



EXAMENSARBETE | BACHELOR'S THESIS

GEOGRAFISK SPRIDNING OCH
MORFOLOGISK VARIATION HOS
BRACHYGASTER MINUTUS
(HYMENOPTERA: EVANIIDAE) I SVERIGE

Joakim Pålsson

Naturvård och Artmångfald
Högskolan i Halmstad

Handledare:
Göran Sahlén

Examinator:
Marie Magnheden

Halmstad den 2 september 2012

Abstract

77 honor och 248 hanar av arten *Brachygaster minutus* har undersökts för att se om det finns några morfologiska skillnader inom arten och om det finns några lokala anpassningar i norra respektive södra populationer i Sverige. Vinglängd, huvudbredd och längd på fram- och baktibia har mätts och olika karaktärer för arten har dokumenterats och jämförts. Resultatet visar att individer i norr har längre vingar än de som lever i söder och att den nordligare populationen blir aktiva ungefär en månad senare än den södra. Hanar har längre vingar än honor och men de har lika brett huvud och lika lång vingnerv 1CUa. I mellersta och södra Sverige har honor med annan benfärg än gula fångats och därmed avviker de från rådande artbeskrivningar. De individer med annan benfärg har även kortare 1CUa samt kortare mellan- och baktibia än de honor som följer artbeskrivningarna, däremot har de olika honorna ingen skillnad i huvudbredd och vinglängd. Det kan vara möjligt att det håller på att ske en artdelning hos *Brachygaster minutus*.

77 females and 248 males of *Brachygaster mintus* have been studied to investigate if there is any morphological variations within the species and also to see if there is any local adaptation of populations living in the north parts of Sweden compared to those in the south parts. Wing length, head width and the length of mid- and rear tibia have been measured and morphological characteristics of the species have been documented and compared for all individuals. The results indicate that individuals living in the north have longer wings than individuals in the south and that the northern population become active about one month later compared to the southern population. Males have longer wings than females but both sexes have similar width of the head and length of the wing vein 1CUa. In the middle and south of Sweden females with black legs occur and therefore differ from current description of the species. The females who do not follow the species descriptions also showed a difference in the length of 1CUa and mid- and rear tibia, however they do not differ with respect to the width of the head and wings. Due to these deviations it is possible that the species *Brachygaster minutus* is dividing into two different species.

Inledning

Inom insektsordningen steklar finns en grupp som kallas parasitsteklar. Denna grupp använder sig av andra insekter och spindlar för att fullborda sin livscykel genom att lägga sina ägg i eller på olika värddjur som larven kan äta av när ägget har kläckts. Ibland kallas gruppen för parasitoider för att adulterna är frilevande och vanligen dödar sin värd till skillnad från parasiter som lever hela sitt liv i eller på sin värd utan att döda den (Huber, 2009). Forskare tror att 10-20% av alla insekter kan vara parasitsteklar (Pennacchio och Strand, 2006), men trots detta är gruppen fortfarande dåligt känd. Parasitsteklar kan vara av intresse för tex jord- och skogsbruket då de kan användas som biologisk bekämpning eftersom de använder sig av olika skadeinsekter för att fullborda sin livscykel. Därmed kan parasitsteklarna minska antalet skadeinsekter på ett miljövänligare sätt än vid exempelvis kemisk bekämpning (Heraty, 2009; Sharkey, 2007; Bressan-Nascimbeno, 2006). Det finns även en möjlighet att använda sig av parasitsteklar som indikatorer för vilka andra arter som finns i området och för hur miljön mår då parasitsteklarna ofta påverkas fortare än sina värddjur vid miljöförändring (Sharkey, 2007; Anderson et al, 2011), detta förutsätter dock att parasitsteklarna är enklare att samla in och identifiera än deras värddjur.

Evaniidae (hungersteklar) är en parasitstekelfamilj som lägger sina ägg i kackerlackors äggkapslar (oothecae). Larven livnär sig på äggen i ootheca tills den är så stor att den kan förpuppas och utvecklas till adult (Goulet och Huber, 1993). I Sverige är det känt att det finns två arter av Evaniidae, *Brachygaster minutus* (Oliver, 1792) och *Evania appendigaster* (L. 1758) som är reproducerande (SLU, 2009). *B. minutus* finns i hela Europa och även i norra och östra Afrika (Kieffer, 1912) medan *E. appendigaster* finns i stora delar av världen (Hedqvist, 1973).

B. minutus kan parasitera flera olika arter av kackerlackor, *Ectobius lapponicus* (L., 1758), *E. pallidus* (Oliver, 1789), *E. panzeri* (Stephens, 1835), *Blatta orientalis* (L., 1758), *Blattella germanica* (L., 1767) och *B. humberiana* (Saussure, 1863) (Brown, 1973; Crosskey, 1951; Deans, 2005). Deans (2005) anser dock att de tre sistnämnda arterna av kackerlackor inte är parasiterade av *B. minutus*. Av de nämnda kackerlackorna finns *E. lapponicus*, *B. germanica* och *B. orientalis* i Sverige och de är även reproducerande (SLU, 2007). *E. lapponicus* finns i hela Sverige och lever utomhus och brukar inte betraktas som en skadeinsekt (Naturhistoriska riksmuseet, 2012a, hädanefter förkortat NRM). *B. germanica* och *B. orientalis* brukar klassas som skadeinsekter för att de främst lever inomhus och endast sparsamt förekommer utomhus (NRM, 2012b). Dessa två kommer ursprungligen från Afrika och har kommit hit med olika transporter någon gång under 1700-talet. Olika forskare har föreslagit att använda sig av Evaniidae som biologisk bekämpning mot kackerlackor vid skadeangrepp (Bressan-Nascimento 2006; Deans 2003; Heraty 2009) då kackerlackorna kan sprida sjukdomar och öka allergier hos människor (Brenner, 1995; Fischer, 2003).

Studier på Evaniidae skedde som mest i början av 1900-talet men efter det har det minskat (Deans och Huber, 2003). Tidigare studier säger att *B. minutus* finns i stort sett i hela Europa

ända upp till Lule lappmark i Sverige (Hedqvist, 1973). Även *E. appendigaster* finns i Europa men är sällsynt enligt Crosskey (1951). Den finns även i Sverige (Hedqvist, 1973; SLU, 2007) men det är osäkert hur utbredd den är i landet.

Denna studies syfte är att ta reda på vilka arter inom Evaniidae som finns i Sverige, kartlägga deras geografiska spridning i Sverige och undersöka om det finns morfologiska skillnader och anpassningar för arterna på olika breddgrader. Variationen inom arten är av intresse i vidare studier på Evaniidae då båda arterna är spridda i hela Europa och kommer stötas på vid nya inventeringar och studier i olika länder, det är även bra att känna till vilka variationer det finns inom arterna så att en fenotyp inte blir klassad som en ny art.

Material och metoder

Vid sökning av artiklar har Web of Science och Summon använts genom både Högskolan i Halmstads (förkortas här efter HH) och Lunds universitets bibliotek. Summon är en "Discoverytjänst" som kan söka igenom flera samlingar av databaser som respektive bibliotek har. Sökorden har främst varit "Evaniidae" och "Brachygaster" för att finna fakta om deras morfologi och biologi. Vid sökning på "Evaniidae" på Web of Knowledge: All databases genom Lunds bibliotek gav 370 träffar varav 14 ansågs relevanta för att de berörde *B. minutus* eller *E. appendigaster*. "Brachygaster" på samma databas genererade sex träffar och tre ansågs relevanta. Lunds bibliotek databas genererade flest träffar och involverade samma artiklar som från HH bibliotek, därför redovisas endast den. För att hitta böcker som inte släppts digitalt har biodiversitylibrary.org och archive.org använts.

