

Södertörns högskola | Institutionen för livsvetenskaper
Kandidatuppsats 15 hp | Ekologi | Vårterminen 2011
Programmet för Miljö- och Utveckling

Minskad utbredning av apollo- fjäril, *Parnassius apollo*, i söd- ra Stockholms län

– En studie av möjliga faktorer utifrån artens
habitatkrav.

Av: Gunilla Reisner
Handledare: Patrik Dinnétz

Sammanfattning

Apollofjärilen, *Parnassius apollo*, är en rödlistad dagfjärilsart klassad som nära hotad (NT). Den återfinns i Sverige idag i endast starkt fragmenterade populationer. I Stockholms län finns apollofjäril endast på vissa skärgårdsöar samt i en fastlandspopulation i Stora Vika. Syftet med studien har varit att utöka kunskapen om de lokala förutsättningarna som föreligger i södra Stockholm län och därmed kunna bidra till en hållbar markförvaltning för artens bevarande.

En jämförande undersökning genomfördes mellan områden där apollofjärilen idag förekommer i stabila populationer (Stora Vika, Utö och Ålö), områden där den försvunnit (Muskö och Yxlö) eller starkt minskar (norra Ornö). Undersökningen baserades på faktorer som ansågs kunna vara bidragande till apollofjärilens tillbakagång. De faktorer som undersöktes var generell förekomst av värdväxt *S. telephium*, igenväxning av hällmarker, förekomst av nektarväxter och om andelen skog i lokalernas omgivning kan ha en isolerande effekt på lokalen. Studien baserades på 10 lokaler där fjärilen finns, 7 lokaler där den försvunnit och 3 lokaler där den minskar. Inga signifikanta skillnader kunde hittas för några av faktorerna. Tvärtom verkar värdväxter generellt förekomma i samma utsträckning på hällmarker där fjärilen försvunnit som där den idag finns. Larver av *P. apollo* hittades dock bara på hällmarker med stor spridning av *S. telephium* och med en stor andel skog i omgivningen. Detta motsade hypotesen om att mycket skog i omgivningen skulle ha en isolerande effekt på lokalen och minska apollofjärilens lockelse till platsen.

Resultatet väcker nya frågeställningar och slutsatsen blir att mer kunskap om de lokala förutsättningarna krävs för att säkerställa en god markförvaltning. De lokaler som hyser larver bör identifieras, undersökas och skyddas. Vidare bör spridningen av nektarväxter undersökas. Det vore också intressant att studera kalkstenens inverkan genom att analysera och jämföra t.ex. kadmiumhalter i *S. telephium* växande på Muskö med respektive Stora Vika, Utö och Ålö.

Nyckelord: Apollofjäril, biologisk mångfald, *Sedum telephium*, resurser, markförvaltning

Abstract

The Apollo butterfly, *Parnassius apollo*, is categorized as Near Threatened (NT) in IUCN Red List. Today in Sweden it is found only in strongly fragmentized populations. In the county of Stockholm, *P. apollo* exists exclusively in some islands of the archipelago and with one mainland population in Stora Vika. This study has the purpose of expanding the knowledge of the local conditions for the butterfly in the south parts of the county of Stockholm and thereby contributes to a sustainable land management that can preserve the Apollo butterfly.

A comparative study was done between areas where the butterfly today have: a stable population (Stora Vika, Utö and Ålö), has disappeared (Muskö and Yxlö) or is strongly declining (north part of Ornö). The investigation was based on factors that was considered be contributing to the species decline. Factors that was investigated was the general distribution of host-plant *S. telephium*, overgrowth in rocky outcrops, presence of nectar plants close to host-plants and if a large proportion of forest in the surroundings of the investigation sites could have a isolating impact on sites. The study was based on 10 sites where the butterfly exist, 7 sites where it has disappeared and 3 sites where it has declined. No significant differences could be found for any factor. On the contrary, the general presence of host-plants at rocky outcrops seems to be the same in areas where the butterfly has disappeared as in areas where it exist today. However caterpillars were only found at sites with a wide distribution of host-plants and also at sites with a large proportion of forest in the surroundings. This was speaking against the hypothesis that a large proportion of forest could have an isolating effect on sites and therefore a negative impact on the adult butterfly preferences.

The result creates new questions and the conclusion is that more knowledge of the local conditions is needed to ensure good practice in land management. Sites which are today hosted by the caterpillar should be identified, investigated and protected. Furthermore should the dispersal of nectar plants be investigated and it would be interesting to study the effects of limestone by analyzing and compare Cd concentrations in *S. telephium* from Muskö with plants from Stora Vika, Utö and Ålö.

Keywords: Apollo butterfly, biodiversity, *Sedum telephium*, resources, land management

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1.1	Biologisk mångfald	5
1.1.2	Habitatminskning	5
1.1.3	Beteende och resurser	6
1.1.4	Apollofjäril.....	7
1.1.5	Utbredning	7
1.1.6	Artens beteende.....	11
1.1.7	Syfte	12
2	Material och metoder	14
2.1.1	Områden.....	14
2.1.2	Storrutor	15
2.1.3	Värdväxter.....	15
2.1.4	Omgivande natur - isolering	15
2.1.5	Statistik.....	16
3	Resultat	17
3.1.1	Förekomst av värdväxter.....	17
3.1.2	Igenväxningsgrad	18
3.1.3	Omgivning - isolering	20
3.1.4	Förekomst av larver	21
3.1.5	Förekomst av nektarväxter.....	22
4	Diskussion.....	23
5	Slutsatser.....	26
6	Tack	27
7	Referenser	28

1 Inledning

1.1.1 Biologisk mångfald

Konventionen om biologisk mångfald (Convention on Biological Diversity, CBD) antogs av FN 1992 och ratificerades av Sverige 1993. Ett av huvudmålen i konventionen är att bevara den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket 2010). Som en följd av CBD och en del andra konventioner rörande naturvård, beslutade FN 2001 att en bedömning av jordens ekosystem och konsekvenserna av förändringar i dessa skulle göras. Detta utmynnade i en rapport år 2005 kallad Millennium Ecosystem Assessment (MA), varav en delrapport specifikt behandlar biologisk mångfald (MA 2005). I MA sägs det att den biologiska mångfalden är essentiell för produktionen av ekosystemtjänster och att bevarandet av arter är viktigt inte bara för artens egenvärde utan också för olika ekosystems resiliens. Även om det finns metoder för att ekonomiskt värdera vissa ekosystemtjänster, är effekten av en arts försvinnande och dess betydelse för ekosystemen ofta svåra att bedöma. Kostnaderna för förlusten av biologisk mångfald har historiskt negligerats och syftet med MA är bland annat att informera och sprida kunskap om ämnet till beslutsfattare (MA 2005). För att stoppa förlusten av biologisk mångfald krävs dessutom engagerade markägare och allmänhet, tillsammans med välfungerande ekonomiska styrmedel som kan stå emot kortsiktiga ekonomiska mål (Naturvårdsverket 2010).

1.1.2 Habitatminskning

Den största orsaken till förlust av biologisk mångfald är habitatminskning, vanligen genom förändrad markanvändning, klimatförändringar eller föroreningar (MA 2005). Fjärilar, liksom många andra insekter, behöver olika biotoper under olika utvecklingsfaser. I ett mosaiklandskap finns det goda chanser att finna en passande biotop som täcker alla behov för arter med multipla habitatkrav (Duelli 1997). Begreppet mosaiklandskap innebär att landskapet präglas av en blandning av olika biotoper, t.ex. skog och jordbruk. Detta ger upphov till en mängd olika biotoper inom landskapet, vilka kan bestå av såväl naturliga, seminaturliga som kultiverade områden. En hög variation av olika biotoper kan ge en hög biodiversitet. Jordbruksland-

skapet i Europa har sedan andra världskrigets slut förändrats mycket. Det har skett en intensifiering och ökad specialisering av jordbruket vilket inneburit att det tidigare så vanliga mosaiklandskapet förvandlats till homogena odlingsarealer (Björklund, Limburg & Rydberg 1999). För att skydda arter genom t.ex. bevarande och restaurering av livsmiljöer är det viktigt med kunskap om artens speciella behov, dess så kallade ekologiska nisch. Ökad kunskap ger ökade chanser för att sådana projekt lyckas och granskning av historiska data kan ofta vara till god hjälp (Townsend 2008). Vid åtgärder som görs i odlingslandskap som syftar till bevarande av hotade arter är det extra viktigt med precis kunskap då åtgärden annars kan ställa till med mer skada. Det är också av vikt att få med hela landskapsbilden och inte ha ett för snävt perspektiv i t ex miljökonsekvensbeskrivningar inför exploateringsprojekt (Naturvårdsverket 2010).

