knappt fyra procent formellt skyddad. Därtill finns de arealer som avsatts frivilligt av privata markägare i så kallade gröna skogsbruksplaner, en grov uppskattning är att dessa utgör ytterligare ca fem procent av skogsarealen.

För att nå ekologiskt hållbara arealer och konnektivitet i landskapet behövs alltså fortfarande nya insatser i form av anpassad produktion, frivilliga skydd och utvidgning av formellt skyddade områden.

Några exempel på åtgärder som kan motiveras ur kartorna som tagits fram för Östra Vätterbranterna

- Satsa på hällmarkstorrängar på hällmarkstallskogarnas bekostnad (hällmarkstallskog kan omvandlas till hällmarkstorrängar och i Östra Vätterbranterna är artrikedomen vad det gäller hällmarkstorrängar betydligt högre sett i ett geografiskt större perspektiv).
- Restaurera (åldra) ekhagar samt satsa på produktionsbestånd med ek mellan Vretaholm och sjön Noen (drygt 2 mil).
- Utvidga arealen ädellövskog av ask, alm och lönn. Detta görs lämpligen kring existerande värdekärnor mellan Kaxholmen och Huskvarna, runt Grav, norr om Gränna mot länsgränsen mot Östergötland (gärna utmed bäckarna som rinner ner till Vättern).
- Anlägg brynmiljöer i hela biosfärområdet, gärna i existerande eller nya betesmarker. Förbättra kantzonernas kvalitet utmed jordbruksmarken. Östra Vätterbranterna är ett av Sydsveriges viktigaste områden för biologisk mångfald knuten till brynmiljöer, vilket motiverar satsningar just här.

fram kartor för några biotoper och områden som uppfyllde, eller med rimliga åtgärder skulle kunna uppfylla kriterier för ekologisk hållbarhet.

För ekmiljöer togs kartor fram över förekomst av stora ekar och områden möjliga att restaurera så att de uppnår tröskelvärdena.

Fastigheten Botorp, Tranås kommun, utgör en värdekärna i ett möjligt ekområde som sträcker sig ner till Gränna (ca 25 km västerut). Här användes data från BRIFUNK och framtagna kartor (även historiska) som underlag för Mattias Pontén på Skogsstyrelsen. Han skriver själv i projektrapporten: ”Med underlaget från BRIFUNK och LEIF om ekmiljöernas utbredning i landskapet och tröskelvärdena för artförekomst och ekologisk funktionalitet så inser jag fullt ut betydelsen av ekmiljöerna på Botorp”. Resultatet på Botorp blev i korthet att den relativt nya skogsbruksplanen för fastigheten gjordes om helt, och i cirka 30 hektar med inväxande gran prioriteras nu framhuggning av ek och betesdrift istället för granproduktion.

Slutsatser

Vår analys visar att det är möjligt att beräkna biologiskt baserade mål för arealer och kvaliteter av biotoper vilket ger ett viktigt underlag för att kunna nå miljömålen och därmed också ett beslutsunderlag till politiker och andra. Vi tror att liknande analyser av andra habitat i skogsmiljöer skulle kunna ge en god vägledning även där. Vi har dock under arbetets gång identifierat en del begränsningar för arbetet. Framförallt gäller det livsmiljöerna, där möjligheten varierar att kartera dem och att få fram deras biologiska kvalitet. Grova träd och gräsmarker har inventerats på ett systematiskt sätt medan de övriga livsmiljöerna har varit svårare att kartlägga (ekbestånd, ask–alm–lönn-bestånd, hällmarkstorrängar, hällmarkstallskogar, bryn- och mosaikmiljöer). Mer systematiska inventeringar av biotoper och förbättrad fjärranalys kan ge bättre biotopdata i framtiden. Här skulle till exempel en systematisk inventering av gamla träd och död ved av olika kvaliteter och deras rumsliga utbredning öppna för beräkningar av tröskelvärden för barrskogar och trivial-lövskogar. SBT

• Vi vill tacka Thomas Appelqvist, Göteborg, som hjälpt till med att välja ut fokusarter och deltagit i diskussioner kring olika biotopers avgränsning. Tack också till Lars Westerberg, Linköpings universitet, som hjälpt till att utveckla de matematiska modellerna som använts för beräkning av tröskelvärden. Ett stort antal personer, myndigheter och institutioner har ställt sina fynddata till vårt förfogande. Vi har också fått idéer, teknisk hjälp och uppslag i diskussioner från ett likaledes stort antal personer, ingen nämnd, ingen glömd.

