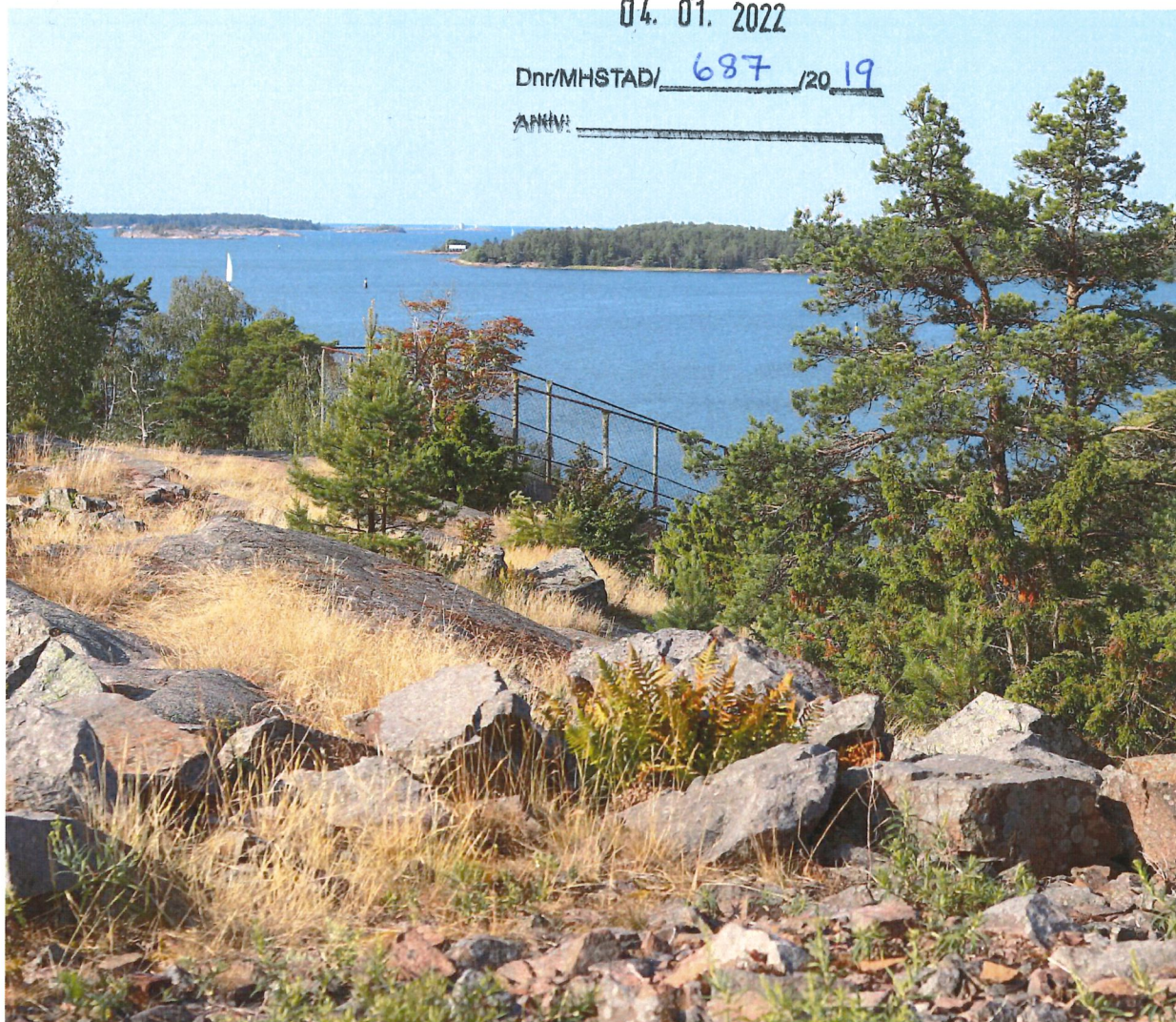


04. 01. 2022

Dnr/MHSTAD/ 687 /2019

ANM: _____



December 2021

Ekologiska samband i Mariehamn

Med fokusarterna: Tofsmes, ängsnätjäril och pollinerare

: EKOLOGI GRUPPEN

Beställning: Mariehamns stad

Framställt av: Ekologigruppen AB

www.ekologigruppen.se

Telefon: 08-525 201 00

Slutversion: 2021-12-22

Uppdragsansvarig: Jesper Arnström

Medverkande: Emanuel Vogel och Anna Maria Larson

Foton: Om inget annat anges: Ekologigruppen AB

Illustrationer och kartor: Ekologigruppen AB

Bild på framsidan från Mariehamns stad

Innehåll

Sammanfattning	4
Ordlista	5
Inledning och bakgrund	6
Syfte	6
Bakgrund	6
Grön infrastruktur	7
Om ekologiska spridningssamband	8
Ett landskapsperspektiv på biologisk mångfald	8
Behov av spridning för resursutnyttjande	9
Ett sammanhållet habitatnätverk	10
Ett landskapsperspektiv i planering & förvaltning	11
Ekologiska spridningssamband i Mariefhamn	12
Beskrivning av landskapet	12
Fokusarter och utredningsområde	12
Metodbeskrivning för spridningsanalyser i GIS	13
Val av fokusarter och utredningsområde	13
Kartläggning av livsmiljöer och mellanliggande landskap	14
Uppbyggnad och körning av nätverksanalys	15
Tolkning av analysresultat	16
Tofsmes i gammal barrskog	17
Ekologi	17
Kartläggning av habitatnätverk	18
Resultat	19
Habitatnätverket	19
Ängsnätfjäril	22
Ekologi	22
Kartläggning av habitatnätverk	23
Resultat	24
Habitatnätverket	24
Pollinerare	27
Ekologi	27
Kartläggning av habitatnätverk	28
Spridningsavstånd	28
Resultat	29
Habitatnätverket	29
Referenser	33

Sammanfattning