1.1.3 Beteende och resurser

Inom ekologi kan ett så kallat flödesschema över olika frågeställningar vara behjälpligt då en arts geografiskt begränsade utbredning studeras. En variant på sådant flödesschema är om artens spridning begränsas av:

Barriärer → Beteende → Biotiska faktorer → Abiotiska faktorer
(Campbell *et al.* 2008, s. 1152)

Med barriärer avses då fysiska hinder såsom vattenmassor, bergskedjor etc. vilket förhindrar arten att förflytta sig till eller från en plats. Beteende är artspecifika mönster som gör att vissa habitat föredras av arten framför andra, t.ex. vid äggläggning. Biotiska faktorer handlar om att förekomsten av andra arter kan förhindra spridningen, såsom predatorer, konkurrenter eller avsaknaden av andra arter såsom pollinerare. Abiotiska faktorer handlar om det fysiska och kemiska tillståndet på platsen t.ex. temperatur, solljus och pH (Campbell *et al.* 2008, s. 1152-1155). Inom nischteorin skiljer man på förhållanden och resurser. Förhållanden handlar då om abiotiska faktorer som inte kan konsumeras, t.ex. temperatur och pH emedan resurser är faktorer som kan konsumeras t.ex. föda och boplatser (Townsend 2008).

1.1.4 Apollofjäril

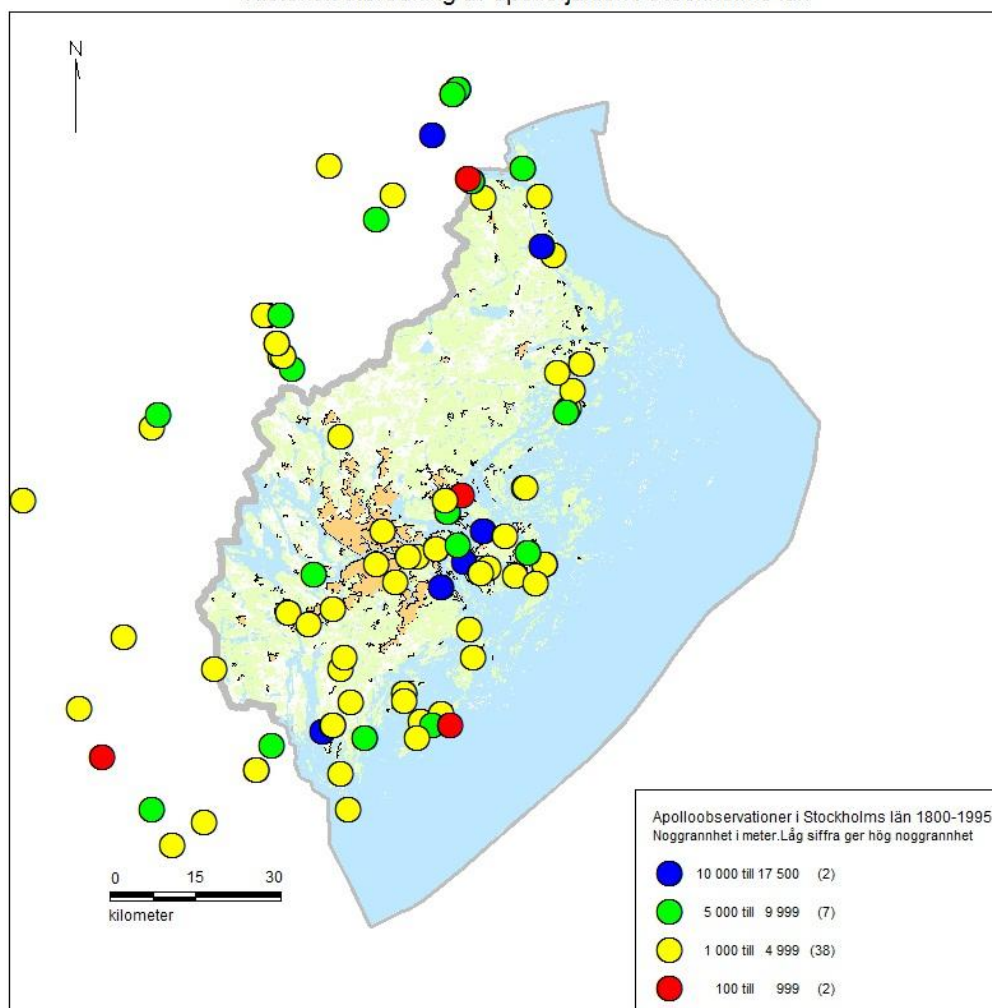
Apollofjärilen, *Parnassius apollo*, är en stor dagfjäril med ett vingspann mellan 62 - 92 mm (ArtDatabanken 2010). Dess karaktäristiska teckning med röda och svarta fläckar på en gråvit grundfärg gör den svår att missta för andra arter. Den övervintrar i regel som ägg och flyger i perioden juli – augusti. Larven kläcks tidigt på våren och är svart, något behårad och med starkt orangea fläckar på sidorna (Janzon 2010). I Sverige är fjärilen kategoriserad som nära hotad (NT) i den senaste rödlistningsbedömningen (ArtDatabanken 2010).

Apollofjärilens larver livnär sig på kärleksört, *Sedum telephium*, och vit fetknopp, *Sedum album* (Janzon 2010). Såväl *S. telephium* som *S. album* växer på öppen hållmark eller stenig terräng (Krok & Almqvist 2004), så en igenväxning av sådan mark kan utgöra ett hot för förekomsten av värdväxter. *S. album* finns företrädesvis på kalkhaltig kustmark, och är en flerårig växt som med sitt krypande växtsätt bildar mattlika växtsamhällen (Mossberg & Stenberg 2005). *S. telephium* har inte samma preferens till kalkhaltig mark men gynnas av närhet till kusten. I motsats till *S. album* är *S. telephium* en upprätt växt som blir mellan 20 och 50 cm hög och har ett större krav på näringsrik mark (Mossberg & Stenberg 2005). Som adult är *P. apollo* i behov av nektarväxter och föredrar då växter med röd/violett färg som rödklint, *Centaurea jacea*, mjölke, *Epilobium angustifolium*, och olika tistlar av släktet *Cirsium*. (Fred, O'Hara & Brommer 2006.) Gemensamt för många av dessa arter är att de trivs i öppen, gärna sandig mark såsom vägkanter (Krok & Almqvist 2004). Kärrtistel, *Cirsium palustre*, växer som namnet antyder i fuktig mark (Naturhistoriska riksmuseet 2000). Larvens värdväxter och nektarväxterna har vanligtvis olika växtplatser och apollofjärilen är en art som gynnas av småskaligt olikartade biotoper och arten har speciella habitatkrav (Brommer & Fred 1999).

1.1.5 Utbredning

Tidigare har *P. apollo* varit utbredd i relativt sammanhängande populationer över en stor del av Sverige, från Skåne i söder till Ångermanland i norr. I dagsläget är förekomsten av fjärilen uppsplittrad och populationerna är starkt fragmenterade (ArtDatabanken 2010). I Stockholms län har arten tidigare haft en god spridning i hela länet. Vid en granskning av historiska observationer går det att konstatera att *P. apollo* förekommit såväl på fastlandet som i skärgården.

