

Storfjärilar som ökar sin utbredning: nytillskotten i storfjärilsfaunan i sydligaste Sverige under perioden 1973-2009

LARS B. PETTERSSON & MARKUS FRANZÉN

Pettersson, L.B. & Franzén M.: Storfjärilar som ökar sin utbredning: nytillskotten i storfjärilsfaunan i sydligaste Sverige under perioden 1973-2009. [**Colonisation rates of butterflies and macromoths in the southernmost province of Sweden during 1973-2009.**] – Entomologisk Tidskrift 132 (3): 199-207. Uppsala, Sweden 2011. ISSN 0013-886x.

This study highlights the expansion of butterflies and macromoths occurring in southern Sweden. Recent changes in climate and habitat has been stressed as the main factors influencing changes in species distributions. Climate change implies an increase in temperature and some species are assumed to extend their northern ranges. In this study we compiled information about the first observations of butterflies and macromoths in the province of Scania in southernmost Sweden from 1973 to 2009. In total, 37 species have been found new to the province during this period. Noctuid moths dominate with 22 new species (59% of the total number), probably because they are more mobile compared with other families such as the Geometridae. Three butterfly species have been recorded new to Scania of which two have established reproducing populations and are widely distributed over Scania. Several of the new species occur irruptive and some species have only been found once. Of the 37 new species, approximately 16 have established local reproducing populations in the province. The increasing number of species occurring in Scania may be related to: *i*) increased temperature resulting in northward range shifts, *ii*) increased temperature leading to increased mobility, *iii*) an overall increased search effort resulting in more species being found, and *iv*) species naturally migrating and searching for new areas to establish in. It is likely that not just one single factor explains the changes in the butterfly and macromoth fauna of Scania but rather a combination of those mentioned above. It is important to monitor changes in species occurrence and abundance, especially when changes in climate and habitat are accelerating. Further studies are required to analyse consequences and patterns of species colonisations and range expansions. Probably, there are more lepidopteran species that risk extinction in Scania than the number of species that are colonising, but such patterns require careful monitoring to ensure that negative trends are detected before species have disappeared.

Lars B. Pettersson, *Biologiska Institutionen, Ekologihuset, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: lars.pettersson@biol.lu.se*

Markus Franzén, *UFZ Centre for Environmental Research, Department of Community Ecology, Theodor-Lieser-Straße 4, D-06120 Halle, Germany. E-mail: markus.franzen@ufz.de*

Introduktion

Under senare år har allt mer påtagliga habitat- och klimatförändringar orsakat dramatiska förändringar i många arters utbredningsområden

(Warren m.fl. 2001, Thomas m.fl. 2004, Hickling m.fl. 2006). Dessutom har det under de senast 50 åren skett omfattande förändringar i markanvändning - våtmarker har dikats ur, naturskogar

Tabell 1. Antal storfjärilsarter påträffade i Skåne fram till och med 2009 samt nytillkomna antal under perioden 1973-2009. Familjerna samlas i de fyra traditionella huvudgrupperna: 1. "Svärmare och spinnare" (SvSp); 2. "Dagfjärilar, bastardsvärmare och glasvingar" (DfjBaGl); 3. "Mätare"; respektive 4. "Nattflyn". Se metoddelen för utförligare förklaring samt Appendix 2 för en fullständig lista över arterna.

Table 1. Total number of butterflies and macromoths in Scania in 2009 and the number of new species that have been recorded from 1973 to 2009. Groups represent: 1. Hawkmoths and other small families of larger macromoths (SvSp); 2. Butterflies and other diurnal families (DfjBaGl); 3. Geometrids (Mätare); and 4. Noctuids (Nattflyn). Appendix 2 gives a full list of all new species.

Familj/ Family	Grupp/ Group	Ant. arter 2009	Nya arter No. spec. New 2009 species
Rotfjärilar – Hepialidae	SvSp	5	0
Snigelspinnare – Limacodidae	SvSp	2	0
Bastardsvärmare – Zygaenidae	DfjBaGl	6	0
Glasvingar – Sesiidae	DfjBaGl	14	1
Träffjärilar – Cossidae	SvSp	2	0
Ädelspinnare – Lasiocampidae	SvSp	12	0
Skäckspinnare – Endromidae	SvSp	1	0
Påfågelspinnare – Saturniidae	SvSp	2	0
Mjölkörtspinnare – Lemonidae	SvSp	1	0
Svärmare – Sphingidae	SvSp	15	0
Tjockhuvuden – Hesperidae	DfjBaGl	8	0
Riddarfjärilar – Papilionidae	DfjBaGl	4	0
Vitfjärilar – Pieridae	DfjBaGl	11	0
Juvelvingar – Lycaenidae	DfjBaGl	25	0
Praktfjärilar – Nymphalidae	DfjBaGl	43	3
Sikelvingar – Drepanidae	SvSp	16	0
Mätare – Geometridae	Mätare	287	8
Tandspinnare – Notodontidae	SvSp	29	2
Nattflyn – Noctuidae	Nattflyn	369	22
Klosterflyn – Pantheidae	Nattflyn	3	0
Tofsspinnare – Lymantriidae	SvSp	13	1
Trägspinnare – Nolidae	SvSp	12	0
Björns spinnare – Arctiidae	SvSp	30	0
Totalt		910	37