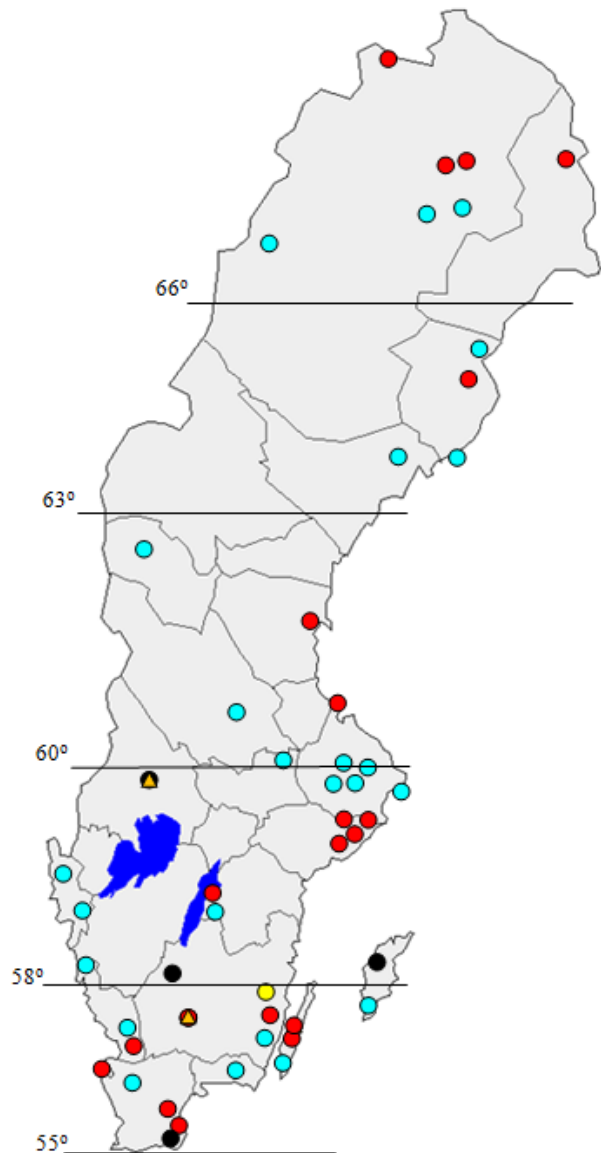
Material som använts i denna undersökning kommer från SMTP (The Swedish Malaise Trap Project, Svenska Malaisefällepaketet) som drivs av personalen på Station Linné på Öland. SMTP är en del av Svenska artprojektet som är ett projekt för att öka förståelsen för Sveriges flora och fauna där SMTP har ansvaret att öka kunskapen om de insekterna som finns i landet. De fokuserar främst på Hymenoptera (steklar) och Diptera (tvåvingar) då dessa inte är lika kända som övriga insektsgrupper i Sverige (SLU, 2012), vilket även verkar gälla andra länder också.

SMTP har haft 61 malaisefällor utplacerade året runt på 44 lokaler i hela Sverige (Figur 1) mellan åren 2003-2006, 2005 och 2006 tillkom fyra lokaler. Lokalerna där fällorna placerades ut var sedan tidigare kända habitat med intressant fauna, flora eller geologi (Karlsson et al., 2005). Fällorna placerades främst i södra Sverige och längs östkusten i mellersta och norra Sverige. Detta för att fällorna främst har tömts av intresserade volontärer vilket har gjort att några intressanta habitat valdes bort då ingen i närheten kunde sköta fällorna. Intervallet när de fällor med Evaniidae (35st) tömdes, varierade mellan 5 dagar till 65 dagar men de flesta (70 av 99 tömningar) skedde med 20 dagars intervall eller kortare. De infångade insekterna har förvarats i 80 % etanol och har sorterats till ordning av SMTP. Hymenoptera och Diptera har sorterats ner i så små grupper som möjligt, tex släkte eller underfamilj,

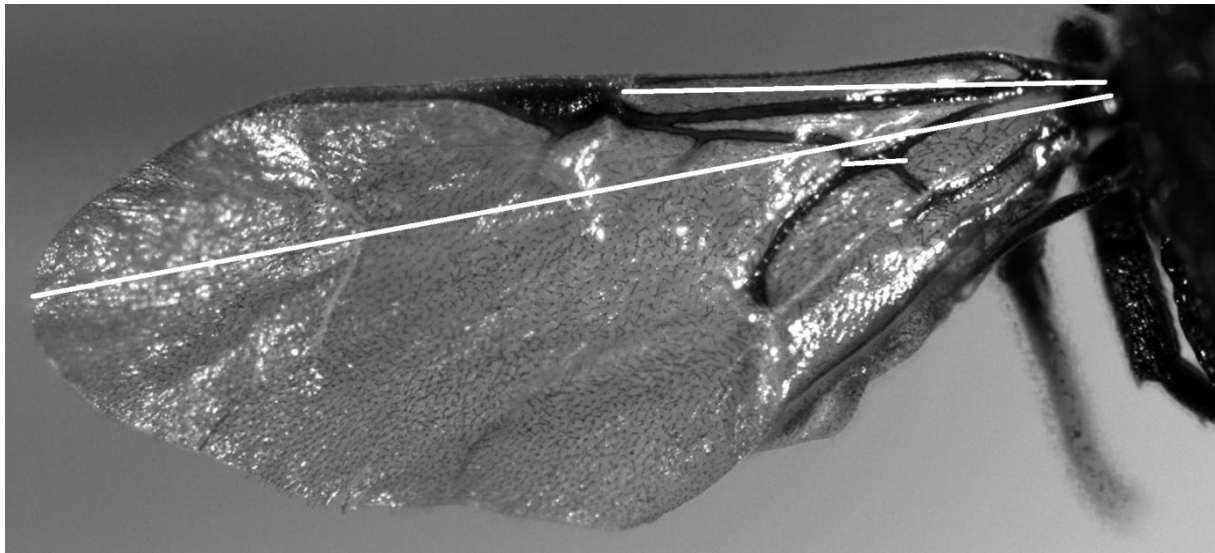
medan svåra grupper har sorterats till minst familj för att därefter skickas till experter för artbestämning. När denna studie gjordes (april 2012) hade SMTP sorterat 50% av allt insamlat material till minst ordning, vilket gör att det kan finnas Evaniidae på fler lokaler än vad som redovisas i denna studie efter att SMTP har sorterat allt sitt material.

Vid artbestämning av materialet har Kieffer (1912), Crosskey (1951; 1951a), Hedqvist (1973), Deans och Huben (2003) och även Olivers (1792) originalbeskrivning av *Brachygaster minutus* använts. Denna studie följer främst artbeskrivningen av Crosskey (1951) som beskriver att hanar har svarta alternativt bruna framtibiae medan honor har gula fram- och mellantibiae. Material från Lunds zoologiska museum har även använts som morfologisk referens till SMTP:s material, dock har inga mätningar gjorts på museets samling. Museet har 141 individer (varav 25 honor) insamlade främst i Svea- och Götaland men även några från Norrland. Individerna är daterade från 1800-talet till 1992 och är artbestämda av flera olika personer, 28 av individerna (varav 7 honor) är från C.G. Thomsons samling av Hymenoptera. De individer som inte är från Thomsons samling är insamlade från 1922 till 1992. Av de honor som museet har är det fem stycken som har gula baktibiae istället för svarta och därför inte följer Crosskey's (1951) beskrivning. Dessa var insamlade 1935, 1941, 1957, 1962 och 1978 i mellersta och södra Sverige.

Det fanns även ytterligare 30st individer (varav 10 honor) insamlade från 1977 till 2007 som inte var artbestämda på museet. Även dessa undersöktes och bestämdes till *B. minutus* av författaren till denna rapport. Bland dessa var det en hona som var insamlad 2007 som inte följde Crosskey's (1951) artbeskrivning utan hade svarta mellantibiae och mörkbruna framtibiae.



Figur 1
Lokaler där SMTP har placerat fällor, var cirkel representerar en lokal. Lokaler markerade med blått är fällor där Evaniidae ej har påträffats. Röda, gula och svarta cirklar är lokaler där Evaniidae har fångats. Svarta cirklar har även honor med svarta fram- och mellantibiae fångats och lokaler med trianglar har honor med svartgula tibiae påträffats. Lokalen markerad med gula cirkeln har en hane med ljusbruna framtibiae fångats. Linjerna över kartan visar indelningen av zonerna efter breddgraderna, där zon 1 är den nordligaste.



Figur 2

De vita linjerna visar hur de tre olika vingmått har mätts på alla individer. Översta vita linjen är från vingbasen till stigma, i mitten är vingbasen till apex och underst visar hur 1CUa mättes.