Ekologigruppen har på uppdrag av Mariehamns stad utrett spridningssambanden för fokuserterna tofsmes i barrskogsmiljöer, ängsnätfjäril i ängsmiljöer och artgruppen pollinerare örtrika öppna miljöer. Ett spridningssamband visar hur en viss grupp av arter troligt rör sig i ett landskap, beroende på var dess livsmiljö (habitat) finns och hur lätt de har att röra sig genom olika typer av miljöer. Uppdraget syftar till att ta fram ett pedagogiskt underlag som visar de ekologiska sambanden för valda arter i Mariehamns stad. Rapporten kan användas både som ett underlag i samhällsplaneringen och i arbetet med att ta fram en grönplan för Mariehamn. Den kan även användas som underlag och stöd vid avväganden kring stadens utveckling

Landskapets sammansättning och konnektivitet är betydelsefulla faktorer för att bibehålla funktionella ekosystem, vilket i sin tur är viktigt för produktionen av ekosystemtjänster såsom pollination, reglering av skadedjur och produktion av grödor. I planeringstermer brukar det kallas för grön infrastruktur, ett nätverk av naturmiljöer och andra ”gröna och blå” ytor som utformas, brukas och förvaltas för att bevara biologisk mångfald och för att leverera en rad ekologiska, sociala och ekonomiska nyttor.

Mariehamn ligger på södra Åland. Landskapet är varierat, men domineras i huvudsak av bebyggelse. Naturen består främst av skog och hållmarker, men även parkmiljöer och jordbruksmark i utkanten av bebyggelsen. Mariehamn har vattenkontakt med Östersjön på tresidor, i öster, söder och väster. För att fånga upp en samlad bild av de ekologiska sambanden i Mariehamn genomfördes spridningsanalyser för tre fokuserter som kopplar till olika naturtyper. Utifrån spridningsanalyserna har kartor med viktiga spridningsstrukturer i Mariehamns stad tagits fram. Kartorna visar områden som är strategiskt särskilt viktiga för den sammanhållna gröna infrastrukturen för respektive fokusart, områden där spridningssambanden är starkare eller svagare, och där det ur ett strategiskt perspektiv är särskilt lämpligt med förstärkningsåtgärder.