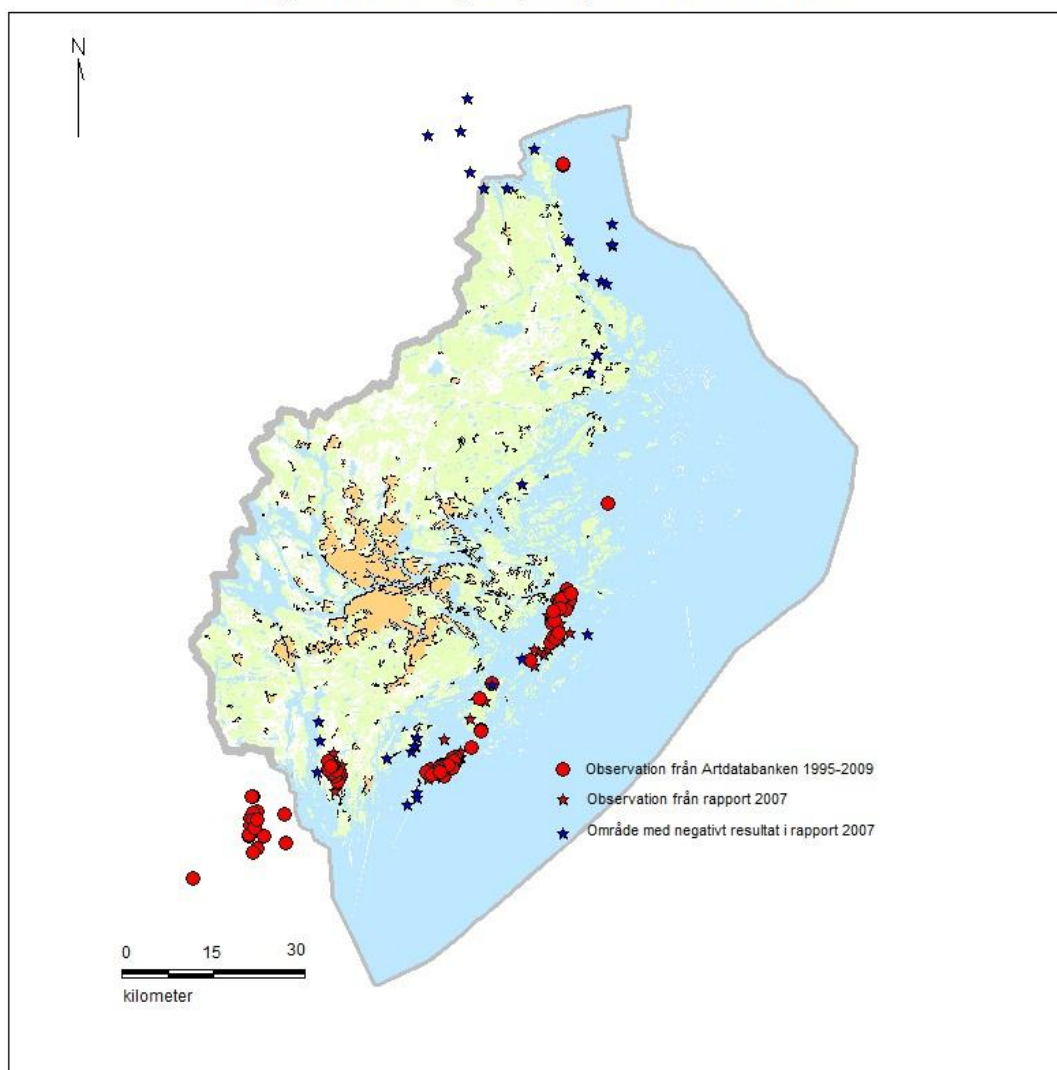
Historisk utbredning av apollofjärilen i Stockholms län



Figur 1. Kartan visar var i Stockholms län fjärilen observerats under tiden 1800-1995. Då noggrannheten i platsangivelse skiljer sig kraftigt åt har en tematisk indelning gjorts. Låg siffra och röd markering har högst noggrannhet. Observationsdata är erhållet från ArtDatabankens arkiv. Kartan är gjord av Gunilla Reisner 2010-01-14.

Idag återfinns fjärilen så gott som uteslutande i länets södra delar och då med endast en fastlandspopulation i omgivningen av Stora Vika i Nynäshamns kommun (Palmqvist & Björklund 2007). I Stockholms län har en omfattande exploatering ägt rum. Sedan 1950 har befolkningen ökat från ca 1 100 000 till över 1 900 000 år 2007. Bebyggelsen följer befolkningsutvecklingen och idag består en stor del av länet av tätortsbebyggelse. De mest glesbebyggda områdena ligger i länets södra och nordöstliga delar (Sveriges Nationalatlas, 2010). Apollofjärilens tillbakagång i länet kan därför på många platser antas bero på bebyggelse och förändrad markanvändning.

Dagens utbredning av apollofjärilen i Stockholms län

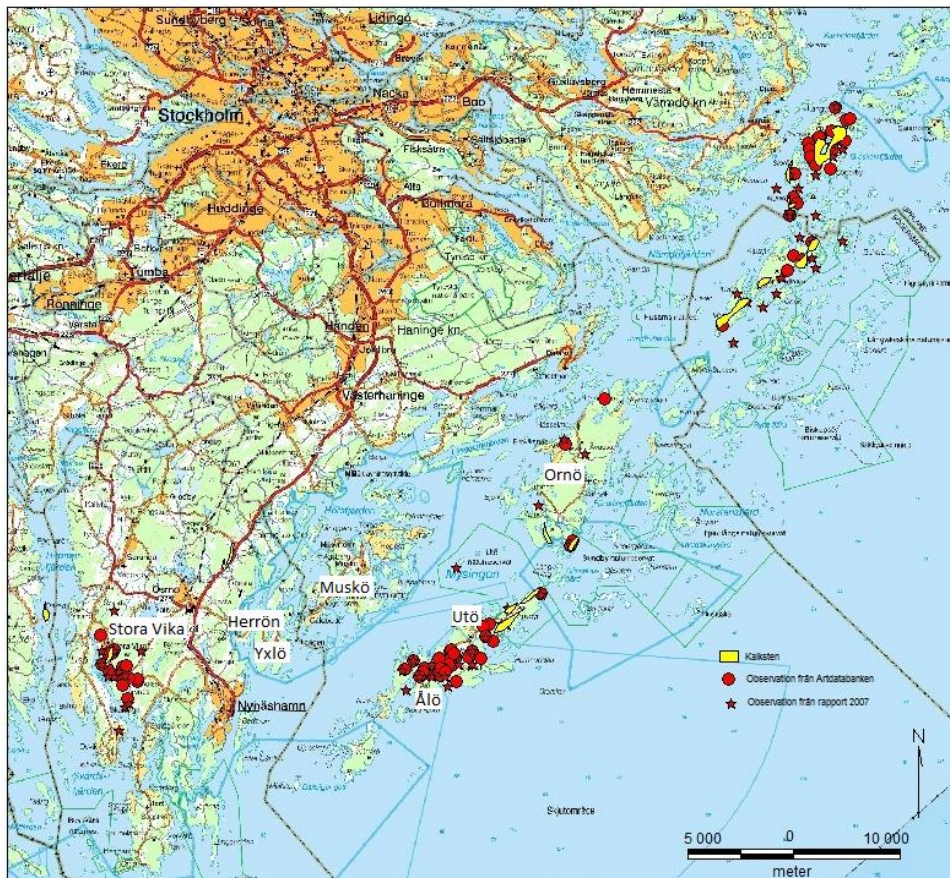


Figur 2. Kartan visar var apollofjärilen observerats i Stockholms län under tiden 1995-2009, samt platser som inventerats men där inga fjärilar funnits vid inventeringstillfället. Data över observationer och inventeringsplatser är hämtade från Artportalen (ArtDatabanken 2009) och Palmqvist & Björklund, 2007. Kartan är gjord av Gunilla Reisner 2010-01-14.

Det är dock intressant att den försvunnit på platser i även glesbebyggda områden. Till exempel har den försvunnit från öarna Herrön, Yxlö och Muskö som geografiskt är belägna mellan Stora Vika och öarna Utö och Ålö där fjärilen idag finns kvar. Även södra delen av Ornö, belägen norr om Utö, har en stabil population av apollofjäril (Palmqvist & Björklund 2007). Enligt Palmqvist och Björklunds rapport (2007) samt muntliga källor är däremot norra Ornö ett område där apollofjärilen tidigare förekommit i stor omfattning men under senare år starkt minskat i antal. Enstaka exemplar har vid enstaka tillfällen skådats och bedömningen är att dessa flugit dit från öns södra del. Min tolkning är att därför att det i norra delen av Ornö finns

faktorer som har negativ inverkan på de juvenila stadierna av fjärilen och att området därför är intressant att undersöka.

Dagens utbredning av apollofjärilen i södra stockholmsområdet samt kalkstensberggrund



Figur 3. En översiktskarta (Metria 2010) som visar områden med kalkstensberggrund (SGU 2009) samt var apollofjärilen observerats mellan 1995-2009 (ArtDatabanken 2009, Palmqvist & Björklund, 2007). Kartan är gjord av Gunilla Reisner 2010-01-14.