Tre mått har tagit på alla individers vinge i materialet från SMTP; vingens totala längd (från vingbasen till apex), vingens innerdel (från vingbasen till början av stigma) och vingribban 1CUa, enligt Deans och Huben (2003), längd (Figur 2). Avstånden mättes med hjälp av en okularmikrometer när individerna låg i 80% etanol, då är vingen fortfarande mjuk och enklare att rätta ut. Avståndet från vingbasen till apex och vingbasen till stigma mättes på 20x förstoring och 1CUa mättes på 100x förstoring. 1CUa är väldigt kort, mellan 0,02-0,13 mm, och svår att mäta. Därför mättes avståndet enligt figur 2 där sedan bredden på de anslutande vingnerverna 1M och 1CU-a räknades bort för att få det egentliga måttet på 1CUa. 1M och 1CU-a mättes på 15 slumpmässigt utvalda hanar och 15 honor som var fångade på olika platser i Sverige. 1M och 1CU-a mättes vardera till 0,02 mm breda hos både hanar och honor så totalt drogs 0,04 mm bort för att få fram 1CUa längd på både hanar och honor. 1CUa mättes för att undersöka om det går att använda den för att skilja olika arter av Evaniidae åt som man kan göra tex inom familjen Braconidae där 1CUa längd skiljer sig åt mellan olika arter (Mercado och Wharton, 2000; Whitfield, Choi och Suh, 2004). Vingens ytterdel mättes inte i undersökningen utan den räknades ut genom att subtrahera måttet för hela vingens längd med måttet på vingens innerdel för respektive individ. De första hundra individernas vinglängd och längden på vingens innerdel mättes två gånger för att kunna jämföra om måtten avvek från första mätning. Efter jämförelse avvek de 20 första individernas mätserier men därefter jämnades resultaten ut. För de 100 första individerna har andra mätserien av vinglängden och avståndet mellan vingbasen och stigma används i analyser. Alla mätningar har gjorts på vänstersidan av individerna undantagsvis om den sidan var förstörd, då skedde mätningarna på höger sida. Endast ett 10-tal individer var så förstörda att högersidan användes.

Inför studierna på de morfologiska karaktärerna nålades alla 325 individerna upp så att borst och strukturer skulle framträda tydligare vid undersökningen. Det som undersöktes var bl.a.

hur de olika individernas borst skildes åt i längd och färg, hur borsten täckte individerna, hur strukturer såg ut på hela kroppen och om det fanns skillnader i färgmönster. Även 15 hanar och 15 honor valdes slumpmässigt ut ur det totala materialet med hjälp av Random Sequence Generator från Random.org (2012). Ett nummer slumpades ut från generatoren mellan 1 och 325 där samma nummer bara kunde slumpas fram en gång. Det slumpade numret representerade ett ID-nummer som varje individ fick när de art- och könsbestämdes. På de utvalda individerna mättes huvudets bredd och längden på mellan- och baktibia. Mätningar gjordes genom att ta ett foto på individens huvud samt mellan- och baktibia med dataprogrammet Easy Image™ (Bergström Instruments AB, Lund) i 30x förstoring och därefter använda mätfunktionen i programmet som kan mäta ned till 1 µm. Foto på huvudkapseln togs rakt framifrån och sedan mättes det bredaste avståndet på huvudet. För att få rätt längd på tibia togs fotot parallellt med respektive tibia och därefter mättes avståndet från övre kant av tibia till den nedre (Figur 3).



Figur 3
Hur mellan- och baktibia längd har mätts på 15 utvalda hanarna och honorna samt 11 honor som inte följde Crosskey's (1951) artbeskrivning, se appendix 2 för bilder på några av individerna.

Huvudet och tibiae mättes även på ytterligare elva stycken honor som avvek från Crosskey's (1951) artbeskrivning genom att ha svarta eller svartgula fram- och mellantibiae. Dessa mått togs för att undersöka om det är fler drag bland dessa individer som avviker från de honor som följer Crosskey's (1951) artbeskrivning. Totalt mättes 26 honor.

För att kunna jämföra om det finns anpassningar hos arten mellan olika bredgrader delades Sverige in i fem olika zoner (Figur 1). Den första zonen är längst i norr och zon 5 längst ner i söder, 55° N till 70° N enligt WGS 84 systemet. Zonerna delades in så att var zon bestod av 3 bredgrader vardera och därmed blir varje zon ca 33 mil lång (Lantmäteriet, 2009).

SMHI:s data om medeltemperatur för respektive månad för 2004 till 2006 har använts, data för 2003 fanns inte tillgänglig. Medeltemperaturen uppskattades för var zon efter vad medeltemperaturen var vid varje fälla där *B. minutus* påträffades.

PASW statistics 18 har använts för att göra statistiska analyser och för att göra diagrammen. De morfologiska termer som används i denna artikel följer Goulet och Huber (1993).

Resultat

I materialet från SMTP finns det endast *Brachygaster minutus* från familjen Evaniidae. Totalt har det fångats in 325 individer fördelat på 248 hanar och 77 honor och de förekom i 35 av 61 fällor. De finns över hela Sverige och det förekommer färre individer i västra Sverige jämfört med östra (Figur 1).

Utseende

Alla individerna har 11 flagellomerer och fåror i ansiktet från antennerna ner mot mandiblerna och små gropar som sitter tätt över hela kroppen, utom på abdomen. Mandiblerna är svarta med brun apex. Borsten i ansiktet och dorsalt på mesosoma kan variera i längd och färg bland individerna, bland både hanar och honor är det dock gula borst som är vanligast (87% för hanar respektive 97% för honor). Det förekommer även att individer har vita borst vilket är något vanligare bland hanar (Tabell 1). Dorsalt på mesopleuron har alla individer veck som följer kroppsriktningen. Baktill på mesepisternum finns en oval fläck som är jämn och glansig. Ventralt om petioles fäste på propodeum finns två piggas, en på var sida om fästet. Petiole och abdomen har borst men på abdomen endast sparsamt dorsalt placerade mellan tergiterna, i övrigt är abdomen slät, glansig och mörk till färgen med en ljusbrun ton ventralt. Benen är främst svarta bland hanar men det förekommer att hanar har mörkbruna framtibiae och tarsi, men även en hane med ljusbruna framtibiae påträffades. Honor har oftast tydligt gula fram- och mellantibiae och tarsi där även den nedre delen av femur är gul, gäller även för bakfemur. I materialet hittades 11 honor som inte följde Crosskey's (1951) artbeskrivning färgmässigt. Sex av dessa honor har svarta fram- och mellantibiae samt tarsi och fem har en övergång där delar av tibiae är svarta och resten gula (Tabell 1). Ingen av dessa 11 honor är gula på nederdelen av femora. Honor med svartgula tibiae har antingen det svarta fläckvis med mörkgult emellan eller så är den basala delen svart och den undre mörkgul. Tibiae sporrars färg kan variera från ljus gula till nästan svarta hos både hanar och honor och är inte beroende av benfärgen (se appendix 1 och 2 för bilder på hanars respektive honors färgvariation).