Den samlade gröna infrastrukturen visar mönstret av grönstruktur i Mariehamn. Mönstret följer det förväntade, att grönstrukturen till största del är utbredd i de perifera delarna av staden och glesas sedan ut närmare stadskärnan. Även i staden finns dock flera sammanhängande grönområden. Dessa ska betraktas som särskilt viktiga för spridningsfunktionen hos den gröna infrastrukturen. Spridningsbilden för tofsmes och barrskogsmiljöer i Mariehamn är relativt stark som främst är koncentrerat till södra, västra och norra delar av staden. Kartan från spridningsanalysen visar förutom var det finns potentiella livsmiljöer för tofsmes i Mariehamn var det finns barrskogsmiljöer med påtagligt naturvärde eller högre. Dessa områden kan förväntas fungera bättre som livsmiljöer för tofsmes eftersom arten har relativt höga habitatkrav vad gäller skogens naturvärde. Den generella spridningsbilden för ängsnätfjäril i Mariehamn visar ett uppbrutet nätverk som främst är koncentrerat längs kusten i stadens västra del. Om syftet är att förstärka de ekologiska sambanden för ängsnätfjäril, eller för dess livsmiljöer generellt i det befintliga nätverket, bedöms de viktigaste insatserna vara att bevara och utvidga kartlagda livsmiljöer samt utveckla nya områden, företrädesvis i de delar av utredningsområdet där det finns starka eller övriga spridningssamband. Nätverket för pollinerare visar upp två större sammanhängande områden där livsmiljöerna ligger förhållandevis tätt intill varandra, mellan vilka spridningsmöjligheterna bedöms som goda. Där emellan finns förhållandevis gott om spridningskorridorer som binder samman livsmiljöer, om än i ett mer uppbrutet nätverk.

Ordlista

Fokusart

En art eller artgrupp med särskilda habitatkrav vars spridningsförutsättningar analyseras för att kartlägga ett habitatnätverk. Fokusarten kan utgöra en paraplyart för andra arter med liknande habitatkrav.

Habitatnätverk

Ett kluster av livsmiljöer för en art som är sammanbundna genom artens möjlighet att röra sig mellan dem.

Habitatvärde

Värdering av en livsmiljö som baseras på en eller flera värdefaktorer, som i sin tur återkopplar till kvaliteter i livsmiljön som är relevanta för fokusarten. Habitatvärde används för att skilja livsmiljöerna åt, varav livsmiljöer som bedömts (för arten) vara mer värdefulla tilldelats ett högre värde och vice versa.

Livsmiljö

Geografisk avgränsade områden som har de kvaliteter (naturtyp och strukturer) som fokusarten behöver för att kunna leva på platsen. Kallas även för habitat och på "nätverksanalys-språk" för patcher.

Maximalt spridningsavstånd

Det avstånd som fokusarten bedöms kunna förflytta sig i ett steg mellan två livsmiljöer under optimala förhållanden, det vill säga genom ett landskap som möjliggör spridning för fokusarten.

Metapopulation

En population där individerna är rumsligt uppdelade i skilda livsmiljöer, det vill säga de individer som ingår i ett och samma habitatnätverk, mellan vilka det förekommer ett visst utbyte av individer.

Motståndslager

Heltäckande ytskikt med marktäckesklasser i GIS, vilka tilldelas ett friktionsvärde (motstånd) som representerar en fokusarts "kostnad" att förflytta sig över den ytan. Med hjälp av motståndslagret beräknas fokusarternas förflyttningsförmåga och den mest kostnadseffektiva vägen mellan livsmiljöer kartläggs.