avverkats och blomrika gräsmarker vuxit igen eller gödslats och uppodlats. Artrika livsmiljöer har fragmenterats och många arter förekommer i numera i små lokala populationer (Gärdenfors 2010, van Swaay m.fl. 2010). De flesta insekter har en kort generationstid och reagerar snabbt

på förändringar (Thomas 2005). Samtidigt som vissa insektsarter minskar expanderar andra. Klimatförändringar anses vara orsaken till att många arter under de senaste 20 åren expanderat kraftigt (Hill m.fl. 2002, Hickling m.fl. 2006). Expanderande arter kan ha betydande konsekvenser - nya skadegörare kan etablera sig i nya områden (till exempel kastanjemalen, *Cameraia ohridella*, (Gilbert m.fl. 2005) och ekproceSSIONsspinnare, *Thaumetopoea processionea* (Moraal & Jagers op Akkerhuis 2011), sjukdomar och parasiter kan spridas till nya områden (Lindgren & Jaenson 2006) och nya arter kan konkurrera ut ursprungliga arter. De flesta arter har dock sannolikt liten påverkan och Sverige har under senare år fått flera uppmärksammade nytillskott där negativa effekter ej är kända som till exempel getingspindel, *Argiope bruennichi* (Jonsson 2004) och kartfjäril, *Araschnia levana* (Lindeborg 2008).

Faunaförändringar och särskilt arter som expanderar är möjliga att följa i de fall de uppmärksammas av en intresserad allmänhet. För ett avlångt land som Sverige med sina 1572 km i nord-sydlig riktning finns stora möjligheter att följa hur arter expanderar och koloniserar nya områden. Sverige koloniserar naturligt av arter både från öster och söder (Ekman 1922) och Skåne är det landskap som framförallt fungerar som en brygga mot kontinenten. Detta medför att många arter påträffas nya för Sverige i just Skåne (Wahlgren 1913, Nordström m.fl. 1941, Nordström 1943).

För vissa organismgrupper är nytillskotten väldokumenterade med tidpunkt och lokalangivelse. Bland botanister och entomologer finns en gammal tradition att notera arters utbredning med hjälp av landskapskataloger, där varje art får en notering i de landskap där den är påträffad (se t.ex. Jonsell 2003). Denna tradition har medfört att kunskapen om arters utbredning i olika landskap är relativt god, speciellt bland de grupper som amatörentomologer ägnat stort intresse, dit till exempel fjärilar och trollsländor hör. Tack vare den omfattande aktiviteten av lokala amatörentomologer är kunskapen om arterna i de södra landskapen mycket god. För vissa insektsgrupper innebär detta att få eller inga av de nytillkomna arterna förbisets. Storfjärilarna tillhör en av de bäst kända insektsgrupperna och

sedan 1973 har årliga sammanställningar med intressanta fynd samt landskapsfynd publicerats i Entomologisk Tidskrift (se till exempel Douwes 1974).

Uppgifterna om förekomst på landskapsnivå ger möjlighet att studera arters utbredning på en grov skala men även att se på förändringar. Vilket år en art togs som ny för en provins finns ofta dokumenterat i entomologisk litteratur eller i katalogerna. Utifrån dessa sammanställningar finns möjlighet att utforska i vilken omfattning nya arter tillkommit i den skånska storfjärilsfaunan. Detta medför att det är möjligt att analysera vilka arter som expanderar och försöka förklara vad detta beror på. Målsättningen med denna studie är att studera i vilken omfattning storfjärilsarter tillkommit i den skånska faunan under de senaste 30 åren och hur det ser ut mellan storfjärilsfamiljerna. Vi diskuterar även om det finns något enhetligt mönster bland de arter som ökar.

Metod

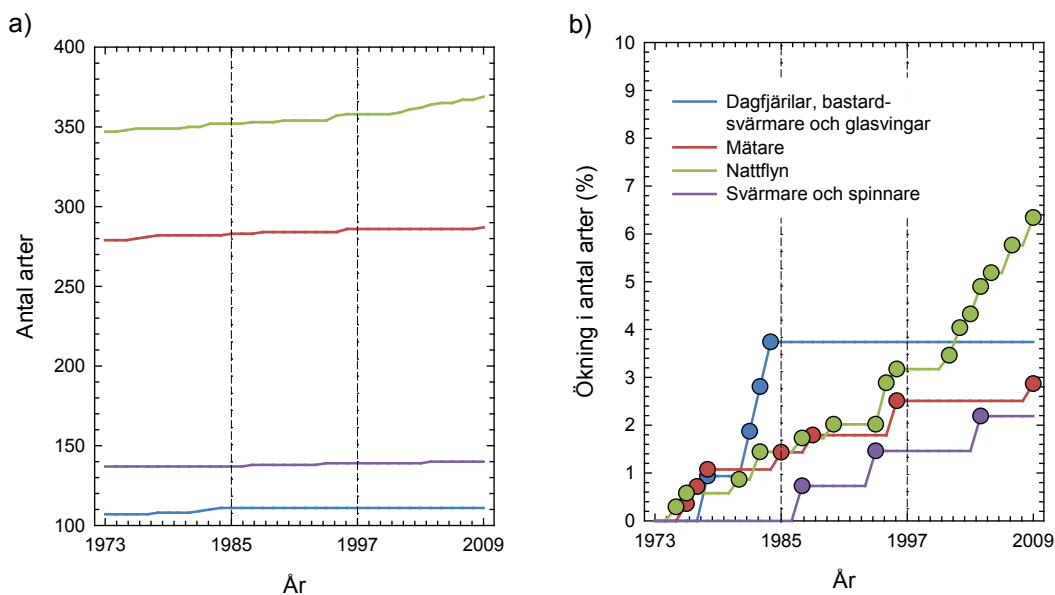
Uppgifter om arternas utbredning och vilket år arten för första gången påträffades i Skåne fick vi från den modifierade fjärilskatalogen *Catalogus Lepidopterorum Sueciae* uppdaterad till och med 2009 (<<http://www2.nrm.se/en/CATLEP2003.xls>> [accessdatum 2011-02-17], (Svensson m.fl. 1994)) och de i Entomologisk Tidskrift årligen publicerade årsrapporterna över "anmärkningsvärda storfjärilsfynd" som även inkluderar nya landskapsfynd. Douwes (1974) grundade denna tradition som resulterat i årliga rapporter (exempelvis Palmqvist 2010). Antalet arter noterade i Skåne fram till och med 1973 jämfördes med antalet arter som noterats som nytilskott i landskapet efter detta år för att på så sätt analysera hur olika grupper ökat. Samtliga arter inom de familjer som traditionellt omfattas av begreppet "storfjärilar" behandlas i denna studie (Tabell 1). I analysen samlas familjerna i fyra huvudgrupper (Nordström m.fl. 1941): 1) dagfjärilar, bastardsvärmare och glasvingar; 2) mätare; 3) nattflyn; samt 4) svärmare och spinnare (Tabell 1). Säckspinnarna, familjen Psychidae, som traditionellt fortfarande tillhör storfjärilarna, omfattas ej av analysen eftersom de är mindre kända och systematiskt tillhör överfamiljen malar. Tineoidea (Kristensen m.fl. 2007). Under perioden har tio arter på grund

av en ökad taxonomisk kunskap delats upp och består idag av 21 arter. Dessa 21 arter slogs i analysen samman parvis eller tripplett-vis till de 10 arter de representerade 1973 så att denna källa till ökande artantal inte skulle påverka resultaten (se Appendix 1). Det bör noteras att kataloger över landskapsfynd (exempelvis Svensson m.fl. 1994) anger det totalantal arter som påträffats men däremot inte om någon eller några av arterna försvunnit under tidsperioden. Denna nog så viktiga information får sökas med andra metoder (Öckinger m.fl. 2006, Franzén & Johannesson 2007). Här begränsar vi oss till att använda antalet nytilskott för att förstå hur denna aspekt av landskapets artantal utvecklats över tiden. Systematik och taxonomi följer Karsholt & Razowski (1996).

Trender över de 36 år som studien omfattar analyserades på två olika sätt. För att skatta det genomsnittliga antalet nya arter per år gjordes linjära regressioner för artantal över tid för var och en av de fyra huvudgrupperna (se Colwell & Coddington 1994, Magurran 2004). Skillnader i ökningstakt mellan de fyra grupperna inom vart och ett av tre tidsintervall om tolv år testades med Chi-2 test av den proportionella ökningen under tidsintervallet, enligt Zar (1999).

Resultat

Av de 910 storfjärilsarter som påträffats i Skåne fram till och med 2009 (macrolepidoptera enligt definition ovan) har 37 påträffats nya för landskapet efter 1973. De flesta av dessa är nattflyn, denna grupp har ökat med 22 nya arter (Tabell 1). Utslaget över hela studietiden blir ökningstakten 1,03 nya storfjärilsarter per år och totalt sett utgör nytilskotten de senaste 36 åren 4,1 % av storfjärilsfaunan (Fig. 1, Tabell 1). Samtliga grupper ökar med tiden (Fig. 1ab) och den årliga ökningen är 0,11 arter per år för gruppen dagfjärilar, bastardsvärmare och glasvingar (Fig. 1a, linjär regression, $r^2=0,63$), 0,20 arter per år för mätare (Fig. 1a, $r^2=0,91$), 0,55 arter per år för nattflyn (Fig. 1a, $r^2=0,94$), samt 0,10 arter per år för gruppen svärmare och spinnare (Fig. 1a, $r^2=0,91$). Vid en jämförelse av den proportionella förändringen i artantal per tolvårsperiod (antal nya arter dividerat med artantalet vid varje periods första år), framkommer ingen större skillnad mellan de fyra grupperna under perioderna



Figur 1. Antalet arter (ackumulativt) som observerats i Skåne för de fyra huvudgrupperna; a) totala antalet storfjärilsarter för respektive år 1973-2009, och b) den procentuella ökningen över samma tid. Linjerna representerar de fyra huvudgrupperna: Svärmare och spinnare", 2. "Dagfjärilar, bastardsvärmare och glasvingar", 3. "Mätare", samt 4. "Nattflyn". Fyllda cirklar anger år då minst en ny art observerats inom respektive grupp (se även Appendix 2). Observera att figuren inte tar hänsyn till de arter som försvunnit från Skåne under tidsperioden (se vidare Metod). Vertikala streckade linjer visar de tre tidsperioderna som analyserats separat.

Temporal trends in species numbers for four groups of Lepidoptera; a) total number of butterfly and larger moth species observed in the province of Scania in southernmost Sweden from 1973 to 2009 and b) the relative increase (% increase relative to 1973). Groups represent: 1. Hawkmoths and other families of larger macromoths containing few species; 2. Butterflies and other diurnal families; 3. Geometrids; 4. Noctuids. Circles indicate years when at least one new species was recorded in that group (See also Appendix 2). Vertical dashed lines indicate the three time periods analysed separately. Observe that the figure does not compensate for species that have gone extinct from Scania during the period.