Tabell 1

Variationen av färgen på tibia och borst för respektive kön i hela materialet

Kön	Tot. Antal	Antal med svarta ben	Antal med bruna ben	Antal med gula ben	Antal med svartgula ben	Antal med gula borst	Antal med vita borst
Hanar	248	225	22	1	0	216	32
Honor	77	6	0	66	5	75	2

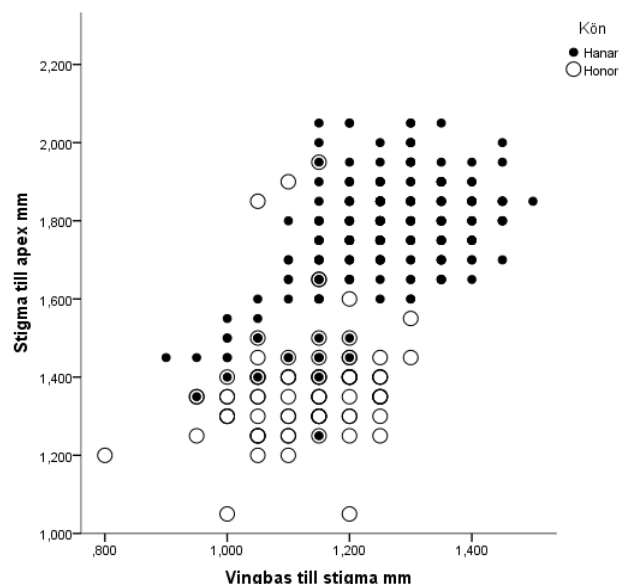
Morfologiska variationer inom arten

Mandiblerna bland honorna är bruna på och nedanför tanden men hos hanarna är det bara apex som är brun. Honor med svarta tibiae har mandibler som färgmässigt påminner mer om hanarnas. Mesepisternums antero-dorsala del varierar mycket bland hanarna med avseende på hur veckad ytan är, vissa har veck som följer mesoepisternums främre del och kan sträcka sig till bakänden av mesoepisternum. Glansfläcken hos honor är väldigt tydlig och ser ut att variera något i storlek. Hanarna har en tydligt mindre glansfläck än honorna; den är ibland svår att se och bland vissa individer kan det urskiljas svaga skulpteringar på fläcken. Ventralt om fläcken har hanar och honor mindre gropar och även ett större avstånd mellan groparna än på resten av mesosoma. Mellan groparna är ytan jämn och glansig vilken kan förväxlas med glansfläcken som nämns ovan. Piggen på propodeum varierar mycket bland hanarna, vissa har en lång spetsig pigg som är lätt att urskilja, liknande honornas, medan andra har en avrundad ås som kan vara svår att se för att den inte sticker ut mycket från propodeum, på två hanar kunde ingen ås eller pigg upptäckas.

Vingvariation

Vinglängden skiljer sig mellan hanar och honor där honor har kortare vingar jämfört med hanarna (Linjär regression, $R^2=0,531$; $df=1$; $F=368,3$; $P<0,0005$). Vinglängden varierar även beroende på var i Sverige individerna lever. Individer som lever i längst i norr har längre vingar än de längst i söder (Linjär regression, $R^2=0,035$; $df=1$; $F=11,75$; $P=0,001$).

Det som främst gör att hanarna har längre vinge än honorna är att den yttre delen av vingen är längre hos hanarna än hos honorna (Figur 4). En ANOVA för vingens innerdel ($df=1$; $F=93,78$; $P<0,0005$) och för vingens ytterdel ($df=1$; $F=454$; $P<0,0005$) visar att längden på ytterdelen av vingen hos hanar och honor skiljer sig åt men även att längden för den inre vingdelen gör det. Skillnaden mellan hanar och honors innerdel av vingen är dock inte så stor utan medelvärdet för hanars innerdel av vingen är $1,256 \pm 0,105$ mm medan honors är $1,126 \pm 0,095$ mm. Det är emellertid större skillnad på medelvärdet för ytterdelen av vingen mellan hanar och honor, medelvärdet bland hanarna är $1,769 \pm 0,138$ mm medan honornas medelvärde är $1,378 \pm 0,149$ mm.



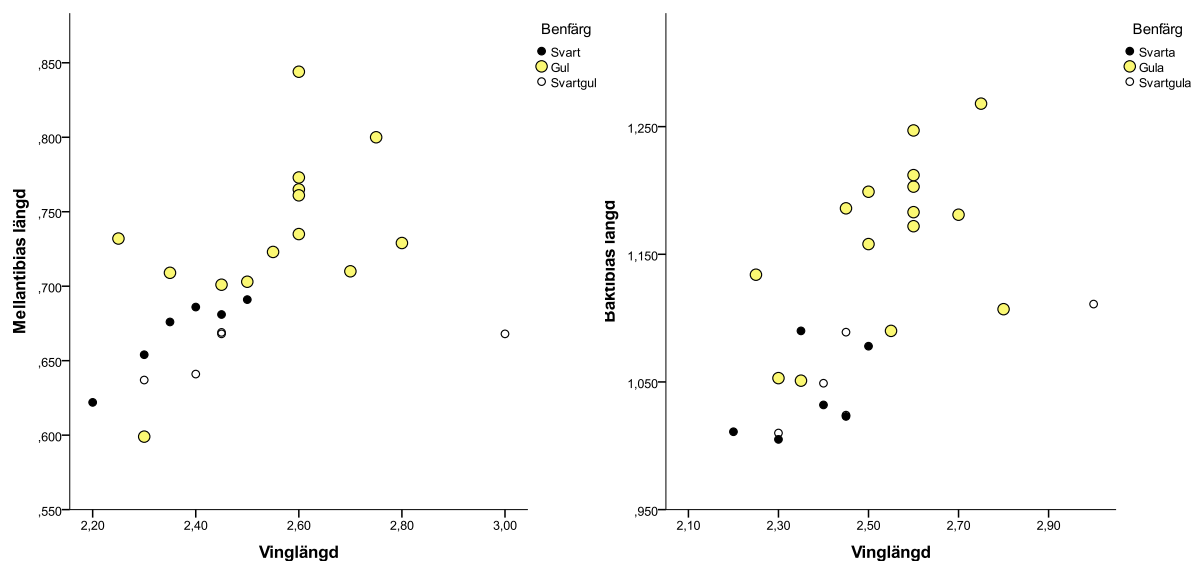
Figur 4

Hanar har längre avstånd från början av stigma till vingapex än honor, även avståndet från vingbasen till stigma är längre. Dock är det vanligare att hanar och honor har lika långt avstånd från vingbas till stigma än att de har lika långt avstånd från stigma till apex. En punkt kan representera mer än en individ.

Honor och hanar kan ha lika lång vingribba 1CUa trots att honor har kortare vinge. Dock finns det en skillnad bland honorna och det är att honor med svarta eller svartgula fram- och mellantibiae har kortare 1CUa än de honor som har gula tibiae (ANOVA, $df=2$; $F=20,75$; $P<0,0005$). En Tukey HSD post hoc test visar att statistiskt sett har honor med svarta tibiae ($0,042 \pm 0,015$ mm, $P<0,0005$) och svartgula tibiae ($0,054 \pm 0,014$ mm, $P=0,002$) kortare 1CUa än honor med gula tibiae ($0,082 \pm 0,017$ mm) har. Det finns ingen statistisk skillnad i längd på 1CUa mellan honor med svarta och svartgula tibiae ($P=0,442$). Fastän längden på vingribban 1CUa skiljer sig åt mellan de olika honorna så är det ingen skillnad på hur lång deras vinge är (ANOVA, $df=2$; $F=2,228$; $P=0,130$), men det finns en indikation på att honor med svarta tibiae har något kortare vinge ($2,367 \pm 0,108$ mm) än honorna med svartgula ($2,520 \pm 0,275$ mm) och gula tibiae ($2,543 \pm 0,157$ mm).

Kroppsvariation

De 15 utvalda hanar ($1,142 \pm 0,033$ mm) och de 15 utvalda honor ($1,135 \pm 0,033$ mm), som följer Crosskey's (1951) artbeskrivning, har lika breda huvuden (ANOVA, $df=1$; $F=0,285$; $P=0,598$). Även längden på mellan- och baktibia bland hanar ($0,753 \pm 0,036$ mm; $1,188 \pm 0,036$ mm) respektive honor ($0,735 \pm 0,056$ mm; $1,163 \pm 0,065$ mm) är nästan lika långa och det finns ingen skillnad mellan dem (ANOVA, $df=1$; $F=1,072$; $P=0,310$ och $df=1$; $F=1,741$; $P=0,198$). Det finns ingen skillnad på huvudbredd mellan honor med svarta, svartgula och gula tibiae (ANOVA, $df=2$; $F=1,572$; $P=0,229$), men honor som har svarta ($1,176 \pm 0,048$ mm) fram- och mellantibiae har något bredare huvud än honorna med gula och svartgula ($1,134 \pm 0,085$ mm) fram- och mellantibiae. De honor med svarta fram- och mellantibiae har även något bredare huvud än hanarna men det är dock inte så stor skillnad att det kan styrkas statistiskt (ANOVA, $df=1$; $F=3,475$; $P=0,078$). Däremot finns det en statistisk skillnad på längden av mellan- (ANOVA, $df=2$; $F=7,681$; $P=0,003$) och baktibia (ANOVA, $df=2$; $F=13,573$; $P<0,0005$) mellan honor med svarta, svartgula och gula fram- och mellantibiae. Tukey HSD