Motståndsviktad längd

En beräknad längd över ett motståndslager där hänsyn tagits till fokusartens möjligheter eller "kostnad" att förflytta sig över olika marktäckan. Den lägsta "kostnaden" kan vara 1 per meter, vilket medför att det motståndsviktade längden är lika stor som den faktiska längden. Om "kostnaden" däremot är 2 per meter motsvarar den motståndsviktade längden halva den faktiska längden.

Ett synonymt begrepp är effektivt spridningsavstånd.

Population

Alla de individer av en art som finns i ett område.

Spridningslänk

Term för de linjer som produceras i samband med spridningsanalysen och som representerar den "billigaste" spridningsvägen mellan två livsmiljöer med hänsyn till motståndslagret och således ett spridningssamband.

Stepping stones

Livsmiljöer som till följd av sitt strategiska läge utgör viktiga knutpunkter i nätverket. Dessa knutpunkter behöver inte ha högt habitatvärde.

Subpopulation

Del av metapopulation som förekommer i en eller enstaka närliggande livsmiljöer i habitatnätverket.

Viktiga livsmiljöer

Livsmiljöer som enligt analysberäkningarna (som beaktar habitatkvalitet och centralitet i nätverket) är av särskild betydelse för konnektiviteten i det nätverk som analyserats.

Viktiga spridningskorridorer

Med utgångspunkt från analysresultaten identifieras de viktigaste spridningskorridorerna i nätverket. De representerar spridningssambanden mellan de viktigaste livsmiljöerna och knutpunkterna (stepping stones) i nätverket.

Värdefaktor

En parameter som återspeglar de kartlagda livsmiljöernas kvaliteter för arten och som används för att bedöma livsmiljöernas individuella habitatvärde.

Inledning och bakgrund

Syfte

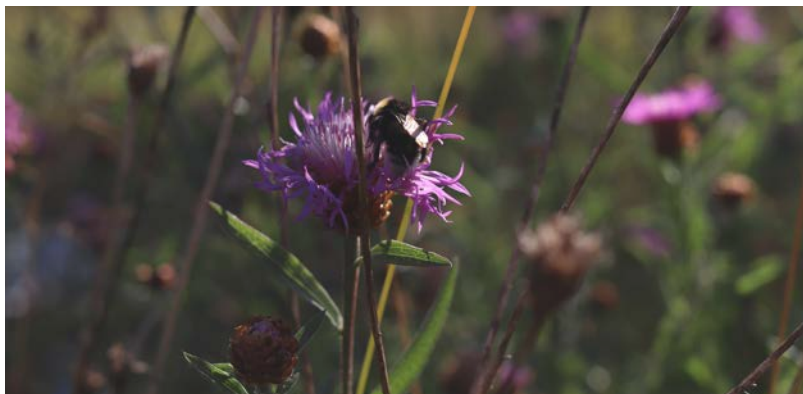
Ekologigruppen har på uppdrag av Mariehamns stad utrett spridningssambanden för tre fokusarter med koppling till tre olika naturtyper och med skilda krav på sina livsmiljöer. Genom att utföra spridningsanalyser för flera naturtyper erhålls en mer samlad bild av stadens gröna infrastruktur.

Uppdraget syftar till att ta fram ett pedagogiskt underlag som visar de ekologiska sambanden för valda arter i Mariehamns stad. Rapporten kan användas både som ett underlag i samhällsplaneringen och i arbetet med att ta fram en grönplan för Mariehamn. Den kan även användas som underlag och stöd vid avväganden kring stadens utveckling samt som ett komplement i planering och skötsel av naturområden.