Noterbart är också att fjärilen idag endast återfinns på platser med kalkstensberggrund (se figur 3). Det finns undersökningar som tyder på att koncentrationen av kadmium (Cd) i värdväxter påverkar larvens utveckling negativt (Fred & Brommer 2005). Surt regn har en bidragande orsak till bl. a. ökad Cd-halt då dessa frigör Cd-joner i jorden. Vissa populationer verkar ha utvecklat en högre tolerans för tungmetaller men det innebär stora problem med återetablering av arten på i övrigt lämpliga lokaler. Om toleransen inte är utvecklad hos de inflyttade individerna lär dessa få svårt att etablera sig i området (Fred & Brommer 2005). Kalkstensberggrunden kan då ha en buffrande effekt som förhindrar Cd-joner och andra tungmetaller att frisläppas men fler undersökningar behövs för att klarlägga detta samband (ArtDatabanken 2010).

1.1.6 Artens beteende

Fred och Brommer har i ett antal studier försökt kartlägga de faktorer som styr artens närvaro på vissa lokaler och dess förflyttning mellan olika platser. Att apollofjärilen är stationär ökar hotet mot fjärlens existens eftersom utbytet med andra populationer försvåras (ArtDatabanken 2010). I en studie utförd genom fångst återfångst metoden så återfångades en majoritet av fjärlarna inom 400 m från ursprungsstället. Enstaka individer hade dock förflyttat sig betydligt längre, som mest 1840 m (Brommer & Fred 1999). Tillgångar av larvens värdväxter verkar inte påverka närvaron av vuxna individer på en lokal eller fjärlens flyttbeteende, utan den adulta *P. apollo* styrs enbart av det egna behovet av mat, det vill säga tillgång till nektarväxter (Fred, O'Hara & Brommer 2006, Fred & Brommer 2009). Vad som lockar de adulta fjärlarna till olika platser varierar mellan populationer utifrån de olika förutsättningarna som finns. Ö - populationer i den finländska skärgården tenderar att vara mer stationära och växtplatserna för värd- respektive nektarväxter sammanfaller ofta. På fastlandet däremot är växtplatserna vanligtvis mer åtskilda och de adulta fjärlarna tenderar också att förflytta sig mer mellan olika lokaler med nektarväxter än ö - populationerna (Fred, O'Hara & Brommer 2006). Larverna återfinns då vanligtvis på platser med värdväxter i närheten av lokaler med nektarväxter. Trots att apollofjärilen är en god flygare så får inte avståndet mellan larvernas värdväxter och de vuxna fjärlarnas nektarväxter vara för stort om fjärlarna ska erhålla en lyckad etablering inom ett område (Brommer & Fred, 1999). Det finns även andra faktorer som har inverkan på artens preferens för vissa lokaler och flyttbeteende. En faktor är hur isolerad en lokal för nektarväxter är i förhållande till andra födolokaler. Växtplatsens isolering har en negativ effekt på förekomsten av vuxna fjärlshonor, speciellt hos ö - populationer (Fred, O'Hara & Brommer 2006). Isoleringen ökar samtidigt artens benägenhet att lämna platsen (Fred & Brommer 2009).

Larvantalet på en plats korrelerar med antalet vuxna fjärlar på sommaren så närvaro av adulta fjärlar är av vikt för förekomsten av larver nästa år (Fred, O'Hara & Brommer 2006). Då apollohonan ofta inte lägger sina ägg direkt på värdväxten så måste den nykläckta larven själv finna en lämplig växt för att överleva. Studier visar också att apollofjärlens larver inte kan använda sig av luktsinnet i sitt sökande på föda, så områdets täthet av värdväxter är en avgörande faktor för att larvens ska finna en värdväxt (Fred & Brommer 2010). Apollofjärlens larver har klara temperaturpreferenser och därför spelar också mikroklimatet i värdväxtens habitat stor roll för larvens utvecklingsmöjligheter. En undersökning i Spanien visade att vid stark värme, $> 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, söker sig larven till svalare platser inom området och om temperatu-

ren är svalare, omkring 13-19 °C så söker sig larven till barmark eller död vegetation där temperaturen är högre. Ett varierat mikrohabitat med möjligheter till såväl skugga som solplatser är således gynnsamt för larven. När så omständigheterna kräver verkar också larven kunna byta typ av värdväxt till den som för tillfället är mest gynnsam (Ashton, Gutiérrez & Wilson 2009). Apollofjärilens krav på livsmiljö är således ett mosaiklandskap som innehåller såväl öppna berghällar/stenig mark med god tillgång på värdväxter för larverna. Den adulta fjärilen kräver tillgång till nektarväxter som företrädesvis växer i öppen terräng men inte den karga miljö där larvens värdväxter förekommer. Vägkanter är vanliga observationsplatser för adulta fjärilar (Palmqvist & Björklund 2007, ArtDatabanken 2009).

1.1.7 Syfte

Syftet med uppsatsen är att försöka finna faktorer till varför *P. apollo* försvunnit eller starkt minskat på vissa platser i Stockholms läns södra delar. Kunskap och identifiering av sådana faktorer är viktigt vid förvaltningen av områden där apollofjärilen idag finns och för att undvika åtgärder som kan förorsaka ytterligare tillbakagång hos arten. Undersökningen kan ses som en pilotstudie för vilka faktorer som behövs undersökas närmare och utredas mer för att få en heltäckande bild av de lokala förutsättningarna för arten. Denna uppsats fokuserar på att undersöka skillnader i resurser för larven mellan de olika områdena och om artens speciella habitatbehov och preferenser kan ha betydelse för artens försvinnande på vissa platser.

Undersökningen baseras på följande frågeställningar:

- *Värdväxter*. Kan skillnader i förekomst larvens av värdväxter på hållmarker vara en förklaring till apollofjärilens minskade utbredning i de undersökta områdena? Hypotesen är att det generellt finns mer värdväxter på hållmarker i områden där fjärilen idag förekommer än på hållmarker där fjärilen starkt minskat i antal eller försvunnit. En mindre tillgång på föda för larven borde minska överlevnadsgraden i det juvenila stadiet.
- *Igenväxning*. Är det skillnad i igenväxningsgrad på hållmarker i de olika områdena? Hypotesen är att ökad igenväxning med träd och buskar är negativ för förekomsten av värdväxter men också för larven som har ett stort värmebehov.
- *Nektarväxter*. Finns det skillnader i förekomst av nektarväxter i direkt anslutning till värdväxter? Hypotesen är att apollofjärilen gynnas om nektarväxter finns på samma lokal som larvens värdväxter och att en brist på nektarväxter på sådana lokaler kan ha orsakat nedgången av arten i vissa områden.

- *Skogsandelen i hällmarkernas omgivning.* Finns det skillnader i hur mycket skog som omger hällmarkerna? Uppvuxen skog är ingen lämplig livsmiljö för apollofjärilen och hypotesen är att en stor andel skog i hällmarkernas omgivning har en isolerande inverkan då det gör platsen mer svårtillgänglig och mindre attraktiv för den adulta *P. apollo*.

2 Material och metoder

2.1.1 Områden

Stora Vika, Utö/Ålö, Muskö/Yxlö och norra Ornö valdes ut som undersökningsplatser. Samtliga är landsbygdsområden i Stockholms läns södra del och dess geografiska närhet borgar för likartade förhållanden såsom klimat med undantag av kalkstensberggrunden (se figur 3). Då *P. apollo* tidigare förekommit på de undersökta platserna är spridningen av arten inte begränsad av fysiska barriärer. Den historiska utbredningen (figur 1) kommer från opublicerade observationsdata ur ArtDatabankens arkiv mellan år 1800-1995 och har erhållits av Jan Edelsjö. Tillstånd för publicering av kartan har givits. Det ska poängteras att huvudfokus i denna undersökning har varit om det finns generell skillnad i tillgången av larvens värdväxt, *S. telephium* och om igenväxning kan vara en faktor som påverkar dess förekomst på olika lokaler. Hällmarker i områden där fjärilen finns, (Stora Vika och Utö/Ålö), där den starkt minskat, (norra Ornö) och där den försvunnit, (Muskö/Yxlö) undersöktes. Områdena klassades som:

- A: *P. apollo* finns (5 lokaler i Stora Vika, 3 lokaler på Ålö och 2 lokaler på Utö)
- B: *P. apollo* minskar starkt (3 lokaler på norra Ornö)
- C: *P. apollo* har försvunnit (6 lokaler på Muskö och 1 lokal på Yxlö)