Figur 5

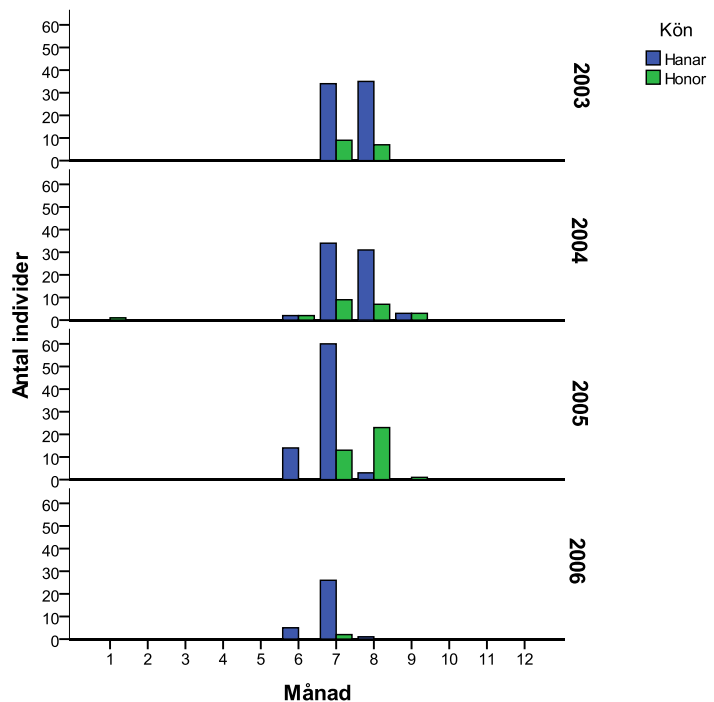
Vänstra figuren visar förhållandena mellan vinglängden och längden på mellantibia för 26 honor som har antingen gula, svartgula eller svarta fram- och mellantibia. Se metod för hur urvalet av individer har gjorts. Den högra figuren visar relationen mellan vinglängd och baktibia för samma 26 honor.

post hoc test visar att svart ($0,668 \pm 0,026$ mm; $P=0,018$) och svartgula honor ($0,657 \pm 0,016$ mm; $P=0,009$) har kortare mellantibia än honorna med gula tibia ($0,735 \pm 0,056$ mm), men det finns ingen skillnad mellan svarta och svartgula honor ($P=0,906$). En liknande skillnad finns för längd på baktibia mellan honor med svarta ($1,040 \pm 0,036$ mm; $P<0,0005$), svartgula ($1,056 \pm 0,043$ mm; $P=0,003$) och gula tibiae ($1,163 \pm 0,065$ mm), inte heller här finns det skillnad mellan honor med svarta och svartgula tibiae ($P=0,875$). De olika fenotyperna av honor har olika förhållanden mellan vingmedellängd och tibiamedellängd då de har lika långa vingar (Figur 5). Honor med gula tibiae har vingar som är 3,1X respektive 1,9X så långa som fram- respektive baktibia, de med svartgula tibiae har förhållandena 3,8X och 2,4X medan de honorna med svarta tibiae har 3,5X och 2,3X så långa vingar. Se appendix 3 för en sammanställning av de mest intressanta resultaten.

Aktivitetsperiod

I Sverige börjar *Brachygaster minutus* flyga redan i maj och de är som mest aktiva i juli och augusti men det förekommer också några enstaka individer som är aktiva i september (Figur 6). Figur 6 är gjord efter den månad fällorna tömdes vilket gör att det troligen går att fånga individer tidigare än vad figuren visar. Det har fångats betydligt fler hanar än honor under alla fyra åren och under åren

2005 och 2006 fångades hanarna ungefär en månad tidigare än honorna under samma år. Medeltemperaturen då *B. minutus* börjar bli aktiva är mellan $12-15^{\circ}\text{C}$ för alla åren och när de är som mest aktiva ligger medeltemperaturen kring $17-19^{\circ}\text{C}$. I slutet av augusti och i september då *B. minutus* blir mindre aktiva har medeltemperaturen sjunkit ned mot 12°C igen (Tabell 2). I Tabell 2 kan man även se att medeltemperaturen inte når $12-15^{\circ}\text{C}$ lika tidigt i norr som i södra Sverige vilket gör att *B. minutus* inte är aktiva förrän nästan en månad senare i norr. I september är det fortfarande individer som är aktiva både i norr och söder fastän temperaturerna skiljer sig åt mellan breddgraderna.



Figur 6
Antal individer infångade för var månad mellan 2003-2006. Månaden är den månad då fällorna tömdes vilket har skett ungefär var 20e dag.

Tabell 2

Medeltemperatur och antal fångade individer för varje månad i var zon under åren 2004-2006. Det fanns inga data för medeltemperatur under 2003 så endast infångade individer redovisas. Zon 1 är längst i norr och zon 5 längst i söder, se Figur 1 för uppdelningen av zonerna.

År	Månad	Temperatur zon (°C)					Infångade Individer zon				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
2004	April	0	2	5	6	7	0	0	0	0	0
2005		0	2	4	6	6	0	0	0	0	0
2006		0	1	2	5	5	0	0	0	0	0
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
2004	Maj	5	7	9	10	11	0	0	0	0	0
2005		4	6	8	10	11	0	0	0	0	0
2006		6	8	8	11	11	0	0	0	0	0
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
2004	Juni	9	11	12	13	13	0	0	0	0	4
2005		11	12	13	15	15	0	0	1	0	13
2006		11	12	15	16	15,5	0	0	0	0	5
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
2004	Juli	14	15	15	16	14,5	0	34	1	4	4
2005		14	17	17	18	18	7	4	1	11	50
2006		13	17	19	21	21	0	0	0	0	28
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	13	30
2004	Augusti	11	14	17	17	17	3	7	1	11	16
2005		11	15	15	15,5	15	0	0	2	2	22
2006		14	17	17	18	17	0	0	0	1	0
2003		-	-	-	-	-	1	2	0	26	13
2004	September	6	9	12	13	12,5	1	0	0	1	4
2005		5	9	11,5	13	14,5	0	0	0	0	1
2006		6	11	14	15,5	16	0	0	0	0	0
2003		-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
2004	Oktober	6	11	14	15,5	16	0	0	0	0	0
2005		9	8	7	6	2	0	0	0	0	0
2006		12	9	8	4	-3	0	0	0	0	0

Diskussion

Alla Evaniidae i SMTP:s material har varit *Brachygaster minutus* vilket kan tyckas underligt då *Evania appendigaster* även ska finnas i Sverige. Det kan bero på att *Periplaneta americana* och *Blatta orientalis* som är värdar för *Evania appendigaster* (Hedqvist, 1973) kräver varmare miljöer och därför främst finns inomhus i Sverige (NHR, 2012b) och då är det rimligt att även *E. appendigaster* vistas där.

Morfologisk variation

Honornas drag är mer stabila än hanarnas, den tydligaste skillnaden mellan honorna är färgen på fram- och mellantibia som skiljer sig från vad som tidigare har beskrivits. Crosskey (1951) skriver att honor är lätta att känna igen då de har gula fram- och mellantibiae men denna studie visar att honor även kan ha svarta fram- och mellantibiae. I materialet är det sex stycken av 77 honor som har helt svarta tibiae och ytterligare fem som är svartgula på fram och mellantibiae (Tabell 1). Bland hanarna förekommer mer variation i strukturerna. Detta beror främst på att hanarna är haploida medan honorna är diploida (Huber, 2009) vilket gör att alla förändringar i DNA eller variationer som finns inom populationen uttrycks bland hanarna. Detta kan även vara förklaringen till varför en hane har ljusbruna framtibiae och varför det inte kunde upptäckas några piggår eller åsar på två av hanarna.

Figur 1 antyder att det inte finns honor med svarta tibiae i norra Sverige utan de är koncentrerade till södra och mellersta Sverige. På de lokaler där honor med svarta eller svartgula tibiae har fångats in, fångades även honor med gula tibiae förutom på två lokaler, där fångades inga hanar eller honor med gula fram- och mellan tibiae utan bara honor med svarta och svartgula fram- och mellantibiae, en av vardera i respektive fälla. Allt material som SMTP har är ännu inte sorterat och det är därför möjligt att det finns honor med svarta tibiae på andra lokaler än vad Figur 1 visar.