Bakgrund

Den biologiska mångfalden i våra landskap hotas av att arters livsmiljöer minskar till ytan eller försvinner helt, att kvaliteten på livsmiljöerna försämras, men även till följd av att befintliga livsmiljöer isoleras från varandra, till exempel genom förtätning av städer. För att bibehålla den biologiska mångfalden på sikt krävs ett variationsrikt landskap bestående av olika naturtyper. Detta skapar utrymme för en mångfald av arter och en genetisk variation, vilket är en förutsättning för livskraftiga populationer. Det krävs också att de ekologiska sambanden i landskapet (konnektiviteten) upprätthålls för att möjliggöra utbyte av individer mellan livsmiljöer inom en population. Arters möjlighet att förflytta sig till och mellan lämpliga livsmiljöer i landskapet behöver vara god, vilket innebär att dessa livsmiljöer behöver finnas på lagom avstånd från varandra.

Landskapets sammansättning och konnektivitet är betydelsefulla faktorer för att bibehålla funktionella ekosystem, vilket i sin tur är viktigt för produktionen av ekosystemtjänster såsom pollination, reglering av skadedjur och produktion av grödor.



Öppna marker med örtrikedom är värdefulla för den biologiska mångfalden

Grön infrastruktur

Grön infrastruktur definieras av svenska naturvårdsverket som ett nätverk av naturmiljöer och andra ”gröna och blå” ytor som utformas, brukas och förvaltas för att bevara biologisk mångfald och för att leverera en rad ekologiska, sociala och ekonomiska nyttor (det vill säga ekosystemtjänster), inklusive att bidra till klimatanpassning.

Grön infrastruktur är alltså mångfunktionell och sträcker sig över både stad och land, men har delvis olika funktion på landsbygd och i städer eftersom förutsättningarna skiljer sig. På landsbygden kan det i högre utsträckning avse bevarande och förstärkning av naturmiljöer medan det i staden även kan inkludera skapande av livsmiljöer till exempel genom plantering av gatuträd och anläggning av gröna tak. Arbetet med grön infrastruktur syftar till att säkerställa olika naturtyper och strukturers förekomst i landskapet och konnektiviteten mellan dem, för att långsiktigt garantera arters överlevnad och biologisk mångfald. Ur ett kommunalt perspektiv kan detta arbete göras genom att i samhällsplaneringen ge utrymme för att skydda, bevara, restaurera och återskapa livsmiljöer som kan bistå till funktionella ekosystem (Naturvårdsverket, 2012).



Figur 1. Grön infrastruktur för skog bestående av rumsligt avgränsade livsmiljöer mellan vilka arter kan sprida sig. Illustratör Kjell Ström, Naturvårdsverket.

Ett viktigt steg i arbetet med grön infrastruktur är att utreda de ekologiska sambanden som finns i ett landskap, vilket innefattar kartläggning av arters livsmiljöer och spridningsförutsättningarna mellan dem. Ett sätt att göra detta är genom spridningsanalyser. Landskapet utgörs av en mosaik av miljöer och strukturer där livsmiljöer för olika arter kan liknas vid öar omgärdade av mer eller mindre ogästvänliga områden som arterna måste ta sig igenom för att bland annat söka föda eller fortplanta sig i andra livsmiljöer. På vägen kan det finnas strukturer som underlättar förflyttning och fungerar som spridningsvägar, men det kan också finnas strukturer som utgör barriärer som försvårar arters rörelse i landskapet, som till exempel motorvägar, tät bebyggelse eller stora åkrar. Vad som är en spridningsväg och vad som är en barriär beror bland annat på artens krav på livsmiljöer samt dess förmåga att förflytta sig. Spridningsanalyserna har till uppgift att peka ut var i landskapet det finns särskilt värdefulla livsmiljöer utifrån representativa arter eller artgrupper, och var det finns särskilt viktiga spridningsvägar som binder samman livsmiljöer.

Om ekologiska spridningssamband

Ett spridningssamband visar hur en viss grupp av arter troligt rör sig i ett landskap, beroende på var dess livsmiljö (habitat) finns och hur lätt de har att röra sig genom olika typer av miljöer. Att arter har möjlighet att röra sig i landskapet är ofta avgörande för att de ska fortleva på sikt, särskilt i fragmenterade landskap där de resurser de behöver (mat, boplats, övervintringsplats) finns spridda mellan många mindre, utspridda livsmiljöer, separerade av jord- eller skogsbruk, bebyggelse och infrastruktur.