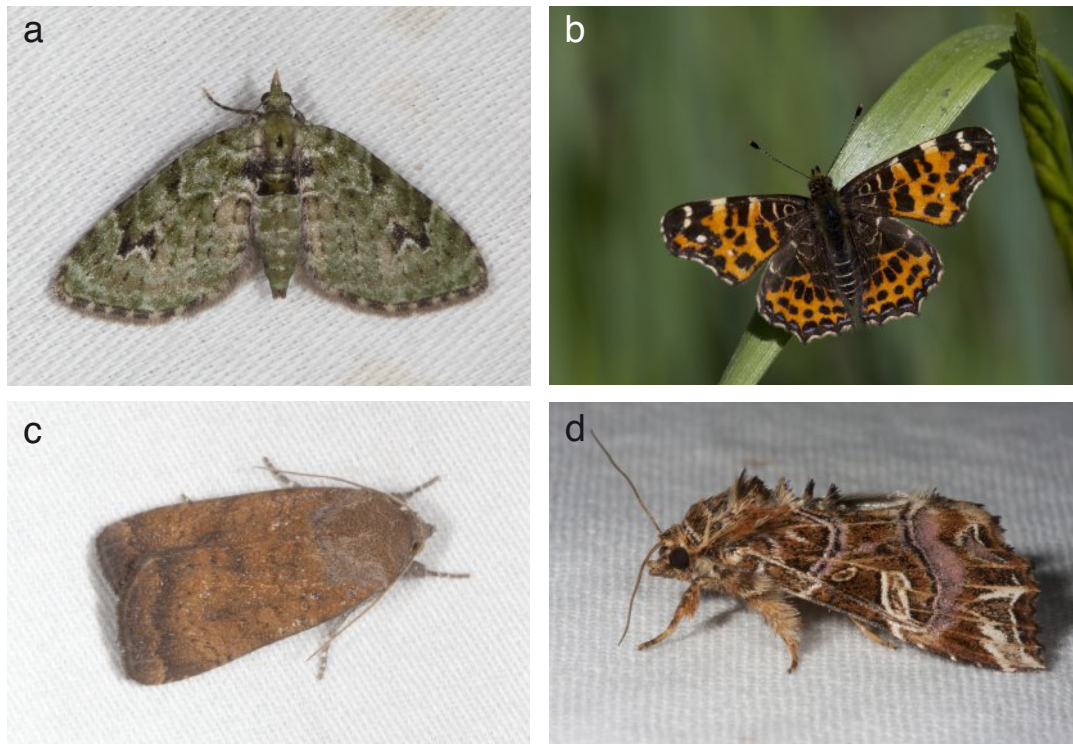
1973-1985 och 1985-1997. Nattflyn ökar mest i absoluta tal (Fig. 1a) men det finns inga signifikanta skillnader mellan grupperna under de två första tidsperioderna (perioden 1973-1985: = 6,40, $p = 0,093$; perioden 1985-1997: = 2,41, $p = 0,49$). Senaste tolvårsperioden har nattflyn ökat mest både i absoluta tal och proportionellt och skillnaden mellan de fyra grupperna storfjärilar är signifikant (perioden 1997-2009: = 10,76, $p = 0,013$).

Diskussion

Storfjärilar expanderar

Vi fann en påtaglig ökning av antalet storfjärilsarter i sydligaste Sverige. Framförallt har antalet nattflyarter ökat, i synnerhet under den senaste

tolvårsperioden. Ingen dagfjäril har noterats ny för landskapet sedan 1984. Skillnaden mellan dag- och nattfjärilar kan bero på att nattfjärilar sannolikt är avsevärt mer rörliga jämfört med dagfjärilar (Nieminen m.fl. 1999, Chapman m.fl. 2010). Dessutom har blomrika marker som utgör livsmiljön för de flesta dagfjärilar minskat dramatiskt vilket har resulterat i små och minskande dagfjärilspopulationer (Öckinger m.fl. 2006, Nilsson m.fl. 2008, Nilsson & Franzén 2009). Mätare och spinnare är en grupp som sannolikt är mindre rörliga än nattflyn och dessa grupper ökar inte heller lika mycket. Av de nya arterna är det ingen som anses vara ett skadedjur i Sverige. Sannolikt kan ekprocessionsspinnare i framtiden bli ett skadedjur på ek, vilket redan in-



Figur 2. Exempel på arter som koloniserat Skåne och etablerat reproducerande populationer under perioden 1973-2009 (första fynd i Skåne inom parentes): – a) Krönt malmätare, *Chloroclystis v-ata* (1976), – b) Kartfjäril, *Araschnia levana* (1982), – c) Rödbrunnt bandfly, *Noctua interjecta* (1983), – d) Ormbunksfly, *Callopietria juvenina* (2007). Foto: Lars B. Pettersson.

