

CHRISTER BJÖRKMAN • HELENA BYLUND • ÅSA BERGGREN

## Insekter och klimatförändringar – vad vi vet, tror oss veta och inte vet



Illustration Rune Axelsson

- Många frågar sig hur insekter påverkas av de pågående klimatförändringarna. Vi har gjort ett försök att sammanfatta kunskapsläget, både när det gäller skadliga insekter och sådana som är hotade. Att just insekter – jordens mest artrika djurgrupp – skulle vara särskilt påverkade av ett ändrat klimat är inte så underligt, då de är växelvarma.
- En tydlig effekt av ett varmare klimat är att många arter har flyttat sin utbredningsgräns norrut.
- När det gäller skadeinsekter finns en allmänt utbredd oro för att problemen kommer att öka. Det finns vissa exempel på ökande skador som kan kopplas till ett varmare klimat. Men bilden är inte entydig.
- För vissa hotade arter kan ett varmare klimat tillfälligt vara en fördel. Möjligheterna att anpassa sig till nya klimatbetingelser kan dock vara begränsade och många arter kan få svårt att ta sig till nya områden när klimatet förändrar deras nuvarande livsmiljöer.
- En förklaring till att vi inte ser några entydiga mönster när det gäller insekter och klimatförändringar är att inte bara insekterna själva, utan även deras värdväxter och naturliga fiender, påverkas. Vem som reagerar starkast på till exempel en temperaturhöjning kan vara avgörande för utgången.
- Vi behöver lära oss mer om hur ett ändrat klimat påverkar insekter. Samtidigt behöver vi komma ihåg att andra faktorer, som ändrat markutnyttjande och ändrade brukningsmetoder, kan vara minst lika viktiga och möjligen även användas för att motverka negativa effekter av ett ändrat klimat.

**V**i vet att de klimatförändringar som nu pågår ändrar förutsättningarna för allt levande på planeten. Många av de förändringar som kommer att ske i våra ekosystem är svåra att förutsäga, men det bör inte hindra oss från att försöka förstå hur växter och djur kommer att reagera på ett förändrat klimat. För om vi förstår mer, har vi en chans att motverka de negativa effekter som vi kommer att se hos en del arter.

Gruppen insekter är den mest artrika bland jordens landdjur och rymmer både sådana som vi kallar skadeinsekter och sådana som är känsliga och hotade av mänskliga aktiviteter. Man tror att dessa två grupper också skiljer sig något i hur de kommer att påverkas av ett förändrat klimat. Det finns en allmänt utbredd oro för att problemen med skadeinsekter kommer att öka som en följd av de pågående klimatförändringarna. Oftast verkar resonemanget bygga på en koppling mellan det faktum att insekter är växelvarma och utvecklas snabbare vid högre temperatur, och den konstaterade och förväntade temperaturhöjningen på jorden. För de arter som redan idag är sällsynta eller utrotningshotade kan ett förändrat klimat leda till förändringar i livsmiljön som ytterligare försämrar möjligheterna att överleva på lång sikt.

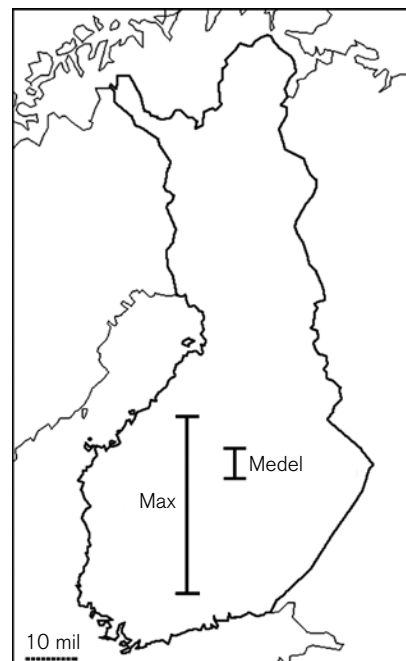
För oss i Sverige innebär ett ändrat klimat att vi sannolikt kommer att få rita om utbredningskartorna för många insektsarter. Vissa kommer troligen att sprida sig till nya områden och bli mer vanliga där de redan finns (Braschler &

Hill 2007). Vissa studier pekar på att skogsbruket framöver kan få uppleva ett ökat tryck från skadegörare (Sonesson 2004, se faktarutan). När det gäller hotade arter vet man inte så mycket om vad som kommer att hända. För många hotade arter är klimatet av underordnad betydelse och fragmentering och förstörelse av arternas livsmiljöer kan vara viktigare. Sammantaget medför det troligtvis att arter med god spridningsförmåga har bäst förutsättningar att leva vidare.

I detta Fakta går vi igenom *vad vi vet*, *tror oss veta* och *inte vet* om insekter och klimatförändringar, med fokus på de temperaturhöjningar som förväntas. Genomgången är på inget vis fullständig, men genom att diskutera vanliga uppfattningar i förhållande till välbelagda fakta försöker vi ge en bild av kunskapsläget. Som avslutning redovisar vi idéer om hur vi kan ta fram bra beslutsunderlag för åtgärder, både mot hotande problem med skadeinsekter och för skydd av sällsynta insekter.

### Höga temperaturer

Det är ställt utom allt tvivel att insekters fysiologiska utveckling från ägg till fullbildad insekt går snabbare vid högre temperaturer. Men utvecklingen går bara fortare upp till en viss kritisk temperatur. Den optimala temperaturen, där utvecklingen är som snabbast, varierar mellan arter men ligger ofta strax över 25 °C. Den lägsta temperatur då insekter fortfarande utvecklas varierar också mellan arter, men ligger ofta mellan 5 °C och 10 °C. En konsekvens av en snabbare utveckling hos en insekt är en möjlighet



FIGUR 1. Karta över Finland som visar den sträcka i medeltal som fjärilar flyttat sin utbredningsgräns norrut mellan åren 1992 och 2004 samt den maximala sträcka som uppmätts för en enskild art, blåvingefjärilen *Celastrina argiolus*. Efter Pöyry m.fl., 2009.

att öka antalet generationer per år. Vissa insekter i tropikerna kan under gynnsamma betingelser ha tio generationer på ett år. Många arter, t.ex. vedlevande skalbaggar och sländor med vattenlevande larver, har i Sverige mindre än en generation per år eftersom deras utveckling tar flera år. Men vanligast är det att insekter på våra breddgrader har en generation per år. Under speciellt varma år finns det flera arter som kan ha två generationer och är året exceptionellt varmt kan vissa arter hinna med tre generationer på ett år.

### Vad vi vet

#### Låga temperaturer

Insekter fryser ihjäl vid en viss temperatur. Denna temperatur varierar mellan arter. Ett exempel är fjärilen fjällbjörkmätare (*Epirrita autumnata*) vars ägg fryser vid -36 °C. Mätarlarverna äter björkblad och i fjällbjörkskog kan mätarlarverna nå höga tätheter och kaläta stora arealer. Om vintern varit kall kan man i härjade områden se oangripen skog längs jokkar och låglänta områden. Det beror på att tung, kall luft ansamlas i låglänta områden och under riktigt kalla perioder fryser de övervintrande äggen ihjäl (Tenow 1975).

Bland insekter som övervintrar som vuxna kan man se beteendemässiga anpassningar som hjälper dem att undvika ihjälfrysning. Den blå pilbladbaggen – en allvarlig skadegörare i salixodlingar –

#### FAKTARUTA

### Tänkbara hot i skogsbruket

Det har gjorts flera ansatser att bedöma hur de pågående klimatförändringarna kommer att påverka trycket från olika skadeinsekter i svenskt skogsbruk under de närmaste årtiondena. Här sammanfattar vi en av dessa bedömningar (Sonesson 2004):

- Skogsbrukets allvarligaste skadegörare idag är snytbaggen (*Hylobius abietis*) och granbarkborren (*Ips typographus*). Bland barrätarna har den röda tallstekeln (*Neodiprion sertifer*) orsakat störst skador på senare år. Alla arterna kan gynnas av ett varmare klimat.
- Flera av dagens skadegörare kommer att uppträda tidigare på året. Många kommer att få kortare utvecklingstid (t.ex. snytbaggen) eller fler generationer per år (granbarkborren). Möjligheterna att överleva vintern ökar för flera arter. Flera arters utbredning utökas norrut och inåt landet.
- Bland övriga skadegörare som kan gynnas av ett varmare klimat finns bl.a. blad- och barrätare som barrskogsunnan (*Lymantria monacha*) och olika arter av spinnarsteklar (*Cephalcia* spp.). Ett uppenbart hot mot svensk tallskog är tallvedsnematoden som sprids med tallbockar (*Monochamus sutor*). En art på stark frammarsch är den lövätande hästkastanjemalen (*Cameraria ohridella*). En nordamerikansk skinnbagge, *Leptoglossus occidentalis* (bilden till höger) som skadar barrträdskottar, har nu nått såväl Sverige som Danmark och Norge.



Foto Robert A. Chapman

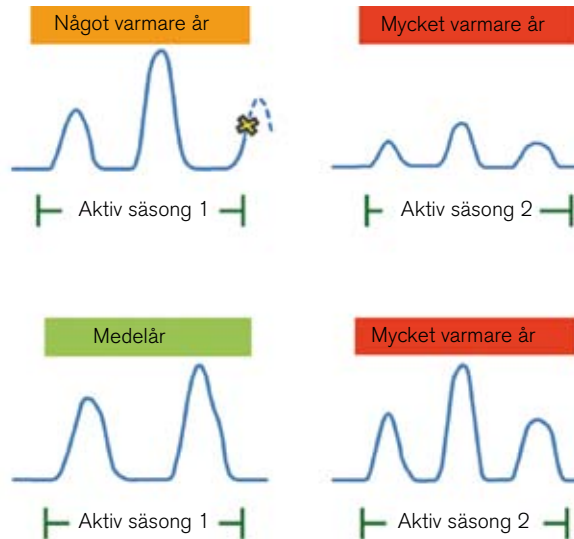
övervintrar i håligheter som vasstrån och under barken på stora träd. Att de föredrar att övervintra i lodräta gömslen framför vågräta beror antagligen på att kall luft inte ansamlas så lätt i lodräta utrymmen (Björkman & Eklund 2006) och därmed ökar insekternas chansen att överleva kalla vintrar. Vårtbitare och gräshoppor har ett slags "kylarväska" i sina kroppar vilket gör att de kan tåla flera minusgrader. I områden med mildare vintrar kan därför vuxna individer övervintra men i kallare klimat som i Sverige är det bara de mer hårdiga äggen som klarar av att övervintra. Med en ökad medeltemperatur minskar förekomsten av riktigt låga temperaturer och då minskar också risken att insekter fryser ihjäl under vintern vilket i sin tur bör gynna såväl skadegörare som hotade arter.

### Redan belagda klimateffekter

En av de mer uppmärksammade effekterna av höjda temperaturer när det gäller insekter är att många arter på det norra halvklotet har flyttat sin nordliga utbredningsgräns längre norrut och in i områden med mer kontinentalt klimat (Chen m.fl. 2011). Fenomenet är väl belagt och har framför allt setts hos fjärilar i ett flertal länder. I Finland har man uppmätt en utbredningsförändring hos en blåvingefjäril på 355 km över en åttaårsperiod (Figur 1). Om arters sydliga utbredningsgräns också flyttar norrut som en följd av klimatförändringar är inte lika väl studerat, men det finns några exempel på att så har skett.

Vad man också har sett är att insekter med olika levnadssätt reagerar olika på en ökande temperatur. För insekter som kan nyttja flera sorters föda (generalister) är det enklare att förändra sin utbredning. Dessa kan söka sig till områden med de gynnsammaste klimaten när temperaturen förändras även om inte alla viktiga födorsurser ändrar utbredning lika snabbt. För arter som bara kan leva av en eller ett fåtal födokällor (specialister) är det svårare att följa de förändringar som sker i omgivningen och i vissa fall kan dessa arter till och med minska i utbredning (Pöyry m.fl. 2009). Hur bra insekter är på att fysiskt förflytta sig påverkar också deras möjlighet att följa miljöförändringarna. Arter som är duktiga på att flyga längre sträckor har större möjligheter att hitta nya områden att leva i (Chen m.fl. 2011).

För insekter leder alltså högre temperaturer till en snabbare utveckling, kortare generationstid, mindre risk att frysa ihjäl och ändrade utbredningsmönster.



**FIGUR 2.** Ett varmare klimat leder till snabbare utveckling och därmed fler generationer hos många insektsarter. Detta behöver dock inte leda till högre tätheter eller mer skador nästföljande år, även om det året skulle bli gynnsamt – om årets sista generation drabbas av ogynnsamt väder (= gult kryss i den övre raden). I figurexemplet blir skadorna värre då ett medelår föregår ett gynnsamt år.

Det finns få, men åtminstone ett, exempel där klimatförändringar har bidragit till stora insektsutbrott. En serie milda vintrar anses vara en bidragande orsak till att enorma arealer tallskog dödades av contortabastborren ("mountain pine beetle") i Nordamerika när höga tätheter kunde byggas upp och insekten expanderade sin utbredning till nya områden där omfattande utbrott inte tidigare förekommit (Cudmore m.fl. 2010).

### Vad vi tror oss veta

En ofta framförd farhåga är att skadorna på skog och grödor kommer att öka om skadeinsekterna kan hinna med fler generationer per år. Resonemanget bygger på att fler generationer ger möjlighet för fler individer att produceras. Rent teoretiskt är sambandet självklart, men det är inte lika klart i praktiken. Det kan t.ex. vara så att en insekt som försöker hinna med en ytterligare generation misslyckas med detta – och om flertalet individer inte hinner utvecklas färdigt innan vintern, kommer merparten av populationen att slås ut (Figur 2). Nästa år blir då populationen mycket liten eftersom få individer kunde övervintra. Det borde medföra att skador på skog och grödor ökar under år då temperaturen är ovanligt gynnsam (då många individer kläcktes från flera generationer), för att sedan minska året efter om betingelserna är mer "normala". För hotade arter kan en extra men misslyckad generation på hösten göra populationerna ännu mindre, och därmed mer sårbara.

### Vad vi inte vet

Vi vet, men glömmer ibland bort, att inte bara insekterna utan också deras föda och naturliga fiender påverkas av ett ändrat klimat. Eftersom en arts förekomst påverkas av dess samspel med andra arter är det mycket som påverkar utgången. En

nyckel till en djupare förståelse kanske står att finna i studier av hur olika nivåer i näringskedjan påverkas av klimatförändringar. Det är möjligt att arter på samma nivå reagerar på liknande sätt, och om det vore så skulle man lättare kunna förutspå arters respons på ett förändrat klimat på en större skala (Berggren m.fl. 2009). Bristen på kunskap inom detta område är dock mycket stor. I de få vetenskapliga uppsatser där man studerat eller allvarligt funderat över hur olika näringskedjenivåer påverkas, så tycks det emellertid oftast vara så att nivåerna påverkas i olika hög grad. Det går inte att se några tydliga generella mönster, men det finns exempel som tyder på att rovlevande insekter påverkas mer än växtätande insekter (t.ex. Dunn 1952, Berggren m.fl. 2009).

Vi vet att individer inom en art är olika och att denna variation ofta är genetiskt betingad. Om det sker förändringar i miljön skulle man i teorin kunna tänka sig att det naturliga urvalet gynnar individer som har förmåga att överleva under de nya betingelserna, t.ex. med varmare och regnigare somrar. Huruvida denna anpassning är tillräckligt snabb för att motverka utdöenderisken hos hotade arter eller påverka (öka eller minska) risken för höga tätheter av skadliga insekter vet man förhållandevis lite om (Gienapp m.fl. 2008, Björkman m.fl. 2011). Detta trots att det är själva grunden för hur arterna kan fortleva i en värld som förändras.