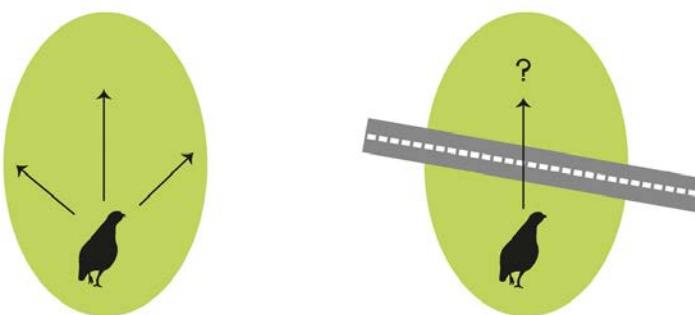
Ett landskapsperspektiv på biologisk mångfald

Inom landskapsekologi lyfts blicken och enskilda livsmiljöer ses i ett större geografiskt sammanhang. Anledningen är att fortlevnaden för populationer inom en enskild livsmiljö har visat sig bero både på livsmiljöns lokala kvalitet och på kvaliteter och struktur i det omgivande landskapet. Ett landskap består ofta av en mosaik av olika sorts miljöer inom ett avgränsat område, där en arts livsmiljöer kan ligga utspridda som öar i ett hav av mer eller mindre ogästvänliga miljöer. Hur stort ett landskap är beror på vilken art som är i fokus och på dess förmåga att röra sig och använda omgivande resurser. Inom landskapsekologi kan ett landskap beskrivas utifrån två viktiga aspekter:

- Landskapets innehåll - vilka naturtyper och vilken andel av respektive naturtyp, landskapet innehåller.
- Landskapets struktur - hur naturtyperna är inbördes, rumsligt fördelade.

Arter påverkas i många fall både av förändring av livsmiljöns yta och dess kvalitet, samt av förändringar i landskapets struktur. Försämring av livsmiljöns kvalitet kan till exempel ske via föroreningar eller igenväxning, och av minskad yta i samband med att mark tas i anspråk för exempelvis jordbruk, bebyggelse eller infrastruktur, se figur 2. I ett landskap med god tillgång till livsmiljöer för en viss art eller artgrupp, är det förlusten av sådana livsmiljöer som ger negativa effekter.

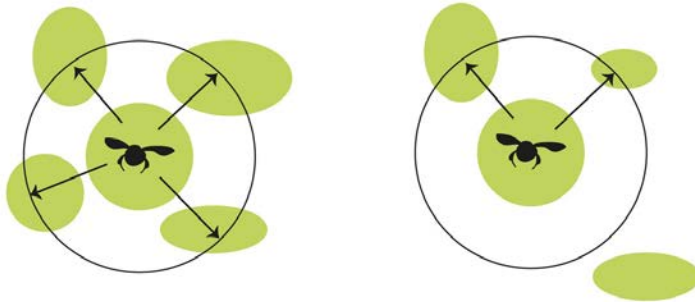
Figur 2. När ett grönområde eller naturmiljö tas i anspråk för till exempel infrastruktur krymper livsmiljön för arter knutna till den miljön. Samtidigt delas livsmiljön in i mindre delar, fragment, med försämrade konnektivitet sinsemellan. Illustratör Anna Persson, Ekologigruppen AB.



I ett landskap med liten tillgång av livsmiljöer är den rumsliga fördelningen av livsmiljöer och det mellanliggande landskapet emellan dem också viktiga faktorer. Anledningen till detta är att i ett landskap med få livsmiljöer kan individer behöva använda resurser från flera olika livsmiljöer för att överleva och reproducera sig, således förflytta sig emellan dem. Vidare kan det behöva ske en förflyttning av individer för att stärka den genetiska variationen inom populationen. I ett landskap med låg andel livsmiljöer är det snarare den rumsliga fördelningen av livsmiljöer som påverkar populationens fortlevnad, se figur 3. I ett sådant landskap blir alltså de negativa effekterna av reducerad konnektivitet, det vill säga försämrade spridningsmöjligheter mellan livsmiljöer, synliga.