Examples of species that have colonised the province of Scania and established reproducing populations during 1973 to 2009 (first record in Scania in parenthesis): – a) The V-Pug, *Chloroclystis v-ata* (1976), – b) European Map, *Araschnia levana* (1982), – c) Least Yellow Underwing, *Noctua interjecta* (1983), – d) The Latin, *Callopietria juvenina* (2007).

träffat i andra länder i Nordeuropa (Habermann m.fl. 2010, Hill m.fl. 2010, Moraal & Jagers op Akkerhuis 2011). Ett exempel på skadedjur som koloniserat Sverige finns bland småfjärilarna; nämligen kastanjemalen, *Cameraria ohridella* som vissa anser är ett stort problem då larverna minerar kastanjens blad och de blir brunfläckiga på sensommaren (Gilbert m.fl. 2005, Svensson 2007). Hur stor del av de nya arterna som har etablerat reproducerande populationer i Skåne är osäkert, men utifrån fyndmaterial och årliga observationer bedömer vi att minst 16 arter (43 %) nu finns som reproducerande i landskapet.

Som en följd av ett allt varmare klimat ökar antalet generationer och många arter expan-

derar åt norr (Parsons 2003, Pöyry m.fl. 2010, Altermatt 2010, Groenendijk & Ellis 2010, Hill m.fl. 2010). Individerna blir mer rörliga då temperaturen ökar vilket medför att sannolikheten att Sverige koloniserar av nya arter ökar (Sparks m.fl. 2005, Wood m.fl. 2006, Sparks m.fl. 2007). Naturligt sker också en kolonisation från söder åt norr eftersom artrikedomen är högre i söder. Det är inte självklart att klimatförändringen är den enda anledningen till att antalet arter ökar i Skåne. Om klimatförändringen leder till en ökad frekvens av extrema vädersituationer kan detta sannolikt påverka expanderande arter både positivt och negativt. Skåne kan förväntas koloniserar oftare vid varm väderlek med sydliga vindar

(Jämför Mikkola, 1986). Dramatiska variationer i väderlek såsom kraftigt regn och kyla kan å andra sidan bidra till att hejda expanderade arter. Det är alltid svårt att uttala sig om vad som är naturligt och vad som kan förklaras med klimatförändringar

Mönstren över expanderande arter i Sverige stämmer bra med andra länder som till exempel Danmark (Stadel Nielsen 2008), Finland (Mikkola 1987, Välimäki m.fl. 2010), Holland (Groenendijk & Ellis, 2010) och Storbritannien (Hill m.fl. 2010). Finland är sannolikt det land där flest arter tillkommit under de senaste 10 åren (Välimäki m.fl. 2009, Välimäki m.fl. 2010). Detta beror säkert på att många ostliga arter expanderar västerut. Sedan 1973 har storfjärilsfaunan i Skåne ökat med 4,4%. I genomsnitt blir det 1,1 nya storfjärilsarter per år. På Kullaberg har 4% av storfjärilsfaunan invandrat efter 1950 (Franzén & Johannesson 2007). I Sverige har förändringar i storfjärilsfaunan vid flera tidigare tillfällen noterats och förutspåtts (Nordström 1952, Svensson 1957). Vilka arter som kommer att dyka upp i Sverige har ofta gått att förutspå utifrån information från fynd i våra grannländer. Även om artantalet ökar när nya arter noteras så minskar utbredningsområdet för många arter och den aktuella artikedomen i ett område är oftast lägre beroende på att utdöendehastigheten är högre än kolonisationshastigheten (Franzén & Johannesson 2007, Hill m.fl. 2010, Groenendijk & Ellis 2010). Det är dock svårt och resurskrävande att studera arter som försvinner och minskar.

Andra artgrupper har under senare år ökat i samma utsträckning som storfjärilar. Till exempel har antalet sedda fågelarter i Skåne ökat med ca 71 under perioden 1973-2009 (av totalt ca 490 arter sedda i Sverige, källa: <http://www.sofnet.org> [accessdatum 2011-02-17]). Även blomflugor, gaddsteklar och hopprätvingar har ökat under senare år men med betydligt lägre hastighet än storfjärilar (Cederberg & Nilsson 2000, Bartsch opubl katalog, Nilsson & Cederberg opubl katalog). Förutom att dessa grupper historiskt sett inte studerats lika intensivt tyder detta på att de möjligen är mindre rörliga än till exempel nattflyn. Denna studie visar att förändringarna sker kontinuerligt men att de går snabbare för vissa grupper. Det vore intressant

att göra dessa analyser över större skalor och fler artgrupper. Sannolikt kommer allt fler nya arter påträffas i Sverige i framtiden på grund av ett gynnsammare klimat. Man får dock inte glömma bort att minskande livsutrymmen för de flesta arter riskerar att överskugga de nyinvandrande arterna. För att studera detta behövs en bättre övervakning även av till exempel nattfjärilar.

Tack

Nils Ryrholm hjälpte till med klassningen av bofasta arter i Skåne. Tack till alla som rapporterat landskapsfynd och Bert Gustafsson som regelbundet uppdaterar onlineversionen av *Catalogus Lepidopterorum Sueciae*. Mats Jonsell gav värdefulla kommentarer på en tidigare version av detta manuskript.

Litteratur

- Altermatt, F. 2010. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths. – *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences Series B* 277: 1281-1287.
- Cederberg, B. & Nilsson, L.A. 2000. Sandbiet *Andrena flavipes* i Sverige (Hymenoptera: Andrenidae). – *Entomologisk Tidskrift* 121: 193-197.
- Chapman, J.W., Nesbit, R.L., Burgin, L.E., Reynolds, D.R., Smith, A.D., Middleton, D.R., & Hill, J.K. 2010. Flight orientation behaviors promote optimal migration trajectories in high-flying insects. – *Science* 327: 682-685.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity Through Extrapolation. – *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 345: 101-118.
- Douwes, P. 1974. Intressantare fynd av Macrolepidoptera i Sverige 1973. – *Entomologisk Tidskrift* 95: 190-191.
- Ekman, S. 1922. Djurvärldens utbredningshistoria på Skandinaviska halvön. – Bonnier, Stockholm.
- Franzén, M. & Johannesson, M. 2007. Predicting extinction risk of butterflies & moths (Macrolepidoptera) from distribution patterns and species characteristics. – *Journal of Insect Conservation* 11: 367-390.
- Gärdenfors, U. 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010. – Artdatabanken, Uppsala.
- Gilbert, M., Guichard, S., Freise, J., Grégoire, J.C., Heitland, W., Straw, N., Tilbury, C., & Augustin, S. 2005. Forecasting *Cameraria ohridella* invasion dynamics in recently invaded countries: from validation to prediction. – *Journal of Applied Ecology* 42: 805-813.

- Groenendijk, D. & Ellis, W. 2010. The state of the Dutch larger moth fauna. – *Journal of Insect Conservation* 14: 1-7.
- Habermann, M., Bressemer, U., Hurling, R., & Kruger, F. 2010. Forest protection 2009 as viewed within the scope of the Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt's. – *Forst und Holz* 65: 14-18.
- Hickling, R., Roy, D.B., Hill, J.K., Fox, R., & Thomas, C.D. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. – *Global Change Biology* 12: 450-455.
- Hill, J. K., Thomas, C.D., Fox, R., Telfer, M.G., Willis, S.G., Asher, J., & Huntley, B. 2002. Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. – *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B* 269: 2163-2171.
- Hill, L., Randle, Z., Fox, R., & Parson, M.S. 2010. Provisional atlas of the UK's larger moths. – *Butterfly Conservation*, Wareham, Dorset, UK.
- Jonsell, B. 2003. Swedish provincial Floras - a survey of their history & present status. – *Watsonia* 24: 331-336.
- Jonsson, L.J. 2004. Getingsspindeln, *Argiope bruennichi*, etablerad och sprider sig norrut i Sverige. – *Entomologisk Tidskrift* 125: 117-120.
- Karsholt, O. & Razowski, J. 1996. The Lepidoptera of Europe - a distributional checklist. – *Apollo books*, Stenstrup.
- Kristensen, N.P., Scoble, M.J., & Karsholt, O. 2007. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. – *Zootaxa* 699: 699-747.
- Lindeborg, M. 2008. Intressanta fynd av storfjärilar (Macrolepidoptera) i Sverige 2007. – *Entomologisk Tidskrift* 130: 11-20.
- Lindgren, E. & Jaenson T.G.T. 2006. Fästing- och myggöverförda infektionssjukdomar i ett kommande, varmare klimat i Sverige. – *Entomologisk Tidskrift* 127: 21-30.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. – Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Mikkola, K. 1986. Direction of insect migrations in relation to the wind. – In: *Insect flight: dispersal and migration*. (Ed.) Danthanarayana, W., Springer, Berlin, pp. 152-171.
- Mikkola, K. 1987. Changes in the Finnish Lepidopteran fauna since 1950 in relation to environmental changes. – *Entomologiske Meddelelser* 55: 107-114.
- Moraal, L.G. & Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M. 2011. Changing patterns in insect pests on trees in The Netherlands since 1946 in relation to human induced habitat changes and climate factors – an analysis of historical data. – *Forest Ecology & Management* 261: 50-61.
- Nieminen, M., Rita, H., & Uuvana, P. 1999. Body size and migration rate in moths. – *Ecography* 22: 697-707.
- Nilsson, S.G. & Franzén, M. 2009. Alarmerande minskning av dagfjärilar. – *Fauna och Flora* 104: 2-11.
- Nilsson, S.G., Franzén, M., & Jönsson, E. 2008. Long-term land-use changes and extinction of specialised butterflies. – *Insect Conservation & Diversity* 1: 197-207.
- Nordström, F. 1943. *Catalogus Insectorum Sueciae. III. Macrolepidoptera*. – *Opuscula Entomologica* 8: 59-120.
- Nordström, F. 1952. Hur noggrant känna vi utbredningen av Sveriges Macrolepidoptera? – *Opuscula Entomologica* 17: 209-211.
- Nordström, F., Wahlgren, E., & Tullgren, A. 1941. *Svenska fjärilar*. – Nordisk familjeboks förlag, Stockholm.
- Palmqvist, G. 2010. Intressanta fynd av storfjärilar (Macrolepidoptera) i Sverige 2009. – *Entomologisk Tidskrift* 131: 5-14.
- Parsons, M. 2003. The changing moth and butterfly fauna of Britain during the twentieth century. – *The Entomologist's Record & Journal of Variation* 115: 49-67.
- Pöyry, J., Leinonen, R., Söderman, G., Nieminen, M., Heikkinen, R.K., & Carter, T.R. 2010. Climate-induced increase of moth multivoltinism in boreal regions. – *Global Ecology & Biogeography* 20: 289-298.
- Sparks, T.H., Roy, D.B., & Dennis, R.L.H. 2005. The influence of temperature on migration of Lepidoptera into Britain. – *Global Change Biology* 11: 507-514.
- Sparks, T.H., Dennis, R.L., Croxton, P.J., & Cade, M. 2007. Increased migration of Lepidoptera linked to climate change. – *European Journal of Entomology* 104: 139-143.
- Stadel Nielsen, P. 2008. Data registeret med automatiske lysfælder til natsommerfugle. – *Dansk Entomologisk Forening*, København.
- Svensson, I. 1957. De senaste tio årens nytilskott av svenska storfjärilar (Lep.). – *Opuscula Entomologica* 12: 143-160.
- Svensson, I. 2007. Anmärkningsvärda fynd av småfjärilar (Microlepidoptera) i Sverige 2006. – *Entomologisk Tidskrift* 128: 43-57.
- Svensson, I., Elmquist, H., Gustafsson, B., Hellberg, H., Imby, L., & Palmqvist, G. 1994. *Catalogus Lepidopterorum Sueciae*. – Entomologiska Föreningen, Stockholm.