Vingvariation

Vingarna skiljer sig mellan de två könen hos *B. minutus* och detta är något de har gemensamt med andra steklar. Gauld och Fitton (1987) nämner att det inte är ovanligt att vinglängden skiljer sig åt mellan könen. Bland vissa arter har honor reducerade eller saknar vingar helt medan hanarna har långa vingar. Detta förekommer oftast bland de arter där honorna missgynnas av att ha långa vingar då de lever i förnan eller i marken. Att hanarna har längre vingar beror oftast på att det är främst de som söker efter partners och gynnas då av att ha långa vingar som gör att de kan flyga bättre så att de kan röra sig över ett större område. Hanarna bland *B. minutus* har generellt längre vingar än honorna men för båda könen varierar längden av vingarna beroende på vid vilka breddgrader de lever på. Individer i norr (zon 1 och 2) har längre vingar än individer i söder och i norr finns det även en tydligare skillnad mellan könen vinglängd. I söder (zon 4 och 5) däremot har många hanar och honor ungefär lika långa vingar och deras vingar är också kortare än individernas i norr. Bland honorna i söder förekommer det dock individer med längre vingar än i norr. Då båda könen kan ha samma vinglängd, främst i söder, är det inte tillförlitligt att använda sig av endast vinglängd vid könsbestämning, dock kan man använda sig av förhållandet mellan vinglängden och något annat som har samma förhållanden mellan könen tex längd på 1CUa.

Att insekter varierar både morfologiskt och storleksmässigt beroende på vilken temperatur och breddgrad de utvecklas vid är inte ovanligt (De Oliverira et al, 2004; Bernardo, 2007). En förklaring till att individer i norr har längre vingar kan vara Temperature-size regeln, som innebär att insekter som utvecklats i miljöer med låga temperaturer växer långsammare men

blir större som vuxna än individer som utvecklats i varmare miljöer (Angilletta, Steury och Sears, 2004; Atkinson och Sibly, 1997). Troligen är det främst kackerlackorna som följer denna regel och blir större i norr och då även lägger större oothecae som ger mer mat och utrymme som larven av *B. minutus* kan utnyttja, och bör därmed även påverka larvens storlek. En annan möjlighet är att i söder har *B. minutus* tillgång till kackerlackor som lägger olika storlekar på oothecae men saknar det i norr, men det kan även vara möjligt att det är andra arter av kackerlackor i söder som är värdjur åt *B. minutus*. Brown (1973) har dokumenterat att det i England finns tre arter av kackerlackor som är värd åt *B. minutus* och att dessa även har olika storlekar på oothecae. Han dokumenterar även att de *B. minutus* som utvecklats i större oothecae får större kropp jämfört med de individer som utvecklas i mindre oothecae. En tredje förklaring till att vinglängden varierar hos *B. minutus* i söder kan vara att mindre individer klarar övervintringen i söder men inte i norr då vintern inte är lika lång och kall i södra Sverige.

Att hanarna har längre vingar beror främst på att den yttre delen av vingarna är längre (Figur 4). Hanarnas vingar är troligen längre för att de är mer aktiva än honorna, kanske främst vid sök efter partner, och får bättre flygförmåga än honorna när den yttre delen av vingen är längre. Brown (1973) skrev att både hanar och honor främst springer över substratet men att hanarna oftare flyger kortare sträckor än honorna. Bland de *B. minutus* som kläcktes ur de oothecae som Brown (1973) samlade in var könsfördelningen jämn (1:1). I materialet som denna studie bygger på är 76% av alla individer hanar och om könsfördelningen av *B. minutus* är jämn även i Sverige skulle detta antyda att hanar är mer rörliga än honor och har ett annat rörelsemönster, troligen genom att de flyger mer då de har längre vingar med utvidgning utanför stigmat.

Vingribban 1CUa är ungefär lika lång hos både hanar och honor. Detta gör att honor har längre 1CUa i förhållande till vinglängden än vad hanar har. Dock skiljer sig 1CUa bland honorna som följer Crosskey's (1951) artbeskrivning och de som inte följer den. De honor med svarta eller svartgula fram- och mellantibiae har något kortare 1CUa än honor med gula tibiae och honor med svartgula tibiae har en längd på 1CUa som är mellan honor med helt svarta tibiae och de honor som har gula fram- och mellantibiae. Inom stekelfamiljen Braconidae används vingribban 1CUa ibland för att skilja olika arter åt (Mercado och Wharton, 2000; Whitfield, Choi och Suh, 2004) vilket gör det intressant att 1CUa skiljer sig mellan honor i denna studie. Det är även intressant att längden på mellan- och baktibia skiljer sig åt mellan de olika honorna, där honorna med gula fram- och mellantibiae har längre mellan- och baktibia än de med svarta eller svartgula tibiae, särskilt då de har lika långa vingar och nästan lika breda huvuden. Dock finns det en antydning om att honor med svarta tibiae har bredare huvud än honor med gula fram- och mellantibiae, då det bara är 11 honor i materialet som inte har gula fram- och mellantibiae gör att statistiken kan vara lite osäker. I Lunds zoologiska museums samling av svenska Evaniidae som var insamlade från 1922 till 1992 finns det 25 honor och fem av dessa har gula baktibiae och var insamlade före 1978. I materialet från SMTP som denna studie bygger på förekom inga honor med gula

baktibiae. Zoologiska museet har även en hona med svarta fram- och mellantibiae som var insamlad i Blekinge 2007. Att honor med bara svarta tibiae och med kortare 1CUa samt kortare mellan- och baktibia har börjat fångats under 2000 talet och att honor som har svartgula fram- och mellantibiae och en längd på 1CUa som ligger mellan de andra honorna är intressant, det väcker frågan om det är en fenotyp av *B. minutus*, en pågående artindelning av *B. minutus* eller om det är en annan art.

Det är möjligt att skilja arter åt med hjälp av bara färg. Clapperton m.fl (1989) visar att man kan artbestämma steklarna *Vespula germanica* och *V. vulgaris* på bara deras färgmönster. Det kan tala för att honor med bara svarta tibiae är en delning av arten, där den ena har helsvarta tibiae, kortare 1CUa och mellan- och baktibia medan den andra har gula fram- och mellantibiae, längre 1CUa och mellan- och baktibia. Honor med svartgula fram- och mellantibiae skulle då vara en korsning mellan de två arterna. Dock såg Clapperton m.fl (1989) även att det finns en viss variation inom arternas färgmönster. Dessutom visar Bernardo m.fl (2007) att olika temperaturer under utvecklingsstadiet för stekeln *Pnigalio soemius* kan ändra färgen på kroppsdelar mot en mörkare färg. Deras studie visar att individer som utvecklas i temperaturer under 15°C blir mörkare med svarta ben, troligen för att mörkare individer blir varmare fortare än ljusare individer. Bernardo m.fl (2007) studie visar även att individer som utvecklades i 30°C var mörkare än de som utvecklades vid 25°C och Bernardo m.fl. (2007) menar att det kan bero på stress. Om det är likt för *B. minutus* borde honorna i norr vara mörkare än i söder. Så är inte fallet vilket ytterligare kan styrka att det sker en delning av arten alternativt att det är en annan art. Det som talar för att honor med svarta fram- och mellantibiae är en fenotyp av *B. minutus* är att i Lunds zoologiska museum samling finns det honor som har gula baktibiae men trots detta är artbestämda till *B. minutus*. Det är möjligt att det sker en utveckling bland honor mot att få svarta ben, för efter 2003 har inga honor med gula baktibiae infångats. Frågan är om det är möjligt att det skett en mutation bland honor med gula fram-, mellan- och baktibiae där de har fått svarta tibiae istället? Det har heller inte upptäckts någon hane i materialet som avviker så mycket från de andra att det skulle kunna vara en potentiell partner till de honorna med svarta fram- och mellantibiae. I denna studie har de svarta individerna behandlats som en svart fenotyp av *B. minutus*.

För att vara helt säker på om de svarta honorna är en fenotyp av *B. minutus*, delning av arten eller olika arter bör en DNA-analys göras på de olika honorna i SMTP:s material och även inkludera de gula och svarta honorna som finns i Lunds zoologiska museums samling.

Aktivitetsperiod

Figur 6 visar att *B. minutus* kan fångas i juni men att de troligen börjar bli aktiva i slutet av maj då Figur 6 är gjord efter den månad fällorna tömdes. *B. minutus* är som mest aktiva i juli och augusti och därefter avtar aktiviteten, så i september är det nästan inga individer alls som är aktiva. Denna aktivitetsperiod har även noterats tidigare i Sverige av Hedqvist (1973). Abraham (1977) säger att hanarna kläcks tidigare än vad honorna gör och Figur 6 visar att

det finns en trend att hanarna fångas lite tidigare än honorna vissa år. Detta tycks ske de år då det varit varmare i maj och juni än de andra åren (Tabell 4). Brown (1973) skriver att kläckningen av *B. minutus* är synkroniserad med när kackerlackorna lägger sina oothecae, vilket även dokumenterats i Slovakien (Vidlick, 1998), och att steklarna är mer aktiva när det är varmare. Det är alltså möjligt att hanarna fortfarande kläcks vid samma period alla åren men att de inte är lika aktiva då det var kallare år 2004 och eventuellt 2003, alternativt att kackerlackorna blir aktiva senare de åren och då kläcks *B. minutus* senare. *B. minutus* blir även aktiva något tidigare i södra Sverige än i norra. I Tabell 2 kan man se att i zon 1 är *B. minutus* aktiva från juli till september och då lägger även *E. lapponicus* sina ootheca (NRM, 2012a). I zon 5 är *B. minutus* aktiva mellan juni och september, på grund av att det inte blir gynnsamma förhållanden för *B. minutus* och kackerlackorna förrän i juni då medeltemperaturen är ca 15°C. En liknande aktivitetsperiod som i mellersta och södra Sverige har dokumenterats i Slovakien (Vidlicka, 1998). För norra Sverige liknar aktivitetsperioden för *B. minutus* den som Brown (1973) redogör för i England.

Utomhus i England tar det ca en månad för *B. minutus* att utvecklas från ägg till sista larvstadiet. Den övervintrar i sista larvstadiet för att sedan förpuppas nästa sommar (Brown, 1973). Som man ser i Tabell 4 är de som mest aktiva när det är som varmast och att därefter sjunker aktiviteten med medeltemperaturen. Ungefär när de upphör att fångas har medeltemperaturen sjunkit till ca 14°C. I en studie om hur *E. appendegaster* utvecklas i olika temperaturer kunde man se att den optimala temperaturen för deras utveckling var mellan 25 och 30°C, men att de kan utvecklas ner till 15°C (Bressan-Nascimento, 2010). Om *B. minutus* har liknande krav på temperatur för sin utveckling är det troligt att de slutar vara aktiva när medeltemperaturen fortfarande är kring 14°C så att deras larver fortfarande har möjlighet att utvecklas under den kommande månaden. I zon 1 och 2 är medeltemperaturen under 14°C i september men för de övriga tre zonerna sker det antingen i september eller i oktober beroende på år.

Slutsats

Resultaten av denna studie pekar på att Sverige bara har en art av Evaniidae som lever fritt i naturen och att det är *Brachygaster minutus*. Den förekommer i hela landet men är vanligare i söder och där förekommer även honor som har svarta fram- och mellantibiae istället för gula, vilket är den normala färgen för arten. Honor med enbart svarta tibiae kan vara en fenotyp men det är även möjligt att det håller på att ske en delning av arten då de honor med svarta tibiae även har kortare 1CUa samt kortare mellan- och baktibia än honor med gula tibiae. Det förekommer även honor som har svartgula fram- och mellantibiae i mellersta och södra Sverige och de har en längd på 1CUa samt mellan- och baktibia som är mellan de honor med svarta och gula tibiae, de honor med svartgula fram- och mellantibia skulle därför kunna vara en korsning mellan de båda andra fenotyperna. *B. minutus* är aktiva från slutet i maj till början av september i söder och ungefär en månad senare i norra Sverige, detta

troligen för att sommaren kommer senare i norr. Individer i norr har längre vingar än i söder och hanarna har längre vingar än honorna, främst för att ytterdelen av vingen är längre hos hanar. Anledningen till att hanarna har längre vingar än honorna är troligen för att de är mer rörliga än honorna och gynnas av att kunna flyga bättre.

Tack till

Jag vill tacka SMTP för att jag har fått använda deras material och alla på Station Linné för en väldigt rolig och lärorik tid hos er med många intressanta diskussioner. Min handledare Göran Sahlén för hans råd och kommentarer på arbetet. Lunds zoologiska museum för att jag har fått undersöka deras material. Vill även tacka Hege Vårdal (NRM) för hjälpen att hitta några svåra artiklar och Frederic Cabanettes (HH) för hjälpen att översätta *B. minutus* original beskrivningen av Oliver. Till sist vill jag tacka de som är mig närmst för all hjälp och stöd medan jag har gjort detta arbete.

Referenser:

- Abraham, R., 1977. A contribution to the bionomy of *Brachygaster-minutus* hymenoptera Evaniidae. *Beitraege zur Naturkundlichen Forschung in Suedwestdeutschland*, 36, p173-176, Abstract only. Available through: Web of Knowledge [Accessed 12 juli 2012]
- Anderson, A. McCormack, S., Helden, A., Helen, S., Kinsella, A. och Purvis, G., 2011. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 48 (2), p382-390
- Angilletta, M.J., Steury, T.D. och Sears, M.W., 2004. Temperature, Growth Rate, and Body Size in Ectotherms: Fitting Pieces of a Life-History Puzzle. *Integrative and Comparative Biology*, 44 (6), p498-509
- Atkinson, D. och Sibly R.M., 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends in ecology & evolution*, 12(6), p235-239
- Bernardo, U., Pedata, P.A. and Viggiani, G., 2007. Phenotypic plasticity of pigmentation and morphometric traits in *Pnigalio soemius* (Hymenoptera: Eulophidae). *Bulletin of Entomological research*, 97 (1), p101-109
- Bradley, J.C. 1908. The Evaniidæ, Ensign-Flies, an Archiac Family of Hymenoptera. *Transactions of the American Entomological Society*, 34 (2), p.101-194
- Bressan-Nascimento, S., Fox, E.G.P., Pilizi L.G.T., 2010. Effects of different temperatures on the life history of *Evania appendigaster* L. (Hymenoptera: Evaniidae), a solitary oothecal parasitoid of *Periplaneta americana* L. (Dictyoptera: Blattidae), *Biological Control*, 52 (2), p.104-109
- Bressan-Nascimento, S., 2006. Biological characteristics of *Evania appendigaster* (L.) (Hymenoptera: Evaniidae) in different densities of *Periplaneta americana* (L.) oothecae (Blattodea: Blattidae). *Biological Control*, 36 (2), p.183-188

Brown, V.K., 1973. The Biology and Development of *Brachygaster minutus* Olivier (Hymenoptera: Evaniidae), a parasite of the oothecae of *Ectobius* spp. (Dictyoptera: Blattidae). *Journal of Natural History*, 7(6), p.665-674

Cederholm, L., Ekholm, D., 2011. Zoologiska museets i lund vänner. [online] Available at: <<http://privat.bahnhof.se/wb206948//historik.html>> [Accessed 1 augusti 2012]

Clapperton, B.K., Lo, P.L., Moller, H. och Sandlant, G.R., 1989. Variation in colour markings of German wasps *Vespula germanica* (F.) and common wasps *Vespula vulgaris* (L.) (Hymenoptera: Vespidae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 16(3), p303-313

Crosskey, R. W., 1951. Part II.- The taxonomy and biology of the British Evanioidea. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 102, p282-301.

Crosskey, R.W., 1951a. The morphology, Taxonomy and Biology of the British Evanioidea (Hymenoptera). *Transaction of the Royal Entomological Society of London*, 102 (5), p282-301

Deans A.R and Huben M., 2003. Annotated key to the ensign wasp (Hymenoptera: Evaniidae) genera of the world, with descriptions of three new genera. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105, p.859-875

Deans, A.R., 2005. Annotated Catalog of the World's Ensign Wasp species (Hymenoptera: Evaniidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 34, p.1–164.