Undersökningsplatserna valdes genom att observationer av *P. apollo* inrapporterade till ArtDatabanken under tidsperioden 1995-2009 och från Palmqvist och Björklunds rapport (2007) markerades på kartbilder. För detta användes GIS programmen MapInfo Professional 8.5 och ArcMap 9.3.1. Observationerna är nästan alltid av adulta exemplar av fjärilen så utifrån dessa markeringar valdes slumpvis 10 närliggande hällmarker ut. Till detta användes ortofoton och terrängkartor från Metria samt även flygfoton från Eniro. Därefter valdes 10 liknande platser slumpvis ut i områden där fjärilen tidigare förekommit men nu bedöms som försvunnen eller starkt minskat. Som referensmaterial användes Palmqvist & Björklunds rapport 2007 och muntlig källa. Avståndet mellan varje lokal skulle vara > 1 km för att inte påverka varandra. Vissa justeringar av undersökningsplats fick dock göras i fält på grund av svårigheter med tillgängligheten. Detta gjorde att det faktiska avståndet på enstaka ställen blev något mindre, som minst 900 m. De utvalda lokalerna besöktes och studeras i fält vid tre tillfällen, första gången i april, andra gången i maj/juni och sista gången i juli/augusti.

2.1.2 Storrutor

I den första fältundersökningen så uppmättes ett område på 25*25 m med måttband, så kallad storruta, slumpmässigt utplacerat på hållmarken. Mittpunkten av storrutans geografiska läge markerades med en GPS. För att uppskatta graden av igenväxning räknades antalet träd och buskar över en meter inom storrutan. Vid första besöket som gjordes tidigt i april var växtligheten på marknivå fortfarande låg, så ingen hänsyn har tagits till övrig vegetationshöjd. Under den andra fältundersökningen inventerades rutan med avseende på larvförekomst av *P. apollo* och genomfördes i soligt väder med en lufttemperatur omkring 20 °C. Vid tredje besöket undersöktes förekomsten av nektarväxter i storrutan (olika arter av *Cirsium* släktet, *Centaurea jacea* och *Epilobium angustifolium*).

2.1.3 Värdväxter

Förekomsten av värdväxterna för larver, *S. telephium* och *S. album* inventerades vid första fältundersökningen i tio stycken smårutor av storleken 0,5*0,5 m. Rutorna markerades med hjälp av tumstockar. För *S. telephium* räknades antalet stjälkar och för *S. album* beräknades den beväxta arean inom den markerade rutan. Medelvärde för antal funna stjälkar beräknades för varje lokal och användes som mått för mängd kärleksört. Smårutorna placerades på ställen där värdväxter hittades i storrutan. På flera platser kunde färre än tio smårutor placeras ut då värdväxter saknades helt eller delvis. Antal smårutor med värdväxt användes därför som ett mått på spridningen av värdväxter inom storrutan.

2.1.4 Omgivande natur - isolering

Som ett mått på lokalernas isoleringsgrad och tillgänglighet för den vuxna apollofjärilen gjordes en bedömning av platsernas omgivning i GIS. Utifrån storrutornas mittpunkt skapades i ArcMap en buffertzona med en radie på 450 m. Inom denna buffert markerades skog utifrån terrängkartan (Metria, 2010). Då skog ansågs ha en isolerande effekt och därmed vara en negativ faktor, markerades även hållmark belägen inom skogsområden. Hållmarker kan inte betraktas som uppvuxen skog utan ger upphov till öppna ytor och ansågs därför vara en positiv faktor. Andel area betecknad som skog respektive hållmark inom buffertzonen beräknades därefter.

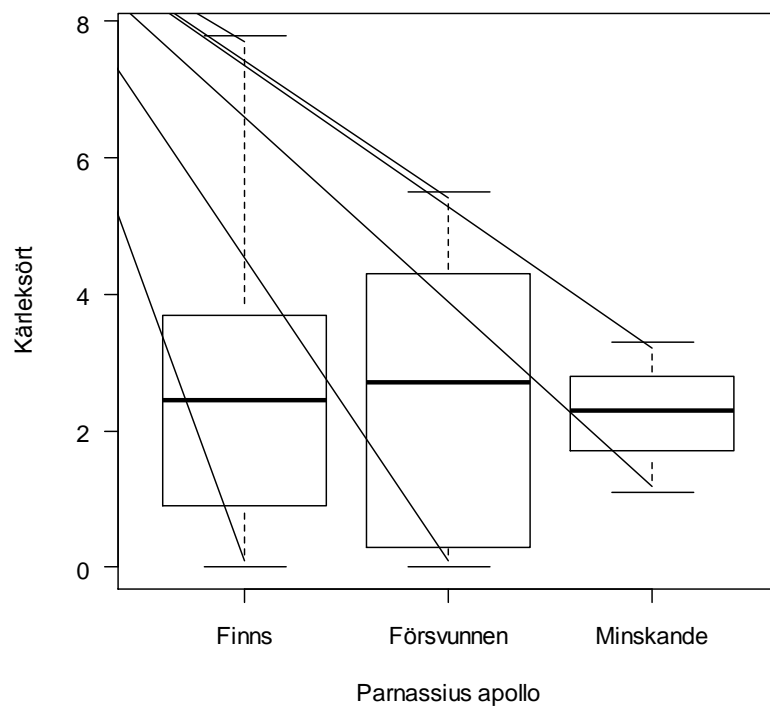
2.1.5 Statistik

Alla statistiska beräkningar utfördes i programvaran R 2.11.1. Vid de statistiska testerna så sattes klassningen av område som förklaringsvariabel och den undersökta faktorn som responsvariabel. Detta är egentligen bakvänt då den undersökta faktorn rimligtvis är förklaringsvariabel till fjärlens förekomst. Dock så underlättar detta förfarande de statistiska testerna genom att områdets klassning är en kategorisk variabel och den undersökta faktorn är kontinuerlig. Denna omvända analysstrategi bedömdes ge högre statistisk kraft och samtidigt utan risk för felaktiga slutsatser på grund av val av responsvariabel. De tester som använts är Kruskal-Wallis test och ANOVA. För att kontrollera att resultaten inte blir felaktiga på grund av det låga antalet replikat i experiment gruppen med minskad förekomst av apollofjäril så gjordes ett test där jag slog ihop de två grupperna starkt minskande och försvunnen. Testerna utförts med endast två grupper, finns och försvunnen/minskande. Denna analys gav inte upphov till några skillnader i resultaten jämfört med analysen av förklaringsvariabeln med tre grupper och redovisas därför inte.

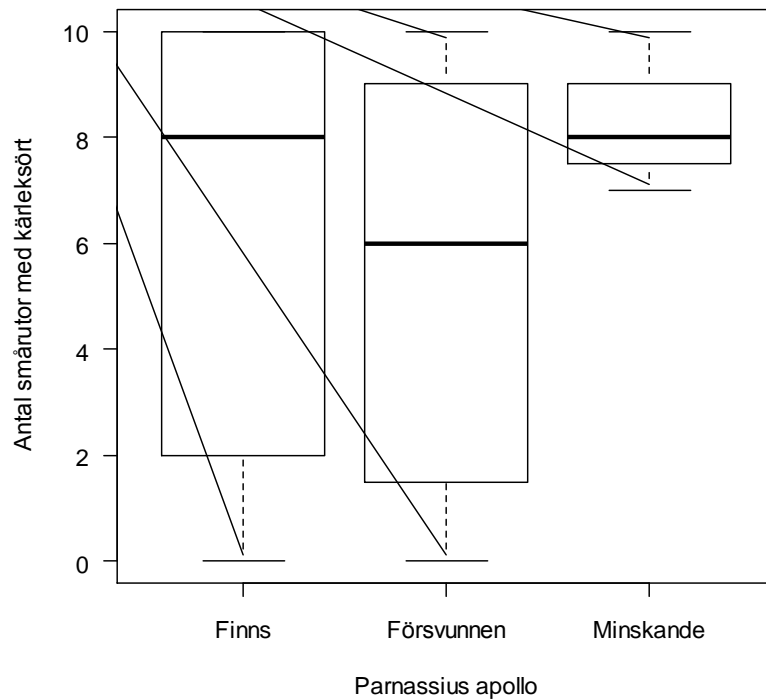
3 Resultat

3.1.1 Förekomst av värdväxter

Det finns inte någon signifikant skillnad av den generella förekomsten av *Sedum telephium* i områden där apollofjärilen idag förekommer och mellan områden där fjärilen försvunnit eller starkt minskat (figur 4). På områden där fjärilen försvunnit finns hållmarker med rik förekomst av växten likväl som det saknas eller bara finns ett fåtal *S. telephium* på flera hållmarker där den idag förekommer.