- Thomas, C.D. m.fl. 2004. Extinction risk from climate change. – *Nature* 427: 145-148.
- Thomas, J.A. 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies & other indicator groups. – *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B Biological Sciences* 360: 339-357.
- van Swaay, C.A.M. m.fl. 2010. European red list of butterflies. – Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Wahlgren, E. 1913. Sveriges insektgeografiska indelning på grundval af makrolepidopterernas utbredning. – *Entomologisk Tidskrift* 34: 137-162.
- Warren, M.S. m.fl. 2001. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. – *Nature* 414: 65-69.
- Wood, C., Chapman, J., Reynolds, D., Barlow, J., Smith, A., & Woiwod, I. 2006. The influence of the atmospheric boundary layer on nocturnal layers of noctuids & other moths migrating over southern Britain. – *International Journal of Biometeorology* 50: 193-204.
- Välimäki, P., Männistö, K., & Kaitila, J.P. 2009. Huomioita ja havaintoja tunturiperhosseurannan kokeiluvuosilta 2008-2009. – *Baptria* 34: 126-134.
- Välimäki, P., Kaitila, J.P., & Lehto, T. 2010. Mielenkiintoiset suurperhoshavainnot ja vaelluskatsaus 2009. – *Baptria* 35: 38-71.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*, 4th edn. – Prentice-Hall International, London, UK.
- Öckinger, E., Hammarstedt, O., Nilsson, S.G., & Smith, H.G. 2006. The relationship between local extinctions of grassland butterflies & increased soil nitrogen levels. – *Biological Conservation* 128: 564-573.

Appendix 1. Arter i fjärilskatalogen *Catalogus Lepidopterorum Sueciae* som anges som nya för Skåne under perioden 1973-2009 (<<http://www2.nrm.se/en/CATLEP2003.xls>>, Svensson et al. 1994) och som på grund av ökad taxonomisk kunskap delats upp i flera arter (splittar) under perioden. Detta har medfört att det i vissa fall är oklart när de noterats för första gången i Skåne. Dessa 21 arter slogs i analysen samman parvis eller tripletvis till de 10 arter de representerade 1973 så att denna källa till ökande artantal inte skulle påverka resultaten. Arterna är sorterade i systematisk ordning och "Kat.nr." anger artnummer i Karsholt & Razkowski (1996).

Appendix 1. Species listed in the catalogue "*Catalogus Lepidopterorum Sueciae*" as recorded in Scania during the period 1973-2009 (<<http://www2.nrm.se/en/CATLEP2003.xls>>, Svensson et al. 1994) and which because of improved taxonomic knowledge have been splitted during the period. In the analyses, these 21 species were combined in pairs or triplets, until the 10 species that they represented in 1973 were left. This was made to eliminate the effect of improved taxonomic knowledge on our results. The species are sorted systematically and "Cat.no." denotes species number in Karsholt & Razkowski (1996).

Kat.nr. Vetenskapligt namn Svenskt namn	
Cat.no. Scientific name Swedish name	(forts.)
Dagfjärilar	
6966 <i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758) Skogsvitvinge	9789 <i>Mesapamea secalis</i> (Linnaeus, 1758) Vitaxfly
6967 <i>L. reali</i> Reissinger, 1989 Ängsvitvinge	9790 <i>M. didyma</i> (Esper, 1788) Litet vitaxfly
Geometridae Mätare	
8027 <i>Timandra griseata</i> W. Petersen, 1902 Grå syremätare syn. <i>amata</i> sensu auct.	9933 <i>Hadena bicurvis</i> (Hufnagel, 1766) Allmänt nejlikfly (-) <i>H. capsincola</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) Förväxlat nejlikfly
8028 <i>T. comae</i> Schmidt, 1931 Gul syremätare	10093 <i>Diarsia rubi</i> (Vieweg, 1790) Hallonjordfly 10094 <i>D. florida</i> (Schmidt, 1859) Ljust hallonjordfly
8573 <i>Eupithecia innotata</i> (Hufnagel, 1767) Malörtsmalmätare	10102 <i>Noctua janthina</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) Violet-grått bandfly
8574 <i>E. ochridata</i> Schütze & Pinker, 1968 Gråblek malmätare	10103 <i>N. janthe</i> (Borkhausen, 1792) Brunviolett bandfly
Noctuidae Nattfly	
9045 <i>Diachrysis chrysitis</i> (Linnaeus, 1758) Grönglänsande metallfly	(-) <i>Euxoa eruta</i> (Hübner, 1827) Dunkelt jordfly
(-) <i>D. stenochrysis</i> (Warren, 1913) Mittfåldsdelat metallfly	(-) <i>E. nigrofusca</i> (Esper, 1788) Kryptiskt jordfly, syn. <i>tritici</i> sensu Fibiger, 1990
9059 <i>Autographa pulchrina</i> (Haworth, 1809) Purpurfärgat metallfly, syn. <i>v-aureum</i> Guenée, 1852	10280 <i>E. tritici</i> (Linnaeus, 1761) Vetejordfly, syn. <i>crypta</i> (Dadd, 1927)
9060 <i>A. buratetica</i> (Staudinger, 1892) Brungrått metallfly	