Vi vill också tacka Ove Eriksson, Stockholms universitet, och en anonym granskare för värdefulla synpunkter på manuskriptet.

Citerad litteratur

Andersson, L. 2002: Traktanalys – kartor över rikedomen av känsliga och sällsynta skogsarter. *Svensk Bot. Tidskr. 96*: 313–322.

Andersson, L. m.fl. 2015: *Landskapsekologisk Brist- och Funktionalitetsanalys. Avseende sex olika biotoper med huvudsakligt fokus på biosfärområde Östra Vätterbranterna*. Pro Natura & Biosfärområde Östra Vätterbranterna.

Andrén, H. 1994: Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos 71*: 355–366.

Andrén, H. 1997: Habitat fragmentation and changes in biodiversity. *Ecol. Bull. 46*: 171–181.

Angelstam, P. 2004: Habitat thresholds and effects of forest landscape change on the distribution and abundance of black grouse and capercaillie. *Ecol. Bull. 51*: 173–187.

Angelstam, P., Roberge, J.-M., Jonsson, B.-G. & Törnblom, J. 2010: *Hur mycket är nog för att bevara arterna?* Fakta skog. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet, nr 12.

ArtDatabanken, SLU. 2019: *Artfakta. ArtDatabankens databas för fakta om arter*. https://artfakta.artdatabanken.se/

NÅGRA VIKTIGA BEGREPP FÖR BRIFUNK

Art–areasamband: En av de viktigaste och mest grundläggande ekologiska principerna är att antalet arter ökar med mängden (t.ex. arealen) av en biotop. Man brukar kalla detta art–area-sambandet. Detta leder till slutsatsen att om en art förekommer eller ej i ett geografiskt område beror på mängden tillgänglig och lämplig livsmiljö. För olika arter finns olika krav på hur mycket och vilken kvalitet av en biotop som behövs för att arten ska kunna förekomma i en livskraftig population.

Biotop: Område med enhetlig miljö och organismsammansättning. Biotop är en mer detaljerad indelning av naturen än naturtyper. Exempel på biotoper är hällmarkstallskog, alsumpskog, slättsjö och skogstjärn. Biotoper kan delas in och namnges enligt olika klassificeringar (se också habitat).

Ekologisk konnektivitet: Med ekologisk konnektivitet i ett landskap menas till vilken grad habitatsytor av en viss typ i ett landskap är sammankopplade med varandra, med utgångspunkt från en organism eller organismgrupp med en viss spridningsförmåga. Vid en närmare granskning av begreppet så används det på två olika sätt: Inom landskapsekologin kan konnektiviteten definieras som den grad i vilken ett landskap gynnar eller försvårar (artens) rörelse mellan lämpliga habitat (Taylor m.fl. 1993, Tischendorf & Fahrig 2000). I metapopulationsstudier definierar man konnektiviteten som förväntat antal immigranter per tidsenhet i ett för arten lämpligt habitatområde (Hanski & Ovaskainen 2003). Detta kan då uttryckas matematiskt och ges ett värde (åtminstone i teorin).

Fokusart: En fokusart ställer vissa och vanligtvis höga krav på sin livsmiljö, vilket medför att den i vissa avseenden grovt kan representera förutsättningarna för andra arter, med liknande krav på sin livsmiljö. Fokusarter ska också vara i någon mening väl kända.