Behov av spridning för resursutnyttjande

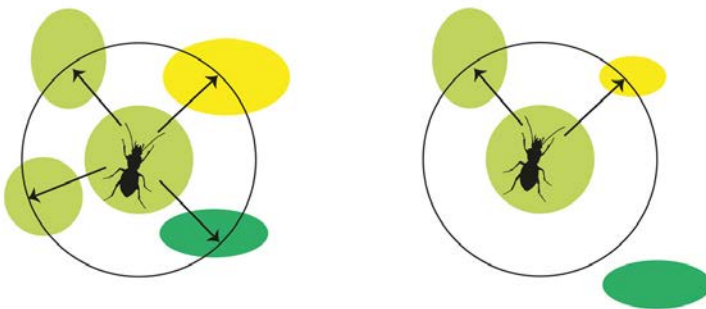
För att en organism ska överleva en hel säsong och för att fortplanta sig krävs flera olika typer av resurser. Många djurarter behöver tillgång till



Figur 3. I ett fragmenterat landskap behöver organismer ofta använda flera mindre delhabitat för att ha tillräckligt med resurser. Om delhabitaterna är för få eller för långt borta från boplatserna kan inte populationen överleva på sikt. Illustratör Anna Persson, Ekologigruppen AB.

platser som fungerar som boplatser, födosöksområden eller övervintringsområden. Olika typer av miljöer kan uppfylla olika ändamål. Landskapet bestämmer i vilken grad individer kan ta del av de resurser som finns i omgivningen och har på så sätt en stor inverkan på arters fortlevnad. För att ett landskap ska kunna försörja en population av en viss art behöver alla nödvändiga resurser finnas inom räckhåll och i tillräcklig mängd för både överlevnad och fortplantning. Många landskap är idag fragmenterade, det vill säga resurser och livsmiljöer är i högre grad spridda och isolerade i landskapet.

Om resurserna inte räcker till inom ett område kan de ibland tillgodoses genom att flera mindre områden inom landskapet utnyttjas, se figur 8. Det förutsätter att områdena ligger inom räckhåll från boet eller så långt arten kan förflytta sig och fortfarande vinna energi på utflykten. Om en livsmiljö saknar vissa viktiga resurser måste arten ge sig ut i landskapet för att hitta dessa. Det kan till exempel finnas en boplatzmiljö, men saknas en övervintringsplats eller födosökslokal inom en livsmiljö, figur 4.

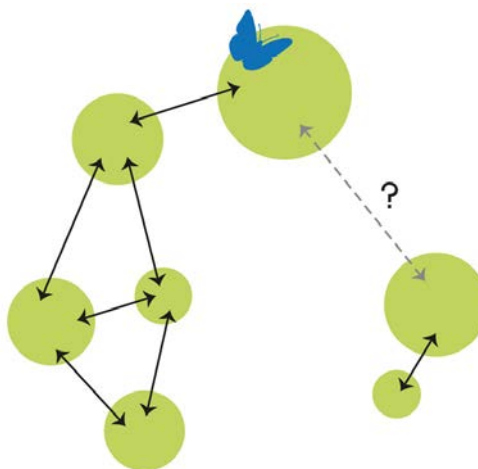


Figur 4. Fragmenterade landskap innebär att de olika typer av resurser som organismer behöver för sin fortlevnad kan finnas i olika delhabitat, t ex boplatser, mat och övervintring. Dessa måste ligga inom artens räckvidd för att kunna utnyttjas. Om vissa resurser saknas eller ligger långt borta kan inte populationen överleva i området på sikt. Illustratör Anna Persson, