

A diver in a dark suit and mask is seen from behind, illuminated by a bright light on their chest. They are positioned in the upper left quadrant of the frame, looking down at a diverse and colorful underwater reef. The reef is covered in various types of coral, including large, flat, pinkish-red corals and smaller, more intricate structures in shades of purple, orange, and white. The water is a deep, dark green, and the overall scene is lit with a soft, ambient light that highlights the textures and colors of the marine life.

Fascinerande forskning

*för skolan med fokus på
biologisk mångfald*

Fascinerande forskning – för skolan med fokus på biologisk mångfald

© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning vid Uppsala universitet och Martin Granbom samt respektive författare och övriga upphovspersoner, 2024

Får fritt kopieras i icke-kommersiellt syfte om källan anges. För att få använda bilder som fristående objekt kan tillstånd krävas.

Produktion och tryck har möjliggjorts tack vare bidrag från Tage Swahns Stiftelse för Undervisning och Forskning samt Olle Engkvists Stiftelse.

Redaktion: Brittmari Lidesten (redaktör), Martin Granbom, Ammie Berglund, Lisa Reimegård

Omslagsbild: Tobias Dahlin

För fler exemplar, kontakta info@bioresurs.uu.se

Upplaga: 14 000 exemplar

ISBN 978-91-988806-2-5 (tryck), 978-91-988806-3-2 (digital version)

Tryck: Stibo Complete AS



3 Landskapsperspektiv

Text av **Martin Granbom**

Det finns knappast några områden i Sverige som inte är påverkade av människan och oftast har förändringarna varit till nackdel för de ursprungliga arterna. Med kunskaper i ekologi och om hur livskraftiga populationer kan upprätthållas går det att utforma landskapet så att överlevnadsmöjligheter för känsliga arter förbättras.

En population är en grupp individer av en viss art som lever inom ett begränsat område och som därför kan ha ett genetiskt utbyte med varandra. Beroende på vilken art det är och vilken miljö arten lever i kan en population vara liten eller stor. Det som definierar populationen är att den inte har kontakt med någon annan grupp av samma art.

Men detta antagande stämmer inte alltid i praktiken och ofta sker utbyte av individer mellan populationer. Dessutom kommer vissa populationer att försvinna och nya uppstå där miljön är lämplig. Det kan handla om att fjärilar och fåglar blåser ur kurs och hamnar på nya ställen. Vargar och lodjur ger sig ibland ut på långa vandringar vilket tar dem till nya områden där nya populationer etableras. Frön kan spridas genom att de fastnar i pälsen på ett förbipasserande djur eller när de blåser långt från ursprungsplatsen i en storm. Vissa frön äts upp av fåglar och passerar tarmkanalen, varpå de kan gro på en avlägsen plats. På olika sätt kan det därför tillföras nya gener till en population vilket gör att den sällan är helt genetiskt isolerad från omvärlden.

När populationer har ett visst utbyte av individer säger man att de är subpopulationer till en större metapopulation (meta = över, det vill säga ett helikopterperspektiv på populationer i ett landskap). Subpopulationerna och de lämpliga, tillfälligtvis obobodda habitaterna hänger samman eftersom enskilda individer rör sig mellan dem. Det gör att metapopula-

tionen kan överleva även om subpopulationerna, var för sig, inte skulle klara sig.

En art kan finnas i ett område ett år men vara försvunnen kommande år och tvärt om. Tar man bort lämpliga lokaler kommer spridningen att minska och risken finns att det leder till att populationen dör ut. Det är därför viktigt att bevara lämpliga, sammanlänkade naturområden även om den aktuella arten saknas på vissa lokaler. Lokalerna kan vara en del av metapopulationsstrukturen och ingrepp kan få allvarliga följder.

Source-sinksystem

Hos exempelvis starar klarar sig individer bättre som kan söka föda på artrika naturbetesmarker med kortväxt vegetation än de som bosätter sig på en åkerholme omgiven av stora åkrar med monokulturer av högväxt säd. På naturbetesmarken kan stararna plocka insekter och mask och föda upp ungarna på proteinrika fjärilslarver medan stararna i miljön med sädesfält får nöja sig med näringsfattiga myror och flugor. Stararna på



Figur 1. Figuren visar fem områden där subpopulationer av en viss art kan leva, samt ett tätbebyggt område och en sjö. Anta att det från början endast finns en population i område 1, till vilka andra områden kan individer från population 1 lätt ta sig? Vad begränsar spridningen?

Bilden på föregående sida visar en skogsmiljö i Tyresta nationalpark. Det är det största urskogsområdet söder om Dalälven och ett fantasiskt utflyktsmål för den som vill vandra genom hållmarkstallskog med flera hundra år gamla och knotiga tallar, njuta av glittrande sjöar och kanske stanna till vid någon av rastplatserna, göra upp eld att värma sig vid och äta medhavd matsäck.

Bildkälla: Naturvårdsverket, Foto: Nicklas Wijckmark



Figur 2. Starar som häckar på bra lokaler får fler och friskare ungar jämfört med de som häckar på lokaler med sämre tillgång på föda.

Foto: Jonas Nyhav



Figur 3. Ängsnätfjäril

Foto: Christian Fischer, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Figur 4. Forskaren Ilkka Hanski studerade under lång tid utbredningen av ängsnätfjäril på Åland och inventerade flera tusen lämpliga ängslokaler. Han fann att den hade en rik förekomst på vissa lokaler, men att den året efter kunde vara borta därifrån.

Kartan över Åland visar cirka 4000 lokaler. Ängarna där ängsnätfjärilen påträffades 2012 är markerade med rött och ängar där fjärilen inte kunde hittas har blå färg. Forskningen visar att det inte går att påvisa någon förändring av hela metapopulationens storlek, men att det varierar vilka ängsmarker som hyser en subpopulation. Odlade fält har gul färg och vägar grå linjer.

Källa: Ojanen, S.P. et al. (2013). Long-term metapopulation study of the Glanville fritillary butterfly (*Melitaea cinxia*): survey methods, datamanagement, and long-term population trends. *Ecology and Evolution*, 3(11): 3713–3737, CC BY 3.0. (doi: 10.1002/ece3.733)

bra lokaler får fler friska ungar som i sin tur kan få fler ungar i framtiden. Det innebär att de har högre fitness. Frågan som uppstår är varför starar väljer att häcka på lokaler som ger dem sämre förutsättningar att föra sina gener vidare?

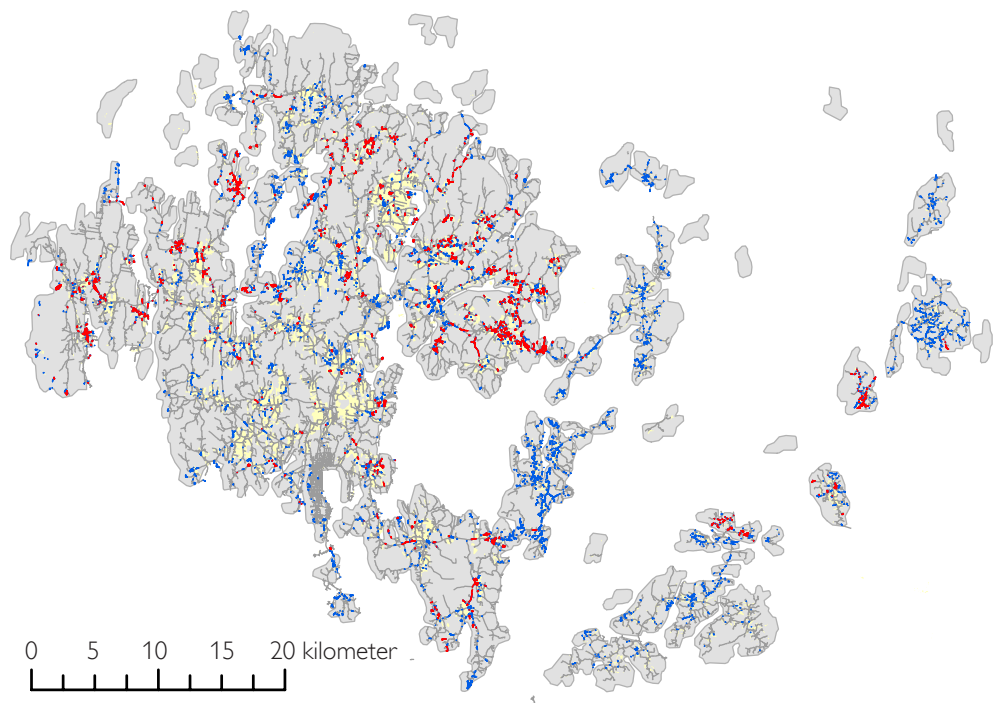
Anledningen är att bra lokaler med god födotillgång och lämpliga boplatser ockuperas först av de mest attraktiva hanarna. De som anländer senare eller är mindre attraktiva blir hänvisade till de sämre lokalerna. På så vis blir det ett flöde av starar från bra till sämre lokaler. Bra lokaler, där individerna har god häckningsframgång, kallas på engelska för sources och de sämre lokalerna kallas för sinks. Alla sink-lokaler utnyttjas inte varje år, men behövs när det är extra gott om starar. Source-lokalerna kommer dock alltid att vara besatta.