Figur 4. Boxplot för medianvärden av mängden kärleksört (antal stjäklar/lokal) mellan de olika områdena. Resultat Kruskal-Wallis test: Medianvärde Finns = 2,45, Försvunnen = 2,70, Minskande = 2,30, $df = 2$, Chi två = 0,1434, p -värde = 0,9308

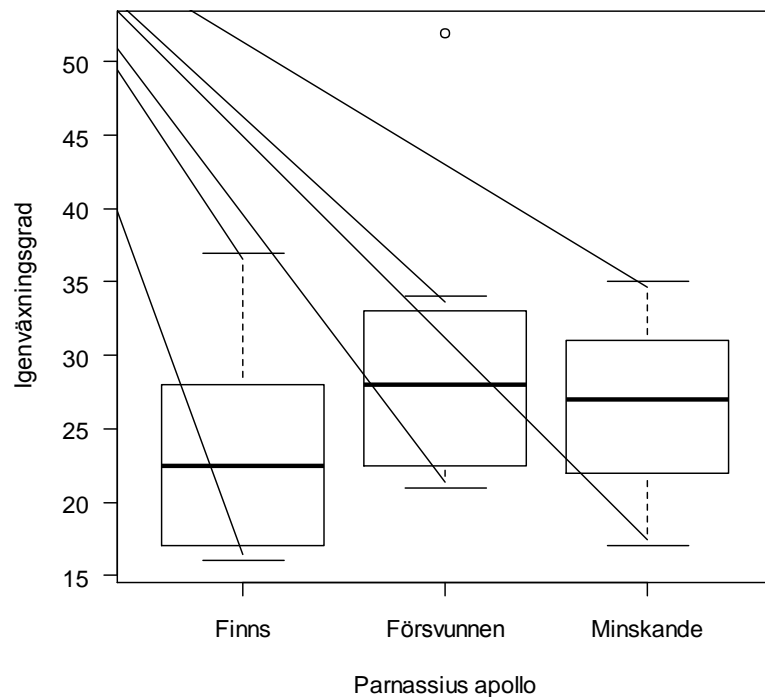


Figur 5. Boxplot för medianvärden av kärleksörtens spridning (antal smårutor med kärleksört/lokal). Resultat Kruskal-Wallis test: Medianvärde Finns = 8, Försvunnen = 6, Minskande = 8, $df=2$, Chi två = 0,9076, p-värde = 0,6352.

Gällande *S. album* så förekom denna art på för få lokaler för att kunna jämföras med avseende på area inom smårutorna. Däremot gjordes en jämförelse där den ingick i antalet smårutor med värdväxt inom storrutorna. Inte heller då kunde några signifikanta skillnader påvisas.

3.1.2 Igenväxningsgrad

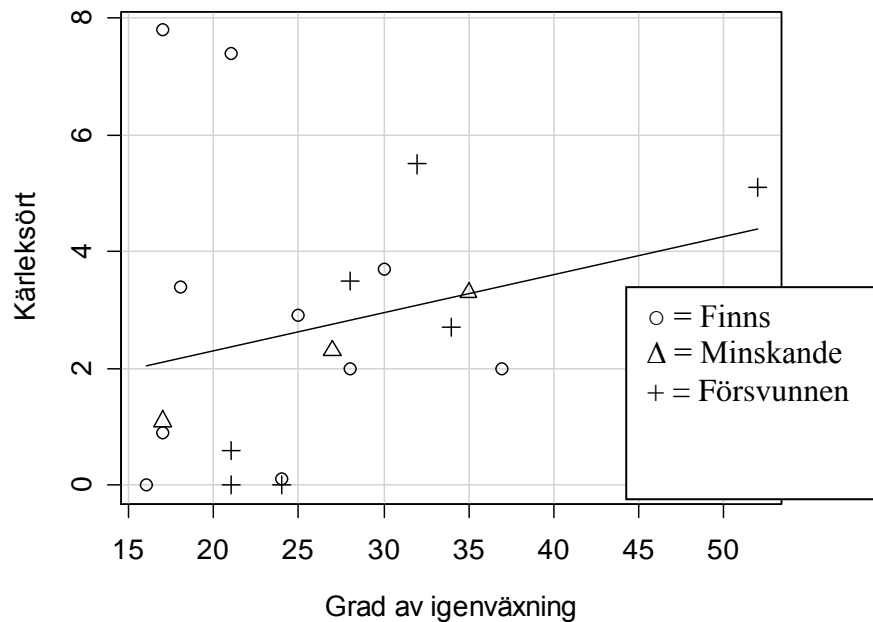
Ingen signifikant skillnad fanns i antal träd och buskar >1 m i storrutorna mellan de undersökta områdena (figur 6).



Figur 6. Boxplot för medianvärden av igenväxningsgrad (antal träd och buskar >1m/lokal) i de olika områdena. Resultat Kruskal-Wallis test: Medianvärde Finns = 22,5, Försvunnen = 28,0, Minskande = 27,0, $df = 2$, $Chi\ två = 2,074$, $p\text{-värde} = 0,3545$.

Spridningen är stor i samtliga områden och det går inte att dra några säkra slutsatser om resultatet är beroende på för få replikat eller om det är så att ingen skillnad föreligger. Medianvärdet för antal träd och buskar > 1m är lägst i områden där *P. apollo* finns så det motsäger inte hypotesen om att igenväxning av hållmarker är negativt för fjärilsarten.

Graden av igenväxning hade heller ingen effekt på mängden kärleksört (figur 7).

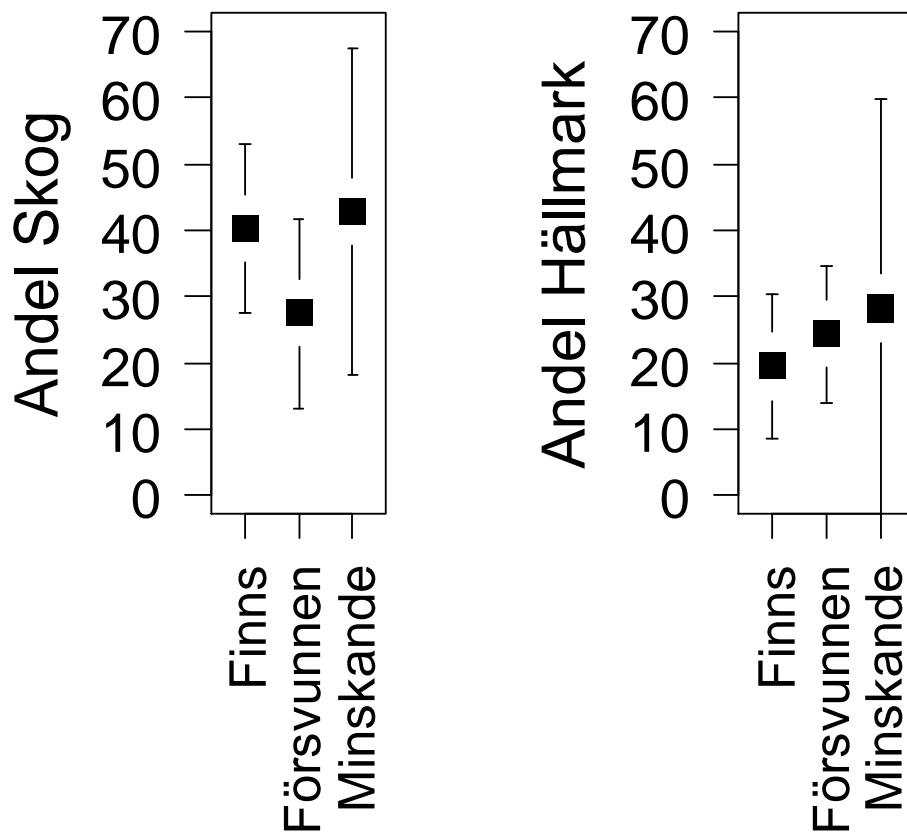


Figur 7. Medelvärde av antal stjälkar av *S. telephium*, i korrelation till antalet buskar och träd >1 m och områdets klassning. Resultat: Effekt av igenväxningsgrad $df = 1$, F -värde = 1,7203, p -värde = 0,2082. ANOVA test regressionsskillnad mellan områdena $df = 2$, F -värde = 0,4796, p -värde = 0,6277

Hypotesen var att *S. telephium* skulle påverkas negativt av en ökad igenväxningsgrad men det finns ingen signifikant trend alls. Skillnaderna mellan de olika områdena är obetydlig och man kan se att spridningen är mycket stor, speciellt för områden där fjärilen idag finns.