De Oliveira, C.M., Lopes, J.R.S., Dias, C.T.D., Nault, L.R., 2004. Influence of latitude and elevation on polymorphism among Populations of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong and wolcott) (Hemiptera : Cicadellidae), in Brazil, *Environmental Entomology*, 33 (5), p1192-1199

Didrik Vanhoenacker, 2012a. Naturhistoriska riksmuseet (NRM) [Online] Available at: <<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/ovrigainsekter/kackerlackor/utomhuslevandearter.1087.html>> [Accessed 2 juli 2012]

Didrik Vanhoenacker, 2012b. Naturhistoriska riksmuseet (NRM) [Online] Available at: <<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/ovrigainsekter/kackerlackor/inomhuslevandearter.176.html>> [Accessed 2 juli 2012]

Gauld, I.D. och Fitton, M.G., 1987. Sexual dimorphism in Ichneumonidae: a response to Hurlbutt. *Biological journal of linnean society*, 31(3), p291-300

Goulet, H. and Huber, J.T. eds., 1993. *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Ottawa: Canada Communication Group

Fischer, O.A. et al., 2003. Nymphs of the Oriental cockroach (*Blatta orientalis*) as passive vectors of causal agents of avian tuberculosis and paratuberculosis. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(2), p145-150

Heraty, J., 2009. Parasitoid biodiversity and insect pest management. In: Robert G. Froottit and Peter H. Adler, eds. 2009. *Insect Biodiversity: Science and Society*. UK: Blackwell Publishing Ltd. Ch 19

Huber, J.T., 2009. Biodiversity of Hymenoptera In: Robert G. Froottit and Peter H. Adler, eds. 2009. *Insect Biodiversity: Science and Society*. UK: Blackwell Publishing Ltd. Ch. 12.

Karlsson, D., Pape, T., Johansson, K.A., Liljebäck, J. och Ronquist, F., 2005. Svenska Malaisefälleprojektet, eller hur många arter steklar, flugor och mygg finns i Sverige?. *Entomologisk Tidskrift*, 126 (1-2): p.43-53.

Kieffer, J.J., 1912. *Das Tierreich Evaniidae*. 30. K. Friedländer und Sohn, Berlin.

Lantmäteriet., 2009. *Lantmäteriet*. [Online] Available at: <http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=2680> [Accessed 12 juni 2012]

Mads Haahr 2012. *Random.org*. [Online] Available at: <<http://www.random.org/sequences/>> [Accessed 10 Maj 2012]

Mercado, I. och Wharton R.A., 2000. Toxoneuron (Hymenoptera: Braconidae): Designation of a Neotype for Its type Species, *T. Viator*, and Discovery of a Possible Senior Synonym of its Best Known Species, *T. nigriceps*. *Annals of the Entomological Society of America*. 93(2), p208-219

Pennacchio, F and Strand M.R., 2006. Evolution of Developmental strategies in Parasitic Hymenoptera, *Annual Reviews Entomol.* 51, p.233-258

Sharkey, M.J., 2007. Phylogeny and Classification of Hymenoptera. In: Zhang, Z.-Q. och Shear, W.A. eds. 2007. *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. *Zootaxa*, 1668, 1–766.

SLU, 2007. Dyntaxa [Online] Available at: <<https://www.dyntaxa.se/Taxon/Info/3000173>> [Accessed 25 juni 2012]

SLU, 2009. Dyntaxa. [Online] Available at: <<https://www.dyntaxa.se/Taxon/Info/251344?changeRoot=True>> [Accessed 25 juni 2012]

SLU, 2012. *Artdatabanken*. [Online] Available at <<http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/artdatabanken/svenska-artprojektet1/inventering/malaisefalleprojektet/>> [Accessed 15 augusti 2012]

Vidlicka, L., 1998. Seasonal Flight Pattern of the Evaniid Wasp *Brachygaster minutus* (Hymenoptera: Evaniidae) - Parasitoid of Cockroach egg cases. *Entomofuna carpatica*, 10 (3), p.65-69

Whitfield, J.B., Choi, W.Y. och Suh, K.I., 2004. *Andesipolis*, a puzzling new genus of cyclostomes Braconidae (Hymenoptera) from the Chilean Andes, with descriptions of three new species. *Zootaxa* 438.p.1-15

Appendix 1



Appendix 1

Tre bilder på hanar där den översta är en hane med svarta framtibiae och den mittersta har mörkbruna framtibiae, dessa är beskrivna sedan tidigare. Den understa bilden är på den hanen med gula framtibiae och är den enda i materialet till denna studie, se Figur 1 för fångstplats och tabell 1 för antal av respektive fenotyp.

Appendix 2



Appendix 2

Bilder på tre honor av *Brachygaster minutus*. Den övre vänstra är den vanligaste och tidigare beskrivna fenotypen (Crosskey 1951). Den övre högra bilden är en hona med helsvarta ben och den nedersta bilden är en med svartgula fram- och mellantibiae. Se Fig. 1 för utbredning och tabell 1 för antal av var fenotyp.

Appendix 3

Medelvärde i mm

	Vinglängd	Innerdelen	Ytterdel	1CUa	Huvudbredd	Mellantibia	Baktibia
Hane	3,029 ±0,021	1,256 ±0,105	1,769 ±0,138	0,076 ±0,021	1,142 ±0,033	0,753 ±0,036	1,188 ±0,036
Hona m. gula tibiae	2,543 ±0,157	1,126 ±0,095	1,378 ±0,149	0,082 ±0,017	1,135 ±0,033	0,735 ±0,056	1,163 ±0,065
Hona m. svarta tibiae	2,367 ±0,108	1,008 ±0,049	1,358 ±0,066	0,042 ±0,015	1,176 ±0,048	0,668 ±0,026	1,040 ±0,036
Hona m. svartgula tibiae	2,520 ±0,275	1,030 ±0,057	1,490 ±0,230	0,054 ±0,014	1,134 ±0,085	0,657 ±0,016	1,056 ±0,043

Analysen mellan

		R ²	df	F	P
Linjär regression	Vinglängd: hanar vs honor	0,531	1	368,3	0,0005***
Linjär regression	Vinglängd vs bredgrad	0,035	1	11,75	0,001***
ANOVA	Innerdelen av vingen: hanar vs honor		1	93,78	0,0005***
ANOVA	Ytterdelen av vingen: hanar vs honor		1	454	0,0005***
ANOVA	Honors vinglängd: svarta vs svartgula- vs gulatibiae		1	2,228	0,13
Tukey HSD	Honor 1CUa: svarta- vs gulatibiae				0,0005***
Tukey HSD	Honor 1CUa: svarta- vs svartgulatibiae				0,002**
Tukey HSD	Honor 1CUa:svartgula- vs gulatibiae				0,442
ANOVA	Huvudbredd: 15 hanar vs 15 honor		1	0,285	0,598
ANOVA	Honors huvudbredd: svart- vs svartgula- vs gulatibiae		2	1,572	0,229
ANOVA	Huvudbredd: honor svarta tibiae vs hanar		1	3,475	0,078
ANOVA	Mellantibia: 15 hanar vs 15 honor		1	1,072	0,31
ANOVA	Baktiba: 15 hanar vs 15 honor		1	1,741	0,198
Tukey HSD	Honor mellantibia: svarta- vs gulatibiae				0,018**
Tukey HSD	Honor mellantibia: svartgula- vs gulatibiae				0,009**
Tukey HSD	Honor mellantibia: svarta- vs svartgulatibiae				0,906
Tukey HSD	Honor baktibia: svarta- vs gulatibiae				0,0005***
Tukey HSD	Honor baktibia: svartgula- vs gulatibiae				0,003**
Tukey HSD	Honor baktibia: svarta- vs svartgulatibiae				0,875

Appendix 3

Tabeller med de mest intressanta resultaten. Översta tabellen redovisar medelvärdena på olika kroppsdelar för olika grupper av individer. Den undre visar resultaten av olika analysmetoder mellan olika grupper. Se metod och resultat för hur indelningarna av grupperna har gjorts