### Vad vi bör göra

Det finns tre saker vi bör göra för att skaffa oss bättre möjligheter att förutsäga hur pågående och förväntade klimatförändringar påverkar risken för ökade problem med skadliga insekter och ett ökat utdöende bland hotade arter.

För det första bör vi sammanställa befintlig kunskap inom området. Dagens

Medelantal per dag

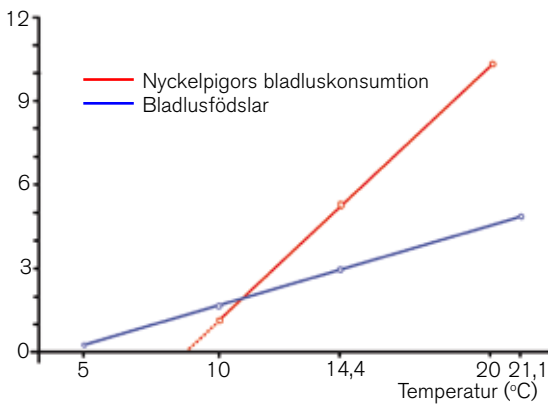


Foto Sate Al Abbasi

FIGUR 3. Medelantalet avkommor som produceras av bladlöss och medelantalet bladlusavkommor som konsumeras av nyckelpigor vid olika temperaturer. Efter Dunn, 1952.

kunskap om hur temperaturen t.ex. påverkar insekters utvecklingstid och antal generationer per år är begränsad och det saknas goda sammanställningar.

För det andra behöver vi samla in mera data, särskilt om hur samspelet mellan olika näringsnivåer påverkas av ett ändrat klimat. Här följer två exempel på hur ett samspel kan förändras. För den lilla fjärilen lärkvecklare (*Zeiraphera diniana*) i Alperna har man visat att de utbrott som inträffat med ca tio års mellanrum i över tusen år plötsligt ändrade mönster och i stort sett upphörde i slutet av 1980-talet. Orsaken tycks vara att insekten och dess värdräd svarat olika på milda vintrar och höga vårtemperatur under några år (Johnson m.fl. 2010). Följden blev att insekten kläcktes vid helt fel tidpunkt i förhållande till lärkträdens knoppsprickning. Detta är ett exempel på olika respons hos värdväxt och insekt, vilket i det här fallet

gjorde det svårt för insektslarverna att hitta föda. Ett annat exempel på att olika näringsnivåer kan svara olika på samma temperaturförändring är en studie som visade att nyckelpigor åt bladlöss i en takt som ökade mycket snabbare med en ökad temperatur än den hastighet med vilken bladlössen födde nya ungar (nymfer) (Figur 3). I detta fall fick nyckelpigor en övertag på sitt byte, som de i en annan situation inte skulle ha haft. Ett exempel på vad vi själva arbetar med finns i Figur 4.

För det tredje behöver vi utveckla och använda modeller, både teoretiska och empiriska (byggda på iakttagelser), som gör det möjligt att undersöka hur allmän-giltiga de samband är som vi kan se hos en del arter. Kan vi sammanställa och pröva olika teorier om effekterna av klimatförändringar på insekter och undersöka hur dessa fungerar på olika näringsnivåer kommer det att föra oss ett stort steg framåt. För att kunna testa modellernas förutsägelser behöver vi långa tidsserier av data med information om förändringar av de mönster som olika arter uppvisar ifråga om tätheter och/eller utbredning. Sådana data är tyvärr ovanliga och svåra att få tag på. Med en bättre samordning av initiativ för ett sådant arbete, en dammsugning efter befintliga data, och en långsiktig finansiering bör vi dock snabbt kunna bli betydligt bättre rustade för att förutsäga vad som kommer att hända i framtiden med insekter som är skadegörare eller som är hotade.