Appendix 2. Arter som registrerats nya för Skåne sedan 1973 i systematisk ordning, där "Kat.nr" anger nummer i Karsholt & Razkowski (1996). "Reprod." anger om arten sannolikt förekom med reproducerande population i Skåne under 2008-2009. "År" anger det år arten togs ny för Skåne. "Split" anger om arten nyligen splitrats taxonomiskt. Dessa arter inkluderades ej i analysen (se metoddelen samt Appendix 1).

Species recorded as new to the Swedish province of Scania since 1973 in systematic order. "Cat.no" are numbers in Karsholt & Razkowski (1996). "Reprod." indicates the species that most likely had reproducing population in Scania in 2008-2009. "Year" indicates when the species was first recorded in Scania. "Split" denotes species that has been splitted after 1973 due to improved taxonomic knowledge. These were excluded from the analysis (see methods & Appendix 1).

Kat.nr. Art	Reprod. År		Split	Cat.no. Species	(forts/continued)
	Reprod	Year			
10022	x	1975		8717	Asptandvinge, <i>Notodontia torva</i> Notodontidae
8601	x	1976		9001	Blyfärgat näbbfly, <i>Hypena lividalis</i> Noctuidae
9812	x	1977		9881	Rotstreckat stråfly, <i>Chortodes brevilinea</i> Noctuidae
7893	x	1977		10035	Vandragräsfly, <i>Mythimna unipuncta</i> Noctuidae
4039	x	1978		8027	Grå syremätare, <i>Timandra griseata</i> Geometridae
8272	x	1978		8028	Gul syremätare, <i>Timandra comae</i> Geometridae
9049	x	1981		8099	Ockralövmätare, <i>Idaea ochrata</i> Geometridae
7255	x	1982		8411	Klematisfältmätare, <i>Melanthia procollata</i> Geometridae
7299	x	1983		8801	Grönt lavfly, <i>Cryphia algae</i> Noctuidae
9058	x	1983		9933	Allmänt nejlikfly, <i>Hadena bicruris</i> Noctuidae
9790	x	1983	s	(-)	Dunkelt jordfly, <i>Euxoa eruta</i> Noctuidae
10105	x	1983		6966	Skogsvitvinge, <i>Leptidea sinapis</i> Pieridae
7415	x	1984		9088	Tvillingfläckat metallfly, <i>Chrysodeixis chalcites</i> Noctuidae
8042	x	1984		8909	Björnbärsfly, <i>Prodotis stollia</i> Noctuidae
10094	x	1986	s	9525	Rosa jungfruffly, <i>Eucarta virgo</i> Noctuidae
9060	x	1987	s	10098	Storfleckigt bandfly, <i>Noctua interposita</i> Noctuidae
10165	x	1987		8689	Ekprocessionsspinnare, <i>Thaumetopoea processionea</i> Notodontidae
10410	x	1987		9479	Gråbrunt kärrängsfly, <i>Proxenus lepigone</i> Noctuidae
8211	x	1988		9914	Vackert lundfly, <i>Lacanobia splendens</i> Noctuidae
8574	x	1989	s	9365	Strandknöfly, <i>Heliothis maritima</i> Noctuidae
9045	x	1989	s ¹	9081	Nifly, <i>Trichoplusia ni</i> Noctuidae
(-)	x	1989	s ¹	9520	Ornbunksfly, <i>Callophistria juvenina</i> Noctuidae
9836	x	1990		7556	Fältmalörtsmätare, <i>Narraga fasciolaria</i> Geometridae
10280	x	1990	s	9865	Spensligt rörfly, <i>Archanaura neurica</i> Noctuidae
10103	x	1991	s	10343	Ovalfläckat jordfly, <i>Agrotis puta</i> Noctuidae

s¹: Artparet *Diachrysis chrysitis/stenochrysis* anges som nyfunna i Skåne 1989 i Catalogus. *Diachrysis chrysitis* fanns även tidigare i Skåne och har tillförts gruppen arter funna 1973 eller tidigare. [The species pair *Diachrysis chrysitis/stenochrysis* are listed as new for Scania in 1989 in Catalogus. *Diachrysis chrysitis* was present earlier and has been added to the group of species that were found in Scania in 1973 or earlier.]

s²: Artparet *Timandra griseata/comae* anges som nyfunna i Skåne 1996 i Catalogus. *Timandra griseata* fanns även tidigare i Skåne och har tillförts gruppen arter funna 1973 eller tidigare. [The species pair *Timandra griseata/comae* are listed as new for Scania in Catalogus. *Timandra griseata* was present earlier and has been added to the group of species that were found in Scania in 1973 or earlier.]