Habitat: Livsmiljö för en enskild art, dvs. den miljö som den behöver för kunna överleva och föröka sig. Begreppet används numera ofta (i den engelskspråkliga användningen, framför allt i EU-texter, men även i svenska texter) felaktigt synonymt med begreppet biotop.

Landskapsekologisk funktionalitet: I BRIFUNK-arbetet har vi definierat landskapsekologisk funktionalitet så att det är områden som har sådana biotopkvaliteter (mängd av viss biotop med viss kvalitet) att man där med 80 % sannolikhet bör kunna hitta hälften av de krävande fokusarterna för vilka tröskelvärden kunnat beräknas. Landskapsekologisk funktionalitet kan naturligtvis inte uppfyllas för alla biotoper överallt.

Livsmiljö: Livsmiljö för en art är synonymt med habitat.

Naturtyp: En övergripande indelning av biotoper med liknande förhållanden – t.ex. barrskogar, lövskogar, sjöar, våtmarker eller gräsmarker.

Tröskelvärden: För ett stort antal arter finns det tröskelvärden för hur mycket livsmiljö som behövs för att en art varaktigt ska kunna leva i ett område. Det är viktigt att inse att minskningen av en art inte följer ett linjärt samband med minskningen av arealen biotop. Vid ett visst tröskelvärde tippar systemet över och arten försvinner helt. För ett antal ryggradsdjur så är detta väl bevisat och generaliserade siffror runt 20 procent av ursprunglig biotopmängd brukar framhållas som ett tröskelvärde för fortlevnad (Andrén 1994, 1997). Att ta fram sådana tröskelvärden är ett mödosamt vetenskapligt arbete. Den landskapsekologiska brist- och funktionalitetsanalysen använder ett liknande, om inte exakt samma sätt att beräkna fram tröskelvärden som i djurstudierna.

Utdöendeskuld: Arter försvinner långsammare ur landskapet än vad deras livsmiljöer gör. I Östra Vätterbranterna (och hela södra Sverige) höggs exempelvis större delen av de gamla ekarna bort på 1840-talet. Mellanspetten, ”eklandskapets egen hackspett” häckade sista gången i Bråneryd, Huskvarna, på 1930-talet. Miljön försämrades alltså snabbt och kraftigt men arten överlevde som häckfågel i Sverige in på 1980-talet i eklandskapet söder om Linköping (Kuussaari m.fl. 2009). En brist- och funktionalitetsanalys på landskapsnivå kan i vissa fall visa förekomst av områden med utdöendeskuld, alltså platser där arterna ännu finns kvar men där biotoperna är för små för att säkra långsiktig överlevnad.

Värdekärna: Ett sammanhängande område som bedöms ha stor betydelse för flora och fauna och/eller för en värdefull naturtyp/biotop. Värdekärnor kan utgöras av delar av ett landskapsavsnitt, eller flera olika områden. Storleken varierar från enstaka hektar till i sällsynta fall flera hundra hektar i södra Sverige, till flera tusen hektar i norra Sverige. I första hand avses ett område som med avseende på biotop-, struktur- och artdata bedömts ha stor betydelse för rödlistade arter, signalarter samt andra skyddsvärda arter. I skogsmiljöer ingår normalt nyckelbiotop och naturvärdesobjekt som en delmängd i begreppet (Naturvårdsverket 2008).