## Läs mer

- Berggren, Å., Björkman, C., Bylund, H. & Ayres, M.P. 2009. The distribution and abundance of animal populations in a climate of uncertainty. *Oikos* 118: 1121–1126.
- Björkman, C. & Eklund, K. 2006. Factors affecting willow leaf beetles (*Phytora vulgatissima*) when selecting overwintering sites. *Agricultural and Forest Entomology* 8: 97–101.
- Björkman, C., Kindvall, O., Höglund, S., Lilja, A., Barring, L. & Eklund, K. 2011. High temperature triggers latent variation among individuals: Oviposition rate and probability for outbreaks. *PLoS ONE* 6: e16590.
- Braschler, B. & Hill, J.K. 2007. Role of larval host plants in the climate-driven range expansion of the butterfly *Polygonia c-album*. *Journal of Animal Ecology* 76: 415–423.
- Chen, I.-C., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, B.D. & Thomas, C.D. 2011. Rapid change shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* 333: 1024–1026.
- Cudmore, T.J., Björklund, N., Carroll, A.L. & Lindgren, B.S. 2010. Climate change and range expansion of an aggressive bark beetle: evidence of higher beetle reproduction in naïve host tree populations. *Journal of Applied Ecology* 47: 1036–1043.
- Dunn, J.A. 1952. The effect of temperature on the pea aphid—ladybird relationship. 2nd Rep. Natl Veg. Res. Sta. Wellesbourne, pp. 21–23.
- Gienapp, P., Teplitsky, C., Alho, J.S., Mills, J.A. & Merilä, J. 2008. Climate change and evolution: disentangling environmental and genetic responses. *Molecular Ecology* 17: 167–178.
- Johnson, D.M., Büntgen, U., Frank, D.C., Kausrud, K., Haynes, K.J., Liebhold, A.M., Esper, J. & Stenseth, N.C. 2010. Climatic warming disrupts recurrent Alpine insect outbreaks. *PNAS* 107(47):20576–20581.
- Pöyry, J., Luoto, M., Heikkinen, R.K., Kuussaari, M. & Saarinen, K. 2009. Species traits explain recent range shifts of Finnish butterflies. *Global Change Biology* 15: 732–743.
- Sonesson, J. 2004. Climate change and forestry in Sweden – a literature review. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 143: 1–44.
- Tenow, O. 1975. Topographical dependence of an outbreak of *Oporinia autumnata* Bkh. and *Operophtera* spp. in northern Sweden. *Zoon* 3: 85–110.

## Ämnesord

Insekter, klimatförändringar, temperatur, utbredning, skadegörare, hotade arter, utbrott, utdöende, näringskedjor.

## Författare

Christer Björkman, Helena Bylund & Åsa Berggren är forskare vid SLU:s institution för ekologi, Box 7044, 750 07 Uppsala.  
Kontaktperson: Christer.Bjorkman@slu.se, 018-67 15 32.

Gästredaktör för detta nummer var David Stephansson vid SLU:s kommunikationsavdelning. En snarlik version, med något mer fokus på insekter i lantbruket, publiceras i systemserien Fakta Jordbruk.



Foto Christer Björkman

FIGUR 4. Den röda tallstekeln, här en larv som attackerar av en parasitstekel, är modell-djur i ett projekt som belyser utbrottsrisken i olika klimat. Vi undersöker hur temperaturen påverkar samspelet mellan växt, växtätare och naturliga fiender.



FAKTA SKOG • Rön från Sveriges lantbruksuniversitet

Redaktör: Göran Sjöberg, 090-786 82 96, Goran.Sjoberg@slu.se, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 Umeå

Ansvarig utgivare: Tomas Lundmark, 090-786 82 38, Tomas.Lundmark@slu.se

Webb: www.slu.se/forskning/faktaskog

Prenumeration: 15 nummer per år för 340 kronor + moms.

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala, 018-67 11 00 • Publikationstjanst@slu.se

Danagård LiTHO, Linköping 2011

ISSN: 1400-7789 © SLU