3.1.3 Omgivning - isolering

Resultatet av lokalernas omgivning visade inte heller på några signifikanta skillnader mellan områdena (figur 8).



Figur 8. Andel skog respektive hällmark inom ett område med 450 m radie från inventeringsplatsen i de olika områdena. Resultat ANOVA test- Andel skog: Medelvärde Finns = 40,25440%, Försvunnen = 27,49819%, Minskande = 42,82914%, $df = 2$, F -värde = 1,5877, p -värde = 0,2333. Andel hällmark: Medelvärde Finns = 19,52458, Försvunnen = 24,41955, Minskande = 28,27907, $df = 2$, F -värde = 0,5766, p -värde = 0,5724.

Andelen skog och hällmark varierade i mycket stor omfattning framförallt området där fjärilen minskar. Det som kan konstateras är att en hög andel skog i omgivningen inte verkar vara någon avgörande negativ faktor för förekomsten av *P. apollo*. Inte heller verkar en hög andel hällmark i omgivningen vara en avgörande positiv faktor.

3.1.4 Förekomst av larver

Larver av *P. apollo* hittades på endast tre lokaler i områden där fjärilen idag finns. Detta gör att antalet replikat är litet och att alla nedanstående jämförelser görs mot samtliga övriga lokaler, även övriga lokaler som ligger i områden där fjärilen idag finns. Således bör resultaten

tolkas med försiktighet och frångår syftet med undersökningen där skillnader mellan de olika områdena skulle studeras. Dock kan det ändå vara intressant att se vilka faktorer som verkar ha störst betydelse för larvförekomst.

Mängden kärleksört på lokalerna där larver fanns hade ett medianvärde av 3,4 stjälkar jämfört med 2,0 på övriga lokaler. Kruskal-Wallis test gav att ingen signifikant skillnad fanns mot övriga lokaler ($df = 1$, $\chi^2 = 2,3646$, p -värde = 0,1241). Noterbart är däremot att de inventeringsplatser som larver återfanns på hade samtliga *S. telephium* i sådan spridning att det fanns 10 smårutor innehållande växten. Detta innebar en knapp signifikant skillnad mot övriga lokaler som hade ett medianvärde på 6 (Kruskal-Wallis test: $df = 1$, $\chi^2 = 3,8969$, p -värde = 0,04838).

Igenväxningsgraden var inte signifikant skild från övriga lokaler. Antal träd och buskar > 1 m hade ett medianvärde på 18 där larver hittades jämfört med 27 på övriga lokaler. Kruskal-Wallis test gav resultatet $df = 1$, $\chi^2 = 1,764$, p -värde = 0,1841. Den mest framträdande skillnaden verkade däremot föreligga i omgivningens andel av skog. De lokaler där larver hittades hade en påfallande stor andel skog i omgivningen. Ett ANOVA test gjordes med följande resultat: Medelvärde andel skog, larvförekomst = 58,80414 (+/-16,91379), övriga lokaler = 32,18272 (+/-13,39431), F -värde = 9,4489, $df = 1$, p -värde = 0,006542. Det motbevisar klart min hypotes om att en hög andel skog i omgivningen skulle vara en negativ faktor.

3.1.5 Förekomst av nektarväxter

Antalet nektarväxter inom storrutorna var också så lågt att inga jämförelser kunde göras. Endast att fåtal nektarväxter fanns på två lokaler i område där *P. apollo* försvunnit och en lokal där den idag förekommer. Detta tyder på att nektarväxterna sällan växer i direkt anslutning till värdväxterna. För att jämföra nektarväxternas förekomst och betydelse så behöver ett större område undersökas, de storrutor jag använt mig av täcker en alltför liten area.

4 Diskussion

Det kan konstateras att resultaten från undersökningen inte visar några signifikanta skillnader mellan områdena i vare sig antalet värdväxter, igenväxning, nektarväxter eller omgivande naturtyp. Dock ger detta upphov till nya frågeställningar och förhoppningsvis kan undersökningen ändå ge vissa intressanta indikationer för god förvaltning av marken där fjärilen finns.

Angående förekomsten av kärleksört så kan det ses som positivt för fjärilens bevarande att det inte finns någon skillnad i förekomst mellan områdena. Det innebär att denna faktor inte är avgörande för en återetablering av arten. Resultaten från lokalerna där larver hittades pekar på att kärleksörten bör vara spridd över en stor yta. Detta verkar vara av större betydelse än medelvärdet för antalet själkar och stämmer också väl överens med beteendet att honan lägger sina ägg lite ovårdat, och larvernas brist på luktsinne (Fred & Brommer 2010). En spridning av värdväxter över ett större område skulle i så fall vara av större betydelse än att värdväxterna förekommer i stort antal men på begränsad yta. För att säkerställa detta resultat behövs fler undersökningar och framförallt identifikation av lokaler där fjärilshonan lägger ägg och som leder till lyckad reproduktion. Sådana lokaler är ytterst viktiga att skydda från exploatering eller förändrad markanvändning.

Igenväxningsgraden visade sig inte ha effekt på förekomsten av kärleksört. Även om *S. telephium* inte påverkas negativt av en ökad igenväxning av träd och buskar så kan det påverka *Parnassius apollo* på ett negativt sätt. Mikrohabitatet har stor betydelse och larven söker sig till varma ytor när lufttemperaturen är svalare (Ashton, Gutiérrez & Wilson 2009). Om det är för mycket träd och buskar så försämras möjligheten till solinstrålning, vilken är nödvändigt för att larven skall kunna utvecklas. Därför skulle det vara intressant med en utökad undersökning gällande denna faktor. För även om denna undersökning inte finner någon skillnad mellan områdena så kan specifikt viktiga lokaler för artens reproduktion gått förlorade i områden där den försvunnit p.g.a. igenväxning. Något som också tyder på att igenväxning kan vara en betydande faktor är det relativt låga antalet träd och buskar > 1m som fanns på lokalerna där larver hittades (medianvärde 18). Även om detta värde inte signifikant skiljer sig från övriga lokaler så var det ingen lokal i området där fjärilen är försvunnen som har så låg igenväxningsgrad (figur 6).

Andelen skog i hållmarkernas omgivning verkar ha betydelse för larvförekomsten men i motsatt riktning till min hypotes. En stor andel skog hade en positiv effekt och inte den isolerande inverkan som jag trodde. Verkligheten är betydligt mer komplicerad än vad denna enkla undersökning försökte påvisa. Gällande undersökningens utformning så har endast hänsyn tagits till hur stor andel av arean i buffertzonen omkring lokalen som klassats som skog respektive hållmark. Ingen hänsyn har tagits till hur arean av skogen/hållmarken var distribuerad inom buffertzonen eller den resterande areans naturtyp som kan bestå av såväl vatten som annan mark. Således är det en mycket begränsad undersökning av lokalernas omgivning och skulle kunna kompletteras med betydligt fler faktorer.

Hur spridningen av nektarväxterna ser ut i områdena är också av vikt att undersöka vidare. De provrutor jag använde i undersökningen, 25m*25m, är alldeles för små för att kartlägga förekomsten av nektarväxterna. Speciellt viktigt är det att säkerställa en god tillgång av nektarväxter i närheten av lokaler med goda förutsättningar för larvernans utveckling. Studerar man inrapporterade observationer av adulta fjärilar i Artportalen så ser man ofta många observationer längs med vägkanter. Detta kan bero på att det är där människor rör sig och därmed också ser fjärilen, men också på att vägkanter med sandig, öppen mark ofta är en lämplig växtplats för många nektarväxter. Jag kan tänka mig att vägkanter kan spela en viktig roll för artens spridning till andra områden. Därmed är det också viktigt att vägkanterna inte slås vid fel tidpunkt så att en viktig resurs för fjärilen försvinner.