Lokaler där reproduktionstakten är hög, sources, kan anses vara mer skyddsvärda jämfört med sinks. Bedömningen kräver god kunskap och en undersökning som sträcker sig över lång tid. Metapopulationsperspektivet är också viktigt att tänka på eftersom även områden där en viss art saknas kan vara skyddsvärda och utgöra viktiga pusselbitar för att bevara en vital population.

Problem med fragmentering

Ett växande problem är att värdefulla naturområden fragmenteras, delas upp i mindre delar, i allt större utsträckning. Det beror exempelvis på att åkrar läggs samman till större, sammanhängande enheter, tätorter växer och förtätas och nya vägar splittrar områden. Det är viktigt att planera in var viktiga naturområden ska finnas i landskapet för att göra det möjligt för växter och djur att spridas. Risken är större för små populationer att drabbas av slumpmässiga händelser, exempelvis sjukdomar eller miljöförändringar. I en större eller mer sammanhängande population överlever troligen fler individer.

Om populationerna är alltför isolerade medför det att den genetiska variationen minskar och på sikt löper populationerna allt större risk att dö ut. Dessutom kan vissa gener slumpmässigt bli dominerande i en liten, isolerad population och göra så att viktiga egenskaper hos merparten av individerna förändras jämfört med den ursprungliga populationen. Efterhand kommer skillnaderna att bli så stora att individerna i den ursprungliga populationen och i den nya, isolerade populationen inte längre kan fortplanta sig med varandra. På så sätt kan nya arter uppkomma.



Figur 5. Nederst i figuren syns en miljö där en viss art är vanlig. I övrigt illustreras flera principer för hur djur och växter kan spridas i landskapet. Hur visas detta i figuren?

- Korta avstånd mellan lämpliga miljöer.
- Populationer i isolerade förekomster riskerar att dö ut.
- Stepping stones underlättar förflyttning.
- Spridningskorridorer bevaras och nya kan anläggas.
- Värdestrakter bevaras (inringad i figuren).



Vid landskapsplanering strävar man efter att bevara naturområden på rimliga avstånd från varandra. Ju närmre desto lättare för arter att sprida sig. Fördelaktigt är också att placera större naturområden i linje, som förbinds med spridningskorridorer där lämpliga uppehållsplatser finns. Dessa platser fungerar likt stenar att hoppa på för att ta sig över en å, så kallade stepping stones.

Naturliga spridningskorridorer, exempelvis vattendrag, är viktiga att bevara. Om ett vattendrag, inklusive kantzon, får förbli orört blir det en möjlig väg för växter

och djur att sprida sig långa sträckor genom landskapet. Även nya spridningskorridorer kan anläggas genom att plantera stråk av buskar och träd. Exempelvis kan en rik tätortsnära natur skapas genom att binda samman naturliga miljöer på landsbygden med parker och grönområden inne i staden.

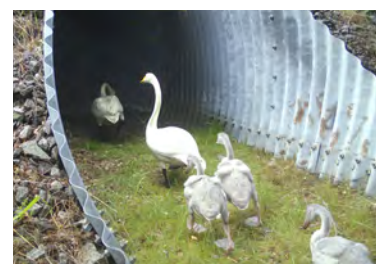
Trafiken ökar och vägar byggs ut, vilket gör det allt svårare för djur och växter att röra sig i landskapet. För att underlätta deras rörelser och spridning byggs så kallade ekodukter där djur riskfritt kan ta sig över starkt trafikerade vägar.

Figur 6. En faunapassage vid Sandsjöbacka i Halland leder över E6.

Figur 7. En älg passerar faunapassagen på natten och fångas av en viltkamera.

Figur 8. En annan typ av viltpassage, också vid Sandsjöbacka, med en familj av sångsvanar.

Foto (alla tre bilder nedan): Trafikverket



UTFORMA NATUROMRÅDEN

Figur 9. Utformningen av naturområden är viktig för den biologiska mångfalden. Alternativen nedan till vänster är generellt bättre för att långsiktigt bevara arter; medan alternativen till höger är bättre för att fånga in den variation av livsmiljöer och arter som finns i hela landskapet. Det är därför bra med en kombination av både stora sammanhängande och små utspridda områden.

Hellre stort än litet (figur A):

Det mest grundläggande rör områdets storlek. Ofta är det bättre att spara ett stort område jämfört med ett litet. Anledningen är att ett stort naturområde sannolikt innehåller olika naturtyper och habitat vilket ger fler arter möjlighet att hitta sin nisch.



A: Ett naturområde som är stort är bättre än ett litet.



B: Om arean hålls samman är det oftast bättre än att den splittras upp, även om den totala arean är densamma.



C: Ett runt område minimerar kanteffekten och är därför bättre än andra former.



D: Områden som ligger nära varandra möjliggör förflyttning och är därför bättre än områden som ligger längre från varandra.



E: Områden som ligger samlade ger större möjlighet till spridning än områden som ligger på rad med alltför stort avstånd mellan varje område

Ofta bättre med ett sammanhängande område än ett uppsplittrat (figur B):

För många arter är det bättre med en sammanhängande yta jämfört med att dela upp den i flera små områden. Men det finns även arter som är beroende av ett varierat landskap, så kallad landskapsmosaik. Det kan också vara lättare att bevara specifika miljöer om man skyddar flera mindre områden. Det är därför viktigt att känna till arternas ekologi för att kunna utforma skydd som är så effektiva som möjligt.

Hellre runt än avlångt (figur C):

Området bör hellre vara runt än avlångt för att maximera den ostörda ytan. En cirkelformad yta minimerar kanteffekten vilket innebär att störningar från omgivningen drabbar området så lite som möjligt. Det kan handla om miljöfaktorer som fuktighet, solinstrålning och vindpåverkan, samt gödning och besprutning av omgivande åkrar och störning från trafik och bebyggelse. Även kantzoner, mellan naturområdet och det omgivande landskapet, minskar påverkan på områdets inre genom att bilda en övergångszon (buffertzon) som kan fånga upp och minska störningar från omgivningen.

Hellre nära än långt ifrån (figur D):

Områdena bör vara nära varandra. Ju närmre de är varandra, desto lättare är det för individer att röra sig mellan dem. Korta avstånd innebär också att ett område som förlorar sin population lättare återkolonieras.

Hellre placering i grupp än på rad (figur E):

För att underlätta förflyttning är det bättre att placera naturområden tätt tillsammans än på rad. Det kan dock vara en fördel att placera naturområden på rad om man vill knyta samman två större områden med så kallade stepping stones.

Land-sparing – land-sharing?

Land-sharing innebär att det finns naturområden insprängda på många ställen i landskapet, medan land-sparing innebär effektiv markanvändning som koncentreras till större områden och skiljs från naturområden. Se figur 10.

Vid land-sharing brukas marken miljövänligt vilket ger mindre skördar och större behov av mark. Målet är att den biologiska mångfalden ska vara stor i nära anslutning till den odlade marken. Det kan uppnås genom att inte bespruta grödor, anlägga spridningskorridorer och ha stor variation i grödor. Agroforestry är ett exempel på en odlingsform som passar under begreppet land-sharing och innebär att en gröda odlas under till exempel fruktträd.

Land-sparing kan gälla områden som ligger nära varandra, men kan också ha ett



Figur 10. Figuren längst upp visar principen för land-sharing med värdefulla naturområden spridda i landskapet. På den undre visas land-sparing där naturområden sparas i miljöer där markerna är mindre produktiva och effektiv markanvändning tillämpas på stora produktiva områden.

Fotomontage. Kornfält: Holger:Ellgaard, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0. Övriga foton: Bioresurs

globalt perspektiv. Fördelen med land-sparing är att vissa områden passar bättre för intensiv odling, medan andra med ovanligt rik biologisk mångfald kan skyddas från exploatering.

Vilket synsätt som är bäst går inte att säkert säga och många menar att det finns utrymme för båda. Ett problem med land-sparing är att många sällsynta arter är specialiserade och anpassade till sin ursprungsmiljö och därför inte kan räddas genom att avsätta områden på annat håll. Det finns

inte heller några garantier för att avsättningar kommer att göras eftersom de påverkas av politiska beslut och globala överenskommelser. Land-sharing tar stor hänsyn till ekosystemtjänster i landskapet och ger människor möjlighet att försörja sig lokalt vilket är viktigt, inte minst i låginkomstländer. Nackdelen är att produktionen är låg och det kan vara svårt att försörja en växande befolkning med mat och resurser. I många fall ger förmodligen en kompromiss av land-sparing och land-sharing bäst effekt.