Bergman, K.-O. m.fl. 2007: *Brist- och funktionalitetsanalys – Östergötlands eklandskap*. Länsstyrelsen i Östergötlands län.
Dahlberg A. 2011: *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – slutrapport för delprojekt naturvärden*. Skogsstyrelsen. Rapport 2011: 7.
Dahlberg, A. & Stokland, J. N. 2004: *Vedlevande arters krav på substrat – sammanställning och analys av 3 600 arter*. Skogsstyrelsen. Rapport 2004: 7.
Hallingbäck, T., 1995: *Ekologisk katalog över lavar*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
Hallingbäck, T. & Aronsson, G. (red.) 1998: *Ekologisk katalog över storsvampar och myxomyceter*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
Hanski, I. & Ovaskainen, O. 2003: Metapopulation theory for fragmented landscapes. *Theor. Popul. Biol. 64*: 119–127.
Krauss, J. m.fl. 2004: Effects of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands. *Biodiv. Conserv. 13:* 1427–1439.
Kuussaari, M. m.fl. 2009: Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends Ecol. Evol. 24*: 564–571.
Lambeck, R. J. 1997: Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conserv. Biol. 11*: 849–856.
Länsstyrelsen i Jönköpings län 2017: *LEIF i praktiken. Levande Ekosystem I Framtiden – från teoretiskt underlag till praktisk rådgivning*. Meddelande nr 2017: 03.
Naturvårdsverket 2008: *Planering av naturreservat – vägledning för beskrivning, indelning och avgränsning*. Rapport 5788.
Paltto, H. m.fl. 2010: Multispecies and multiscale conservation planning: setting quantitative targets for red-listed lichens on ancient oaks. *Conserv. Biol. 24*: 758–68.
Ranius, T. m.fl. 2007: Large-scale occurrence patterns of red-listed lichens and fungi on old oaks are influenced both by current and historical habitat density. *Biodiv. Conserv. 17*: 2371–2381.
Ranius, T. m.fl. 2010: A comparison of patch connectivity measures using data on invertebrates in hollow oaks. *Ecography 33*: 1–8.
Taylor, P. D. m.fl. 1993: Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos 69*: 571–572.
Tischendorf, L. & Fahrig, L. 2000: On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos 90*: 7–19.
Wennberg, S. & Höjer, O. 2005: *Frekvensanalys av Skyddsvärd Natur (FaSN). Förekomst av värdekärnor i skogsmark.* Naturvårdsverket Rapport 5466.

Andersson, L., Bergman, K.-O., Hellsten, C. & Paltto Andersen, H. 2019: Landskapsekologisk brist- och funktionalitetsanalys (BRIFUNK) – levande landskap från teori till praktik. [Landscape ecological gap and functionality analysis (BRIFUNK).] *Svensk Bot. Tidskr. 113*: 276–293.
Biodiversity is declining due to increasing pressure from human activities. To reverse this decline, knowledge about habitat area thresholds for the long-term survival of species is crucial. Our aim was to create a new tool to estimate area threshold values for species and point out important landscape areas. To develop this tool, observation data for focal species in different biotopes were gathered, together with biotope distributions. Binomial regression models were then based on these distribution patterns and biotope data in 5 × 5 and 1 × 1 km grids over the landscape. Our analyses tested threshold values for 202 species. For 73 of these, threshold values fulfilled all criteria of significance. We were also able to map functional landscape regions for six different biotopes. These data can be used in regional planning regarding biodiversity for identifying prioritized areas and areas in need of restoration.

Leif Andersson är växtekolog och arbetar i företaget Pro Natura. Leif har arbetat i drygt fyrtio år med naturinventeringar, både i Sverige och utomlands.

Adress: Halna 27, 545 93 Töreboda
E-post: leif.andersson@pro-natura.net

Karl-Olof Bergman är docent i naturvårdsbiologi. Han brinner för naturvård och forskar kring artbevarande med fokus på naturbetesmarker och ekmiljöer.

Adress: IFM Biologi, Naturvårdsbiologigruppen, Linköpings universitet, 581 83 Linköping
E-post: karl-olof.bergman@liu.se

Claes Hellsten är biträdande koordinator för Biosfärområde Östra Vätterbranterna, arbetar i Pro Natura samt som naturskolepedagog på Ekobussen.

Adress: Stamseryd 56, 563 93 Gränna
E-post: claes.hellsten@ostravatterbranterna.se

Heidi Paltto Andersen är fil.dr. i växtekologi, med ett särskilt intresse för ekskogar och landskapsekologi. Hon arbetar numera som psykolog.

Adress: Falköpingsvägen 32, 521 33 Falköping
E-post: heidisepostkonto@gmail.com