Vidare skulle det vara intressant att göra en fördjupad undersökning om kalkstenens betydelse, t.ex. att analysera halten Cd i *S. telephium* växande på Muskö, Yxlö och Herrön respektive Stora Vika, Utö och Ålö. Detta för att se om kalkstensberggrunden har en buffrande effekt och om halten tungmetaller kan vara av betydelse för apollofjärilens försvinnande. Om det föreligger en skillnad i koncentrationen tungmetaller i värdväxten är detta också viktig information då det kan förhindra en återetablering av arten på Herrön, Yxlö och Muskö från omgivande populationer (Fred & Brommer 2005). En återetablering på dessa öar skulle vara intressant då det skulle kunna innebära en länk mellan populationerna i Stora Vika och Utö/Ålö. Ett genetiskt utbyte skulle kanske kunna förbättra chanserna för överlevnad.

Kalkstensberggrunden kan också ha betydelse för förekomsten av vit fetknopp, *Sedum album*. Även om larven i dagsläget verkar livnära sig på *S. telephium* så är det inte uteslutet att *S. album* kan fungera som reservföda. Ashton, Gutiérrez & Wilson har sett att larven kunnat anpassa sig i val av värdväxt (2009). Därför skulle apollofjärilen ha en möjlighet att överleva på platser med *S. album* under år med väderförhållanden som missgynnat *S. telephi-*

um. På norra Ornö finns dock kalkstenshällar, så abiotiska faktorer såsom halten tungmetaller eller tillgången på *S. album* borde inte spela någon roll för minskningen av apollofjäril. Intressant är att hällmarker med stort antal värdväxter i områden där *P. apollo* finns saknade larver. Därför vore det intressant att undersöka predatorernas roll, dels predatorer av *S. telephium* men också predatorer av larver. Ingen hänsyn har tagits till möjliga predatorer i denna undersökning men på vissa lokaler har det varit tydligt att kärleksörten betats. Predatorer av såväl växt som larv skulle kunna vara en orsak till att larver saknas på dessa platser.

5 Slutsatser

Sammanfattningsvis så har undersökningen inte kunnat finna någon faktor som kan förklara apollofjärilens försvinnande från vissa områden i Stockholms läns södra delar, såsom Muskö, Yxlö eller minskning på norra Ornö. *Sedum telephium* finns generellt i samma utsträckning på hållmarker i områden där fjärilen försvunnit ifrån som där den finns idag, och verkar inte vara en avgörande faktor i den minskande utbredningen. Hållmarker med en god spridning av kärleksört är dock mycket viktiga för arten. För en god markförvaltning bör sådana platser studeras noggrannare med avseende på omgivning och hur tillgången på nektarväxter ser ut samt skyddas från förändrad markanvändning.

En ökad igenväxning kan ha en betydelse även om denna undersökning inte fann några skillnader mellan områdena. Det verkar inte vara ett hot mot förekomsten av värdväxter men kan ändå påverka larvernans utveckling negativt då de är i stort behov av solinstrålning. De lokala förekomsterna av nektarväxter behöver kartläggas ytterligare då de sällan visar sig förekomma på samma platser som värdväxter. Ett större område behöver undersökas för att få resultat. Även den enkla undersökningen av lokalernas omgivning tyder på att en mer helhets-täckande landskapsbild behövs då en hög andel skog inte alls verkar ha en negativ inverkan på förekomsten av larver utan snarare tvärtom.

Slutsatsen är således att samspelet mellan olika faktorer som styr en lyckad etablering av apollofjärilen är en mycket mer komplicerad process än vad frågeställningarna i denna uppsats kunnat förklara. För en bra markförvaltning krävs mer lokal kunskap om fjärilens och larvens resurser men också om de abiotiska faktorerna. Även om apollofjärilens ekonomiska nytta eller betydelse för ekosystemet inte är klarlagd, så vore det en stor estetisk förlust om den försvann. Förutom egenvärdet arten har så är det en sann upplevelse för oss människor att se denna stora, vackra fjäril flyga. Därför anser jag att det vore intressant med en satsning på bevarandet av denna art där den finns och kanske även insatser för att möjliggöra en återetablering i de områden den idag försvunnit från.

6 Tack

Slutligen så vill jag tacka alla som hjälpt mig med denna uppsats och då speciellt:

Göran Palmqvist, Tim Gibran och Marianne Fred för information om apollofjärilen.

Patrik Dinnézt för all hjälp med statistik och upplägg av undersökningen.

Eva Hedenström för oändligt stöd och hjälp med korrekturläsning.

7 Referenser

ArtDatabanken, 2009. Uttag av observationsuppgifter från Artportalens observationsregister. < <http://www.artportalen.se/bugs/default.asp> > (2009-12-15)

ArtDatabanken, 2010. Artfaktablad om *Parnassius Apollo*, apollofjärilen. < http://snotra.artdata.slu.se/artfakta/SpeciesInformationDocument/Parnassius_Apollo_101509.pdf > (2011-01-18)

Ashton S., Gutiérrez D., och Wilson R.J., 2009. Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: implications for species responses to climate change. *Ecological Entomology*, vol. 34: 437-446

Björklund J., Limburg K.E., och Rydberg T., 1999. Impact of production intensity on the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: an example from Sweden. *Ecological Economics*, vol. 29: 269-291

Campbell N.A., Reece J.B., Urry L.A., Cain M. L., Wasserman S.A., Minorsky P.V. och Jackson R.B., 2008. *Biology*. 8th edition. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco

Duelli P., 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 62:81-91

Brommer J.E och Fred M.S., 1999. Movement of the Apollo butterfly *Parnassius apollo* related to host plant and nectar plant patches. *Ecological Entomology*, vol. 24:125-131

Fred M.S., och Brommer J.E., 2005. The decline and current distribution of *Parnassius apollo* (Linnaeus) in Finland; the role of Cd. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 42: 69-79

Fred M.S., O'Hara R.B. och Brommer J.E., 2006. Consequences of the spatial configuration of the resources for the distribution and dynamics of the endangered *Parnassius apollo* butterfly. *Biological Conservation*, vol. 130:183-192.

Fred, M.S., och Brommer J.E., 2009. Resources influence dispersal and population structure in an endangered butterfly. *Insect Conservation and Diversity*, vol. 2:176-182.

Fred M.S., och Brommer J.E., 2010. Olfaction and vision in host plant location by *Parnassius apollo* larvae: consequences for survival and dynamics. *Animal Behaviour*, vol. 79:313-320

Janzon L-Å., 2010. Mer om apollofjäril. <

<http://www.nrm.se/sv/meny/faktaomnaturen/djur/insekterochspindeldjur/fjarilar/fjarilarijuli/fjarilarjuli/apollofjaril/meromapollofjaril.128.html> > (2010-04-13)

Krok Th.O.B.N. och Almqvist S., 2004. *Svensk flora. Fanerogamer och ormbunsväxter*. 28:e upplagan. Liber AB, Falköping

MA, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*.

< <http://www.maweb.org/documents/document.354.aspx.pdf>. > (2011-01-19)

Metria, 2010. Översiktskarta, terrängkartor och ortofoton.

< <https://butiken.metria.se/digibib/index.php> > Beställda under december 2009 – mars 2010

Mossberg B., och Stenberg L., 2003. *Den nya nordiska floran*. Wahlström och Widstrand, Tangen

Naturhistoriska riksmuseet, 2000. Den virtuella floran, kärtistel *Cirsium palustre*.

< <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/astera/cirsi/cirspal.html> > (2010-10-12)

Naturvårdsverket, 2010. Rapport 6389, Konventionen om biologisk mångfald och svensk naturvård. Sammanfattning av Sveriges fjärde nationella rapport till sekretariatet för konventionen om biologisk mångfald. < <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-6389-4.pdf> > (2010-01-20)

Palmqvist G. och Björklund J-O., 2007. Apollofjärilens förekomster och status i Stockholms skärgård och norra Upplandskusten (Stockholms och Uppsala län). Rapport till Skärgårdsstiftelsen och Länsstyrelsen i Stockholms län.

SGU, 2009. Berggrundskartor. < <http://maps2.sgu.se/kartgenerator/sv/maporder.html> > (2009-12-15)

Sveriges Nationalatlas, 2010. Stockholm - Mälardalen. < <http://www.sna.se/webbatlasgis/> > (2011-01-18)

Townsend C.R., 2008. *Ecological Application toward a sustainable world*. Blackwell Publishing Ltd, Singapore