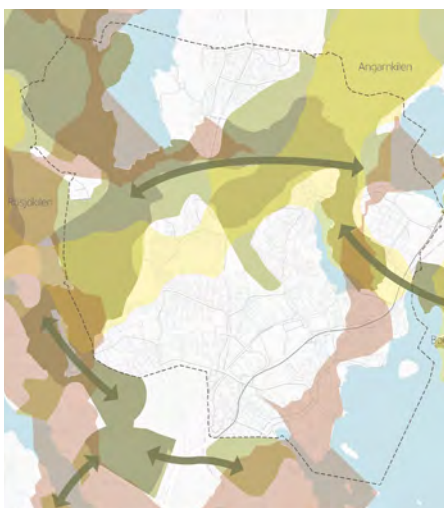
KOMMUNAL NATURVÅRDSPLANERING






Figur 11. Kommuner har god nytta av kunskaper kring utformning av landskap när planer ska upprättas. I allmänhet har kommunen en plan med beskrivning av värdefull natur och planering för bevarande av arter. En regional handlingsplan för Stockholms län – en grön infrastrukturplan – har upprättats, som kan användas av kommunerna i länet för planering och samverkan. Här behandlas principiella frågor som får en praktisk tillämpning i exempelvis Grönplanen för Täby kommun (2022), där det förekommer flera begrepp som förklaras i kapitlet Landskapsperspektiv. Kartorna nedan är hämtade från denna plan.

Till vänster visas hur gröna kilar, gröna värdekärnor och spridningskorridorer planeras in i Täby kommun. För att förstå spridnings-sambanden väljs en indikatorart ut som får representera en artrik miljö. Det är en art som har höga krav på sin miljö och har många följararter.



I kartan till höger har livsmiljöer och spridnings-möjligheter för fiskar och groddjur markerats (violett färg visar viktiga miljöer och spridnings-vägar som sjöar, vattendrag och våtmarker).

Källa: Halva Täby grönt – Grönplan för Täby kommun, Samhällsutvecklingskontoret 2022, www.taby.se
Kartorna är publicerade med tillstånd av Täby kommun.



-  Regional grön kil
-  Grön värdekärna i grön kil
-  Regionala svaga spridningssamband
-  Spridningskorridorer barr- och blandskog
-  Spridningskorridorer ädellövskog



-  Livsmiljöer
 -  Spridningssamband
- Skala 1:60 000

Metapopulationsekologi

– forskning om läderbaggen som exempel

Många växt- och djurarter riskerar att försvinna eftersom de är anpassade till naturtyper som blir alltmer sällsynta. Läderbaggen är en hotad skalbagge, beroende av gamla ihåliga träd. Forskning om metapopulationsekologi har gett kunskap om hur man kan bevara arten.



Foto: Thomas Ranius

Texten är skriven av:

Thomas Ranius

Professor i naturvårdsbiologi vid Institutionen för ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han bedriver ekologisk forskning för att förstå vad som behövs för att effektivt bevara insekter som är beroende av död ved och ihåliga träd. Dessutom driver han syntesprojekt (ofta tvärvetenskapliga) kring frågor som är viktiga för svensk naturvård.

Försvinnanden av arter kan ibland vara förutsägbara: om en naturtyp helt går förlorad i ett område kommer arter specialiserade till denna naturtyp att försvinna. Men problemet är inte bara att ytan som täcks av till exempel urskogar och ängs- och hagmarker minskar, utan också att den yta som finns kvar förekommer alltmer utspritt i små fläckar som ofta ligger långt ifrån varandra. En art kan dö ut från ett område, trots att det finns lämplig naturtyp, om ytorna med naturtypen ligger så långt ifrån varandra att arten sällan sprider sig mellan ytorna. Inom metapopulationsekologin studerar man hur detta fungerar för att kunna bedöma vilka åtgärder som behövs för att arter ska kunna överleva i ett område på lång sikt.

Metapopulationsekologi

En metapopulation har ibland definierats som en "population av populationer": individerna som lever inom en yta med lämplig naturtyp utgör en subpopulation och många subpopulationer som har en viss, begränsad kontakt med varandra bildar tillsammans en metapopulation. I en metapopulation löper subpopulationerna risk att dö ut, men eftersom det också sker kolonisationer kan metapopulationen som helhet ändå överleva även på lång sikt. Forskning i metapopulationsekologi bedriver man ofta för att kunna bedöma risken för att en art

försvinner i olika landskap, beroende på hur olika förutsättningar förändras och vilken bevarandestrategi man väljer. I naturvårdssammanhang vill man ofta veta hur mycket lämplig naturtyp som behövs för att en art ska överleva inom ett område, och hur denna naturtyp bör vara fördelad i området. I bästa fall har man möjlighet att observera kolonisationer och utdöenden genom att följa utvecklingen inom ett landskap under många år. I mera kortvariga metapopulationsstudier observerar man ofta bara var arten förekommer i landskapet samt gör studier av spridningsbiologi eller kolonisationsförmåga. Ibland använder man sig dessutom av datorsimuleringar för att kunna bedöma hur artens och landskapets egenskaper påverkar risken för utdöende.

Metapopulationsekologin har sin grund i en teori som har utvecklats av ekologer i samarbete med matematiker. Teorin innebär att man beskriver olika processer i naturen på ett generellt och förenklat sätt med hjälp av matematiska funktioner. Teorierna testas genom observationer och experiment i naturen. Metapopulationsekologi är mer relevant för vissa arter än för andra. Teorin fungerar bäst för att förstå dynamiken hos arter som är specialiserade till naturtyper som förekommer i tydliga ytor som är avgränsade från varandra och där subpopulationerna är så små att de löper en viss risk att dö ut. Dessutom bör det mellan de olika

ytorna förekomma en viss spridning, som dock inte är så stor. Därför blir metapopulationsteorin mer relevant för arter med begränsad spridningsförmåga. Är spridningen mycket omfattande är det bättre att betrakta den totala populationen som en enda population utan att blanda in metapopulationsbegreppet. Förekommer ingen spridning alls är de lokala populationerna oberoende av varandra och utgör inte någon gemensam enhet.

Exempel på metapopulationer som man har studerat är dels grodor där individerna i varje damm utgör en lokal population och grodorna i ett större område bildar en metapopulation, dels fjärilar som förekommer i lokala populationer på enskilda ängar, medan fjärilarna i hela odlingslandskapet kan betraktas som en metapopulation. Något som utmärker metapopulationer är att arten vid en viss given tidpunkt inte förekommer på samtliga platser som är lämpliga, utan arten saknas under en kortare eller längre tid på en del lämpliga platser. I en metapopulation uppkommer jämvikt när antalet kolonisationer och utdöenden per år är lika stora. Ju större kolonisationsförmåga och ju mindre utdöenderisk de lokala populationerna har, desto större andel av platserna kommer att hysa lokala populationer när metapopulationen befinner sig i jämvikt.

Läderbaggens metapopulationsekologi

Jag har tillsammans med andra studerat metapopulationsekologin hos läderbaggen (*Osmoderma eremita*, figur 1), som är en hotad skalbagge som enbart lever i ihåliga träd. Läderbaggen var förmodligen relativt vanlig i det forntida skogslandskapet, där träden fick stå kvar och åldras. I dagens brukade skogar saknas förutsättningar för att läderbaggen ska kunna överleva, eftersom träden avverkas långt innan de blir ihåliga. Till exempel börjar ekar bli ihåliga först när de är 200–300 år. Numera förekommer läderbaggen i Sverige framför allt i gamla ekar i beteshagar (figur 2). Inom EU har arten givits högsta prioritet, vilket innebär att alla medlemsländer är skyldiga att verka för en gynnsam bevarandestatus för arten.



Ihåliga träd utgör en välavgränsad livsmiljö där hela läderbaggens larvutveckling sker. Också de fullbildade skalbaggarne håller sig mest i de ihåliga träden och besöker mycket sällan andra miljöer. Därför testade vi antagandet att varje enskilt träd huser subpopulationer och att läderbaggarne som finns i samtliga träd inom en ekhage eller ett större område tillsammans utgör en metapopulation.

Det är nu snart 30 år sedan som jag började studera läderbaggens metapopulationsökologi. Samtliga studier har gjorts söder om Linköping, där det finns en mycket stor koncentration av gamla ekar. Jag började med att inventera förekomsten av läderbagge i alla ihåliga ekar jag kunde komma åt i ett 14 x 15 km stort landskap. Resultatet visade att det är större chans att hitta läderbaggen i en ihålig ek belägen i ett stort bestånd av ihåliga ekar, jämfört med en ihålig ek som står enskilt eller är belägen i ett litet bestånd. Förklaringen till det är förmodligen att läderbaggen inte hittar och koloniserar alla lämpliga träd i landskapet, utan det är framför allt lämpliga träd som står nära många spridningskällor (det vill säga i stora bestånd) som snabbt blir koloniserade. Det var en första indikation på att läderbaggen i landskapet fungerar som en metapopulation, men för att med större säkerhet förstå orsakerna bakom dessa mönster behövde vi göra mera ingående studier.

Figur 1. Läderbaggen *Osmoderma eremita* är en tre centimeter stor skalbagge som lever i ihåliga träd.

Foto: Thomas Ranius



Figur 2. Ekarna där läderbaggen trivs är ofta 300–400 år gamla. När ihåliga ekar förekommer i sammanhängande bestånd är chansen större att ett lämpligt träd hyser läderbagge. Det beror på att i det större beståndet finns det flera skalbaggar i närheten som potentiellt kan sprida sig och kolonisera en lämplig ek.

Foto: Thomas Ranius

Därför studerade vi läderbaggens populationsdynamik under fem år genom att fånga läderbaggar med hjälp av fallfällor som vi satte i trädhåligheterna. Läderbaggarna märktes och släpptes levande tillbaka i träden igen. Det visade sig då att de flesta läderbaggar stannar kvar i samma träd som de kläcktes i under hela sin livstid; endast 15 procent flög mellan träden. Då var den längsta förflyttning som vi iakttog mellan två träd som stod 190 m från varandra, men senare har också längre förflyttningar observerats. Att det inte är så många individer som flyger, framför allt inte längre sträckor, är en förklaring till att läderbaggen ofta saknas i ihåliga träd som är lämpliga men som inte har så många möjliga spridningskällor i den omedelbara närheten. Att de flesta individerna stannade kvar i trädet under hela sin livstid innebär att det är rimligt att betrakta individerna i varje träd som subpopulationer som har kontakt med varandra genom en viss spridning.

I genomsnitt kläcktes elva läderbaggar per år i de ihåliga ekarna. Antalet individer varierade kraftigt mellan träden, med upp till ett hundratal skalbaggar som kläcktes varje år i de bästa träden. I jämförelse med hur många andra insekter varierar i antal beroende på väderlek var variationen i läderbaggspopulationernas storlek liten mellan åren. Innan detta projekt gissade vi att

populationsstorleken skulle vara ganska lika mellan träden, så vi var förvånade över den stora skillnaden. Detta får stor påverkan för utdöenderisken i enskilda träd. Om det i ett träd finns förutsättningar för bara några enstaka skalbaggar per år, finns risken att slumpändelser leder till att populationen dör ut. Däremot blir utdöenderisken åtminstone på kort sikt mycket liten i ett träd där det kläcks omkring 100 skalbaggar per år, och populationsstorleken inte varierar så mycket mellan åren.

Efter några år av intensiva studier har jag inte ägnat mig så mycket åt läderbaggen, utan på olika sätt breddat min forskning. Jag har dock varit involverad i flera samarbetsprojekt som gett nya insikter om läderbaggen. Genom att kunna göra observationerna under flera år har det varit möjligt att besvara frågor som är omöjliga att få svar på i korttidsstudier.

Det verkar som att läderbaggen sprider sig mer och längre i ett varmare klimat och under år med varmare väder. Det gör att läderbaggens metapopulationer kan fungera annorlunda där vi har studerat den, nära nordgränsen av läderbaggens utbredningsområde, jämfört med längre söderut.

Vi har fortsatt att under vissa år följa läderbaggarna i träden där vi utförde den ursprungliga 5-årsstudien. Under en 25-årsperiod har den totala populationsstorleken varit relativt konstant, men i de enskilda träden har förändringarna varit stora. Det gör att de träd som hyste störst populationer på slutet av 25-årsperioden inte alls var desamma som de som hyste störst populationer i början. Detta resultat gav oss insikten att utdöenderisken trots allt kan vara betydande även i träd med många skalbaggar, eftersom det bara verkar vara under en kortare tid som de är så individrika. Kolonisationer ägde framför allt rum i träd med yngre håligheter. Utdöenden från träd kan bero på att träden dör och faller omkull men också på att arten försvinner till synes slumpmässigt från träd med små populationer. Det innebär att för att bevara läderbaggen är det viktigt att förstå när och var livsmiljön, det vill säga ihåliga ekar, uppkommer och försvinner i landskapet.

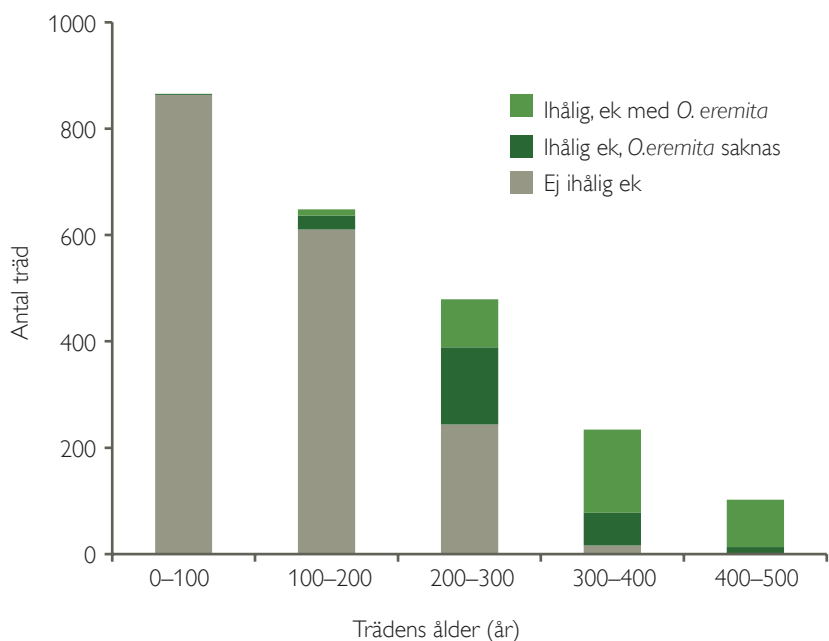
Slutsatser: läderbaggens framtid och historia

Läderbaggspopulationer i små ekbestånd är inte livskraftiga, men ändå hittar man ibland arten på sådana platser. Det beror förmodligen på att läderbaggen spred sig till dessa platser för mer än 200 år sedan, då det fortfarande fanns stora mängder gamla ekar på åkrar, ängar och kring bebyggelse, eftersom eken då var fridlyst och bönder inte fick hugga ner ekar ens på sin egen mark. En stor del av ekarna höggs ner under 1800-talet och sedan dess har mängden gamla ekar ytterligare minskat. Därför förekommer läderbaggen och många andra arter knutna till ek idag i små populationer, ofta flera kilometer från varandra. Förmodligen är läderbaggen kapabel att flyga flera kilometer, men det är en mycket liten andel av individerna som företar så långa förflyttningar och verkligen hittar lämpliga träd. I urskogslandskapet, där det fanns mängder av grova, ihåliga träd, utgjorde spridningen i mycket mindre utsträckning en begränsning; om läderbaggen är många innebär det också att många individer flyger och utgör potentiella kolonisatörer. Dessutom var det ofta korta avstånd mellan lämpliga träd i dessa skogar. Men i dagens landskap, där det på många lokaler kläcks några tiotals läderbaggar per år, är sannolikheten liten att något av dessa djur skall flyga iväg och hitta till en annan lokal. Därför inträffar utdöenden från bestånd oftare än kolonisationer. Om dagens situation består kommer läderbaggen på lång sikt att försvinna från många lokaler. Det beror främst på att i små bestånd är läderbaggspopulationerna beroende av enstaka lämpliga träd som kan bli olämpliga inom några decennier och det krävs tur för att andra lämpliga träd ska uppstå under den tiden. För att bevara läderbaggen på lång sikt krävs därför stora sammanhängande bestånd med hålträäd. Några sådana områden finns fortfarande kvar i Sverige. På många andra håll förekommer läderbaggen i bestånd med 2–10 lämpliga träd och för att arten skall kunna klara sig kvar där på längre sikt behöver mängden hålträäd öka.

Ofta finns det ganska gott om ekar som är 100–150 år gamla, så om de sköts på rätt sätt kan det uppstå fler hålekar så småningom. Naturvårdsåtgärder som syftar till att bevara och skapa nya ihåliga ekar blir effektivare om man koncentrerar ansträngningarna till de platser där läderbaggen och andra hotade arter finns.

Nyttan av metapopulations-ekologi

Man kan studera till exempel utdöendrisker och spridning utan att blanda in metapopulationsekologi. Det som metapopulationsekologi har bidragit med är framför allt att betydelsen av olika rumsliga och tidsmässiga skalor har blivit tydligare. Det leder till en större medvetenhet om att man inte kan betrakta populationerna i en damm, ett träd eller en äng som isolerade, självständiga enheter. Metapopulationstänkandet innebär därför att man undersöker ekologiska processer i en större skala än vad man har gjort tidigare för att kunna förutsäga förekomsten på enskilda lokaler. Dessutom lägger metapopulationsekologin tonvikt vid att naturen är dynamisk: att en yta är obebodd vid ett visst tillfälle innebär inte nödvändigtvis att den har en livsmiljö som är olämplig för arten, och ytan kan mycket väl vara bebodd några år senare.



Figur 3. Från en artikel av Ranius m fl, publicerad 2009. Fördelningen av ekar i olika åldersklasser; uppdelade efter om de har håligheter eller ej och om läderbaggen förekommer eller inte. Den bygger på följande antaganden:

1. Det råder jämvikt mellan att träd etableras och att de dör; vid en trädålder som överensstämmer med fältstudier
2. utvecklar träden håligheter och
3. dör; samt
4. bosätter sig läderbaggar i hålträden.

Naturvård i staden

för människors hälsa och biologisk mångfald

Hur står det till med biodiversiteten i städer i Sverige och i andra länder? Hur påverkar biodiversitet oss människor och hur kan naturmiljöer i städer främja både människors hälsa och möjliggöra för andra arter att leva?



Foto: Fredrik Funck, DN

Texten är skriven av:

Marcus Hedblom

Professor i Landskapsarkitektur med särskild inriktning mot Landskapsförvaltning. Marcus har läst Naturvetenskapligt gymnasium i Alingsås, studerat till biolog på Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala och på University of British Columbia i Kanada. Han doktorerade på fåglar och fjärilar i staden och har arbetat på Uppsala kommun med naturvård och friluftsliv. Numera forskar och undervisar han tvärvetenskapligt om hur människor och biologisk mångfald kan samexistera i städer.

■ dag bor fler i städer än på landsbygden och urbaniseringen fortsätter i hög takt. Det leder till att grönskan i städerna minskar vilket i sin tur påverkar människors hälsa och bevarandet av arter. Grönskan förser oss människor med en mängd ekosystemtjänster, till exempel minska värmeeffekter, ta hand om regnvatten, ta upp partiklar och öka fysiskt och psykiskt välmående. Dessa tjänster blir allt viktigare när klimatförändringar ger ökad nederbörd och högre temperatur, men även eftersom den psykiska ohälsan ökar mer i städer än på landsbygden, och då främst bland unga. Men grönskan är inte endast där för oss människor, det finns även stora värden av biologisk mångfald i städer. Många städer är byggda i områden med hög biodiversitet, så kallade "biodiversity hotspots", till exempel Kapstaden i Sydafrika, Perth i Australien och Rio de Janeiro i Brasilien som alla har unika (endemiska) arter som finns där städerna breder ut sig.

Urbaniseringen skapar ett så kallat "wicked problem" – ett problem som är extremt svårt att lösa. Vi människor behöver någonstans att bo och samtidigt behöver vi grönska för att må bra och då måste grönskan vara av sådan kvalitet att andra organismer trivs där. Över hela världen minskar grönskan i städer trots goda intentioner, policyer och styrdokument. Den internationella panelen IPBES skriver i en rapport om biologisk mångfald och natur

i städer att ... "städer vet inte hur de skall integrera naturen och naturens bidrag till människan i stadsplaneringen". Det fungerar inte längre att naturen kan vara någon annanstans och utanför städerna. Eftersom städer sträcker sig över enorma ytor måste naturen vara en integrerad del. Exempel på en mega-stad är Tokyo med över 35 miljoner invånare och USA:s östkust som nästan är en sammanhängande stad från Boston till Miami.

Förutsättningar i städer

Biodiversitet i städer är fortfarande relativt ostuderad. Antagligen därför att det traditionellt ansetts ointressant av forskare att arbeta i städer och eftersom det finns mer "natur" i andra miljöer utanför städerna.

I en större internationell studie studerades den biologiska mångfalden av fåglar och växter i städer och jämfördes med omkringliggande regioner. Det visade sig att de arter som finns i städer också finns i landskapet utanför. Ett land utgjorde dock ett undantag, Australien hade extremt många arter som inte var inhemska (arter som inte hör hemma i den ursprungliga floran och faunan). Man fann också att vissa arter, så kallade kosmopoliter, verkar trivas i städer oavsett om det är i Europa, Asien, Sydamerika, Australien eller Afrika. Fyra av dessa var fågelarter som förekom i mer än 80 procent av städerna; klippduva, gråsparv, europeisk stare och ladusvala. Av växter förekom elva

arter i mer än 90 procent av städerna, till exempel vitgröe och lomme.

Det kommer dessutom allt fler studier på insekter och i en av dessa placerades humlekolonier på jordbruksmark respektive i engelska städer. Man fann att drottningar producerade fler överlevande arbetare och att mer pollen samlades in i städerna. Även fler arter av bin noteras i engelska städer än på landsbygden, men det betyder inte att städer är bra för insekter, utan bara att städer är bättre än landsbygden. En förklaring är att jordbruket på många platser är extremt rationaliserat med mycket pesticider och få naturliga miljöer.

Svenska stadsskogar

De största svenska städerna har i genomsnitt 20 procent av ytan täckt av skog. Med skog menas att det finns ett naturligt fålskikt av örter, blåbär och lingon och att skogarna inte sköts som en park med gräsmatta. Mängden skog i städerna är starkt kopplad till hur landskapet omkring städerna ser ut. Städer omgivna av jordbruksmark som exempelvis Malmö har knappt någon skog, Stockholm, som ligger i en region med både jordbruksmark och skog, har en genomsnittlig andel skog och Borås, som till stor del omges av skog, har även mycket skog i staden.

Hälften av stadsskogarna är väldigt små, 0,5–2 hektar, på gränsen att kallas skogar (det saknas entydig definition på vad en skog är). Skogar som ligger inkilade i bostadsområden är extra viktiga för barn och äldre som har svårt att ta sig längre bort till större skogar. Intressant nog har dessa små skogar en hög andel lövträd och många fågelarter som är kopplade till lövskog, de utgör ett unikt habitat i det annars så dominerande barrskogslandskapet. Mycket tyder dock på att dessa små skogar exploateras i hög grad då städer förtätas.

Död ved är en god indikator för biologisk mångfald. I de nordiska länderna finns cirka 7 500 arter ryggradslösa djur och svampar som lever i död ved. I en tvåkilometerszon från utkanten av städerna finns en större andel död ved än i det övriga skogslandskapet. Det beror troligen på att skogen är mer orörd nära städer än i produktionslandskapet.



Centralt i städer finns inte mycket död ved, där tas träd ner och döda grenar bort, dels på grund av säkerhet men också beroende på estetik eftersom vissa anser att det ser skräpigt ut med död ved. Trots att det finns gott om skog i svenska städer så finns endast en fjärdedel så många arter fåglar i stadsskogarna än i skogar utanför och endast hälften av de hotade (rödlistade), skogslevande arterna finns i städerna. Troligtvis beror det på färre insekter, och andra störningar i landskapet som ljus och buller.

Hälsa och biologisk mångfald

Det verkar som att vi människor mår bra av grönska. En studie gjordes i Göteborg där man undersökte om det var någon skillnad på hur människor uppskattade en skog respektive en park. Det visade sig att de flesta uppskattade naturliga miljöer mer och hellre joggade, hängde med vänner, fick frisk luft och var ute och gick i en skog än i en park.

Men riktigt så enkelt är det inte när det gäller biodiversitet och välmående. I staden Sheffield i England inventerades diversiteten av fågel-, växt- och fjärilsarter och sedan fick personer beskriva sitt eget välmående när de passerade områden med olika biodiversitet. Det visade sig att de flesta mätte bäst där de själva trodde det var högst biodiversitet (men det inte var det i verkligheten). Resultaten kan delvis tolkas så att många människor i städer har tappat kunskap i att särskilja olika arter. För att

Figur 1. En lövskog som har fått växa fritt vid Mälaren utanför Uppsala skapar ett unikt habitat.

Foto: Marcus Hedblom

Figur 2. Gräsmattor i London där man klippt kanterna för att skapa större acceptans för ängsmarker.

Foto: Maria Ignatieva

Figur 3. En så kallad "risorm" som är skapad för att främja estetik och vindskydd, men också som ett habitat för insekter och fåglar.

Foto: Roger Elg



Figur 4. Experiment på Karolinska Institutet där multisensoriska intryck från naturen mäts. Syftet är att se hur olika sinnen som syn, hörsel och lukt från naturen samspelar och påverkar stress.

Deltagarna i studien utsattes för milda elektriska chocker och sedan undersöktes om de stressreaktioner som uppstått påverkades när deltagarna fick uppleva antingen en stad, en park eller en skog.

För att mäta alla sinnen användes Virtual Reality glasögon (så att personen kunde se miljön i 360 grader), hörlurar samt två rör instuckna i näsan för att mäta lukt (luktrören är inte med i bilden).

Resultaten visade att stadsmiljön, där deltagarna utsattes för buller och bland annat diesellukt, minskade stressnivån minst. I skogen och parken fick deltagarna känna dofter från naturen och höra fågelsång och i dessa miljöer sjönk stressnivån på ett par minuter. Lukten var det sinne som var starkast kopplat till minskningen av stress.

göra det än mer komplicerat så verkar det även finnas en skillnad i hur folk upplever biodiversitet kopplat till personlighetstyp. Folk som är naturpersonligheter och "finner tillfredsställelse med havet, skogen och naturen" uppfattar att platser i staden har högre biodiversitet är personer som är urbana personligheter och "finner tillfredsställelse i shopping, gatuliv och nöje i staden".

I en studie i Sverige observerades barn på en traditionell lekplats med rutschkana, sand och gungor och jämfördes med när de i stället fick leka i en skog. I skogen rörde barnen sig 30 procent mer och hade mer fantasilekar än tävlingslekar, som dominerade på den traditionella lekplatsen.

Det finns studier som tydligt visar kopplingar till biodiversitet och hälsa. I en studie, som omfattade en knapp månad, deltog tio förskolor från två städer i Finland. Utemiljön bibehölls konstant vid sex av förskolorna: kring tre var miljön traditionell och bestod mest av grus, ytterligare tre var naturinriktade där barnen brukade vistas i naturmiljöer varje dag. Vid fyra andra förskolor förändrades lekmiljön genom att den

ursprungliga grusmarken täcktes med gräs- och skogsmark, där bland annat ljung, blåbär och olika mossor ingick, och barnen fick sedan leka i den skogsliknande miljön. I övrigt var förhållandena lika för de tio förskolorna. Barnen undersöktes när studien startade och när den avslutades beträffande diversiteten av mikroorganismer i tarmen och på huden. Dessutom analyserades vissa komponenter i immunförsvaret. Resultatet för barnen som hade vistats i den förändrade miljön blev att florans av mikroorganismer i tarmen och på huden förändrades och blev mer varierad, samt att immunförsvaret förbättrades.

Andra studier i Finland har visat att människor i städer har högre andel allergier och kroniska inflammationer men också mindre mängd mikroorganismer på huden jämfört med personer på landsbygden. Således verkar det som att minskad natur och färre mikroorganismer i städer kan påverka vår hälsa negativt och att det däremot är positivt för hälsan att vistas i naturen.

Buller är ett av de största hälsoproblemen i städer, och leder till sömnsvårigheter och i förlängningen till hjärt- och kärlsjukdomar. Att minska buller är således viktigt. Men också kanske att öka positiva ljud. Det har visat sig att vi mår bättre och blir gladare av ljud från naturen och då särskilt fågelsång. Tjattret från en gråsparv gör att vi upplever staden som mer positiv, ännu mer positiv blir upplevelsen med sjungande fåglar som lövsångaren och allra mest positivt är det om flera arter sjunger. Det betyder att om vi förvaltar skog och natur i städer så det blir fler fåglar så påverkar det människors välmående. Studier visar även att det går att "maskera" trafikbuller genom att spela upp fågelsång så bullret upplevs som mindre negativt.

Syn VR

- Stad
- Park
- Skog

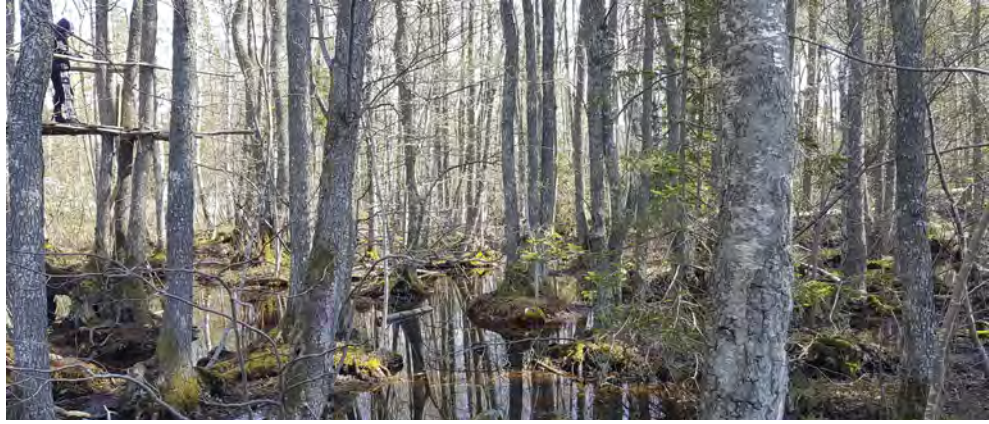
Ljud

- Stad: buller från bil
- Park: 1 fågel som sjunger
- Skog: 9 arter av fåglar som sjunger

Lukt

- Stad: gummi, tjära, diesel
- Park: gräs
- Skog: gran, tall, svamp

Foto: M. Hedblom



Intressant nog kanske det trots allt inte är synen av biologisk mångfald, eller fågelsången, utan lukt som får oss att må bra. Nya studier visar att minskning av stress var starkare kopplad till lukt från naturen än synen av skogen och ljudet av fågelsång (se figur 4). Det handlar således om att skapa förutsättningar för multisensoriska intryck; både visuella intryck av grönska i naturliga miljöer, ljud från flera arter utan störande buller, möjliggöra att känna lukt från naturen och att röra vid den och få kontakt med mikroorganismer.

Naturvård och hälsa

Hur gör vi då för att skapa win-win effekter mellan biologisk mångfald och hälsa? De grönytor som är kvar i städerna bör få flera användningsområden – det vill säga bli multifunktionella. Idag skapas många lekplatser med plastmattor och stålruksbanor just därför att det är lättare att beställa dessa från en katalog än att skapa från naturen. Dock byggs nu lekplatser som kopplar till begrepp från ekologin, så kallade lekotoper (Play biotopes, på engelska). Där biotopen kan vara en skog, trädet ett habitat och grenarna på olika höjd ger nischer för barn med olika förutsättningar för klättring men även för fåglar. Tanken är att om lekplatsen byggs av liggande död ved, sand, träd med grenar som breder ut sig och små vattendrag så blir det bra pedagogiska miljöer för lek, men också goda förutsättningar för biologisk mångfald.

50 procent av grönskan i svenska städer består av gräsmattor. De bidrar till ökade koldioxidutsläpp eftersom de ofta klipps med bensindrivna fordon. Dessutom kräver de bevattning och består endast av ett fåtal arter. Men genom att klippa mer sällan kan antalet växtarter öka liksom antalet pollinrare. I Malmö var det 50 procent mer polli-

nerande arter i parker med naturlig gräsväxt och ruderata områden (till exempel längs järnvägsspår) än i "finparker". Dessutom gillar vi människor blommande ängsmarker. I en studie där respondenter fick ranka olika bilder efter hur vackert det var så ansågs den blomrika schweiziska alpängen som mest attraktiv. Det går att både öka den visuella estetiken och den biologiska mångfalden genom att skapa ängsmarker istället för gräsmattor. För att en gräsmatta skall bli en äng med hög diversitet krävs att den är ganska mager, det vill säga att det klippta gräset tas bort regelbundet. Ängar kan ha ända upp till 63 olika arter per kvadratmeter. För att människor inte ska bli rädda för fästingar eller tycka det är fult kan man klippa kanter eller gånger i gräset. Inom landskapsarkitektur finns det ett begrepp som handlar om att visa att denna yta inte är lämnad vind för våg, någon bryr sig om den och skapar "ordnade ramar kring ett stökigt ekosystem; messy ecosystems in orderly frames" – på engelska.

Framtiden

Det har antagits att det kommer att byggas lika mycket stadsmiljöer de kommande 30 åren som det byggts hitintills. Det mesta av urbaniseringen sker i Sydostasien, till exempel i Kina, men urbaniseringen går snabbt även i Afrika och i Sydamerika. Även i Europa och i Norden förtätas städer och allt fler flyttar till större städer. Kunskaperna ökar om att natur i städer är viktigt för både artbevarande och mänsklig hälsa. Det stora problemet är att hitta lösningar på hur städer skall bevara grönområden och sköta dem för att främja den biologiska mångfalden. En viktig väg framåt är att ekologer och biologer samtalar med landskapsarkitekter och planerare så att det sker ett kunskapsutbyte.

Figur 5. Barn som klättrar i träd i Landskapslaboratoriet utanför SLU i Alnarp. Trädet är klippt för att skapa goda klätterförutsättningar.

Foto: Lars Brundin

Figur 6. Barn som byggt en koja i en alsumpskog i anslutning till ett bostadsområde.

Foto: Marcus Hedblom

Viktiga mykorrhizasvampar

Hyggen är inte lika kala och ödsliga som de var tidigare. Numera lämnas som regel enstaka träd och trädgrupper. Men gör hänsynsträden någon skillnad för mångfalden av mykorrhizasvampar?



Foto: Johan Samuelsson

Texten är skriven av:

Anders Dahlberg

Anders Dahlberg är professor vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Han forskar och undervisar om svampar och deras ekologi i framför allt skogsmark. I boken *Svamparnas förunderliga värld* (2021) sammanfattar och resonerar han (tillsammans med Anna Froster) om svamparnas liv i underjorden.

Tanken med hänsynsträd (naturvärdesträd), som lämnas av skogsbruket vid avverkningar, är att de ska fungera som livbåtar och hjälpa skogslevande arter att överleva. Nästan all skog sköts idag med syfte att få fram virke och papper. Det påverkar skogens miljö på sätt som försvårar livet för djur, svampar och växter. Artdatabanken bedömer att omkring 2 000 av Sveriges kanske 25 000 skogslevande arter missgynnas och hotas av skogsavverkningar.

Att träd sparas vid avverkningar är ett resultat av de frivilliga miljöcertifieringarna för skogsägare (FSC och PEFC), som växte fram i slutet av 1990-talet. Det innebär bland annat att minst tio hänsynsträd per hektar ska lämnas vid avverkning. Certifieringarna togs fram som ett komplement till samhällets naturvårdsåtgärder för att minska behovet av formellt skyddad skog. Idag är flesta skogsägare miljöcertifierade.

Mykorrhizasvampar

Mykorrhizasvampar är helt beroende av träd för sin existens. Huggs träden ner tynar mykorrhizasvamparna bort och försvinner. Mykorrhiza är namnet på bildningen där trädens rotspetsar och mykorrhizasvamparnas tunna svamptrådar, hyfer och mycel, vuxit samman. Man kan likna rotspetsarna med mykorrhiza vid en slags kopplingsstationer som binder samman fotosyntesen uppe i trädkronorna med svamparnas mycelnätverk nere i marken. Förutom att svamparnas hyfer är in- och sammanvuxna med rotcellerna (syns i mikroskop), spretar de också ut i marken som borsten på en diskborste vilket ger trä-

det tillgång till ett rotsystem med 100–1 000 gånger större kontaktyta än rötterna själva. Svamparna får sin energiförsörjning säkrad medan träden får en effektiv närings- och vattenförsörjning genom att vara uppkopplade på svamparnas stora mycelnätverk. Några exempel är välkända celebriteter som kantarell och karljohan (stensopp), men dessutom nästan alla matsvampar. Svampgrupperna kremlor, flugsvampar och spindelskivlingar utnyttjar mykorrhiza liksom även andra svampar som inte syns eftersom de saknar större fruktkroppar.

Uråldrig och svårstuderad symbios

Mykorrhiza beskrevs redan 1885 men det är först på senare tid som forskning visat hur avgörande symbiosen varit för växters evolution, att den förekommer överallt och är en nyckelspelare i naturen. Det var länge svårt att undersöka mykorrhizasvamparnas liv eftersom det är mikroskopiskt och främst utspelar sig nere i marken. Men med bland annat DNA-analyser av mark går det nu enklare att komma åt vilka svamparna är, vad de gör och vad som påverkar om de finns på en plats eller inte.

Få träd och många svampar

Antalet trädslag i Sverige är få. Tall och gran dominerar och svarar tillsammans för 80 procent av alla träd (trädbiomassa). Det är betydligt fler svampar som bildar mykorrhiza, hittills känner vi till närmare 2 000 olika arter. Vissa, som röd flugsvamp, är generalister och kan växa med nästan alla trädarter oavsett i vilken miljö de fö-

rekommer, medan andra är specialiserade till ett trädslag och speciella miljöer. Många av de specialiserade arterna minskar i mängd och är därför rödlistade, de anges ofta som naturvårdsarter. I Sverige är 300 olika mykorrhizasvampar rödlistade.

Sedan 2015 undersöker några forskare vid SLU, tillsammans med Rikskogstaxeringen och Markinventeringen, förekomsten av mykorrhizasvampar genom DNA-analyser av skogsmark (se svamparisverige.se). Forskningen visar att det är få mykorrhizasvampar som är riktigt frekventa medan de allra flesta är mer eller mindre ovanliga. I en äldre skog finns det ofta ett par hundra olika arter där en tiondel är vanliga, spridda och svarar för 75 procent av all mykorrhiza, medan de allra flesta bara förekommer på några få eller enstaka ställen i skogen. Stora träd kan vara associerade med hundratalet arter och på varje kvadratmeter skogsmark döljer sig tiotals arter. Det stora antalet arter av mykorrhizasvampar väcker onekligen associationer till regnskogars höga artmångfald.

Det går inte att se myllret av mykorrhizasvamparnas mycel i marken, men man kan föreställa sig det som ett lapptäcke av åtskilda och konkurrerande mycel av olika storlek, arter och individer. Många är utspridda på upp till en kvadratmeter, andra ibland på ett tiotal kvadratmeter. Även om enskilda svamptrådar inte lever så länge, kan mycel-individerna vara långlivade och bli gamla som träd eller äldre, om det hela tiden finns träd på platsen. Det är anledningen till att vi kan komma tillbaka och plocka svamp från samma plats och mycel år efter år. Därför är hänsynsträd viktiga för mykorrhizasvampar.

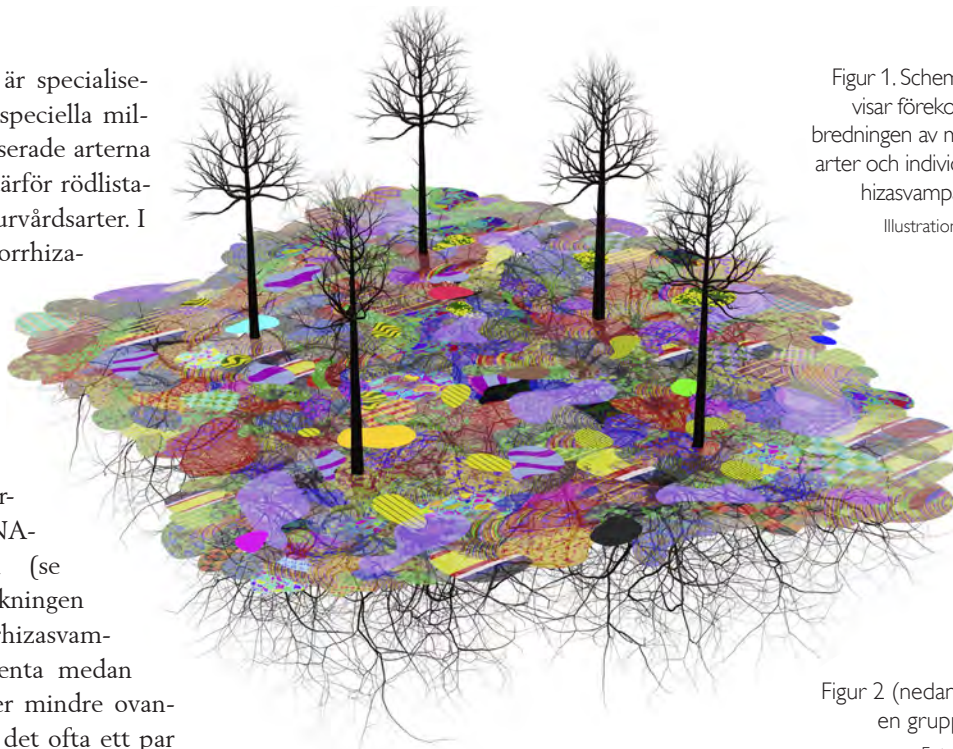
Försvinner vid avverkning

När träd avverkas upphör flödet av socker till rötterna. Mykorrhizasvamparnas mycel tynar bort och försvinner efter några månader. (Därför saknas fruktkroppar av mykorrhizasvampar på hyggen.) I stora

drag är det storleken på trädens fotosyntes som styr antalet arter och mängden mykorrhiza. Därför är mykorrhizamängden nästan noll på hyggen och stor i äldre skog.

Efter skogsavverkningen behöver mykorrhizasvamparna etableras på nytt. Det blir inte riktigt samma arter som tidigare, fler arter tillkommer efterhand och sammansättningen förändras successivt med tiden. En del vanliga arter (till exempel skinnsvampar) är snabbt på plats och blir till och med betydligt vanligare i skogen som växer upp. Däremot dröjer det flera decennier innan till exempel spindelskivlingar och kremolor, som dominerar i äldre skog, börjar komma tillbaka. Arter som är mer specialiserade och ovanliga i landskapet, som de rödlistade arterna, har det svårt och lyckas sällan etableras på nytt. Det beror mycket på att de är så ovanliga att deras sporer bara utgör en försvinnande liten andel av alla sporer som sprids och att sannolikheten att de skall lyckas etableras är mikroskopisk.

Det är med sporer som svamparna främst kommer tillbaka till hygget, oftast spridda med vind men även av djur, framför allt insekter. De kommer nästan uteslutande från svampar som växer inom de närmaste hundra meterna från hygget. En



Figur 1. Schematisk bild som visar förekomsten och utbredningen av mycel från olika arter och individer av mykorrhizasvampar i skogsmark.

Illustration: Jacob Bertilsson

Figur 2 (nedan). Hygge med en grupp hänsynsträd.

Foto: Lena Gustafsson



Figur 3 (ovan). Tittar man under mossan i skogsmark syns att de yttersta delarna av de minsta trädrötterna är omslutna och luddiga av oftast vita svamphyfer. Dessa bildningar är mykorrhiza och är så många som hundratals eller fler per kvadratdecimeter.

Foto: Petra Fransson



Figur 4 (överst). Giftkremla
Foto: Piotr J., commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Figur 5 (mitten). Rödskevig kanelspindling
Foto: Frank Gardiner aka Zonda Grattus, commons.wikimedia.org, CC BY 3.0

Figur 6 (nederst). Mörkt ullskinn
Foto: Sten Svantesson

svamp producerar förvisso astronomiska mängder sporer, en sandsopp en kvarts miljon, men de allra flesta landar rakt under svampen och bara någon procent kommer längre än tio meter. Sannolikheten för att mer långväga sporer når nya platser och etableras är låg. Det är här nyttan av hänsynsträd kommer in.

Alltid hos levande träd

Alla träd och i princip alla deras rotspet-sar har mykorrhiza. Därför kommer det fortsatt finnas mykorrhiza hos hänsyns-träd, liksom hos trädplantor och hos trä-den längs hyggeskanter. Mykorrhiza finns så långt ut från träden som rötterna bre-der ut sig, i storleksordningen tio meter. DNA-undersökningar visar att hänsyns-träd har samma svampar som i skogen inn-an den avverkades. Att lämna hänsynsträd är därför ett sätt att få mycel att fortsatt leva vidare under hyggesfasen. Visserligen kommer de flesta av hänsynsträdens my-korrhizasvampar att vara vanliga arter som ändå skulle kommit tillbaka. Men ju fler träd som sparas desto större är sannolik-heten att det även finns mycel från ovan-ligare, någon gång rödlistade arter. Utma-ningen är att ovanliga svampar bara har några få kanske kvadratmeter stora mycel.

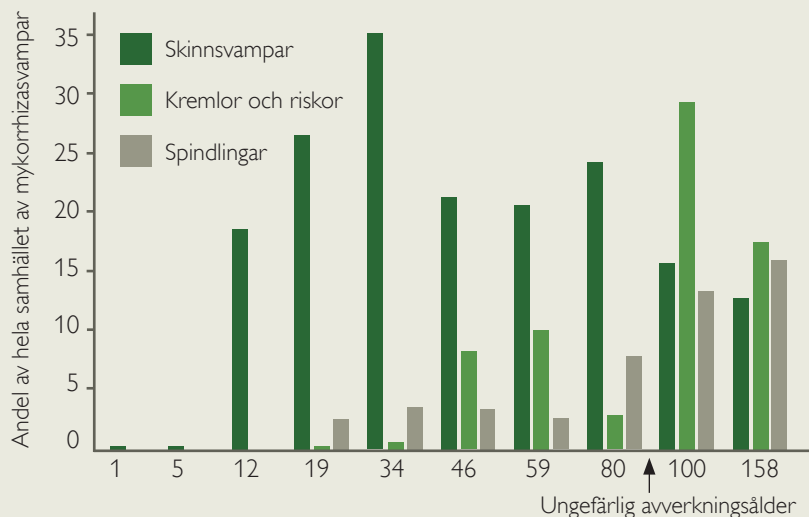
Hänsynsträden bidrar till att mycel av ovanliga arter kan leva vidare. Men ännu viktigare och effektivare för naturvården är att skydda värdefulla skogar, inte bara

spara hänsynsträd, och på så sätt säkerstäl-la att hotade mykorrhizasvampars mycel-individer kan leva vidare, liksom andra missgynnade hotade skogsarter.

Svamparnas mycelnätverk – inte ett stort utan många små

Föreställningen att träd kommunicerar och byter näring genom mycelnätverk har fått stor uppmärksamhet. Tanken är att träd med hjälp av mykorrhizasvampar står i förbindelse med och hjälper varandra. Det har jämförts med internet och kall-lats wood wide web och har ett korn av sanning eftersom mycel kan växa samman med och koppla ihop näraliggande rötter från olika träd. Men det är en faktoid där det mesta som sägs är felaktigt och färgat av ett önsketänkande om en god natur.

Försöker man förstå vad som sker i marken från svamparnas horisont blir det uppenbart att det trädcenterade synsät-tet inte stämmer. Svamparter följer förstås samma evolutionära spelregler som djur och växter där svampindividers existens beror på hur bra de kan konkurrera och försvara sina territorier. Forskningen visar att det finns ett gytter av hundratals olika arter och många tusentals, oftast kvadrat-meterstora, olika mycel i skogsmark. Så visst finns det mycelnätverk i skog, men det är inte sammanhängande och kommu-nicerande utan är ett lapptäcke av många mindre och konkurrerande mycel.



Figur 7. Det tar olika lång tid för olika mykorrhizasvampar att komma tillbaka efter att en skog avverkats. I ungskog dominerar skinnsvampar. Kremlor och riskor tar längre tid på sig. Spindelskivlingar blir vanliga först i gammal skog. Diagrammet visar en undersökning som gjorts på tallskogar av olika ålder i Uppland.

Referens: Kyaschenko, J. et al. (2017). Shift in fungal communities and associated enzyme activities along an age gradient of managed *Pinus sylvestris* stands. *ISME J*, 11: 863–874. (doi.org/10.1038/ismej.2016.184)

Arbeta vidare med framtidens landskap



Vi behöver förstå och ta hänsyn till olika synpunkter och självklart väga in långsiktiga värden när beslut om landskapets utformning ska fattas. Det här kapitlet handlar om att planera för framtiden så att inte oersättliga naturvärden förstörs för alltid.

1. Metapopulationsperspektivet är viktigt att ha med i naturvårdsarbetet.
 - Hur kan ett metapopulationsperspektiv påverka arbetet med att bevara en hotad population/art?
 - Hur kan man göra det möjligt för olika arter att röra sig mellan till exempel boplatser och födokällor?
 - Det är bättre att spara mer än mindre natur men bör det avsättas ett stort sammanhängande naturområde eller flera mindre? Vilka är fördelarna/nackdelarna?
2. Jämför effekter av land-sharing respektive land-sparing. Är det nödvändigt att välja strategi?
3. Snabba och storskaliga förändringar av landskapet är lätta att uppmärksamma, men att landskapet successivt förändras är svårare att se. Betesmarker växer igen eftersom de inte längre är lönsamma, gammelskogar huggs ner och ersätts med planteringar av gran och tall, nya motorvägar byggs och bostadsområden breder ut sig. Allt detta bedöms i stunden som viktigt och nödvändigt.
 - Landskapsplanering kräver ett långt perspektiv, både bakåt och framåt. Hur har miljön förändrats omkring där du bor? Följ vad som hänt under cirka 60 år genom att studera kartor och flygfoton på Lantmäteriets hemsida, se Min karta. Flygfoton finns från 1960 och 1975, samt aktuella flygfoton och kartor. Se även Historiska kartor på Eniro, med möjlighet att jämföra äldre flygfoton med aktuella. På Lantmäteriets hemsida finns även fritt tillgängliga historiska kartor; ibland så gamla som från 1600-talet. Här ges möjlighet att ytterligare fördjupa sig i de stora förändringar av landskapet som skett.
 - Hur vill du att det område du studerat ska se ut om 60 år? Med utgångspunkt i detta kapitel – hur ska landskapet planeras och vilka naturområden är viktiga att bevara för framtiden?
4. Sök på din kommuns webbplats efter aktuell naturvårdsplan (kan kallas grönplan eller liknande).
 - Hur är planen strukturerad?
 - Vilka områden prioriterar kommunen från naturvårdssynpunkt?
 - Nämns några sällsynta och speciellt intressanta arter?

5. I kapitlet beskrivs flera exempel på hur en art kan överleva även om landskapet är uppdelat i många små delområden. Vilka miljöer är specifika för nedanstående arter/organismgrupper och krävs för att de ska överleva långsiktigt? Vilka hot finns? Hur behöver dessa miljöer skötas för att arterna ska överleva?
 - Ängsnätfjäril på Åland (figur 4, sida 32)
 - Fiskar och groddjur i Täby kommun (sida 35)
 - Läderbagge, se artikeln om metapopulationsekologi.
 - Skogslevande svampar, se artikeln om mykorrhizasvampar.

UPPLEV OCH UNDERSÖK

6. På Bioresurs hemsida beskrivs flera försök med svampar. Ett modellförsök, som illustrerar artikeln om mykorrhizasvampar, visar om två fruktkroppar hör till samma svampindivid, se beskrivningen *Odling av svamp*.
7. Skapa mer biologisk mångfald i trädgården eller skolgården och en variation av miljöer där insekter och andra organismer trivs. Det behöver inte vara stora och avancerade anläggningar, det viktiga är variationen. Några exempel är:
 - Rabatter eller en liten ängsmark med många olika växter som blommar vid olika tidpunkter, från tidig vår till höst. Förteckningar över blommande växter som är attraktiva för pollinerande insekter går att hitta på nätet. Många kryddväxter är bra exempel.
 - En liten trave med stockar och grenar med borrade hål där solitära bin kan lägga ägg.
 - En damm eller liten balja med vatten för vattenlevande organismer.
 - Tillverka fågel- eller fladdermusholkar. Beskrivningar finns på *Ett myller av liv*, se www.bioresurs.uu.se/ettmylleravliv/myller-av-liv/skogen/hjalp-skogen-2

FLER RESURSER

Svampguiden (svampguiden.com) innehåller beskrivningar av matsvampar, giftsvampar och förväxlingssvampar. Rapporterar fynd och delta i diskussionsforum.

På webbplatsen svamparisverige.se kan man ta reda på var i Sverige olika svamparter förekommer.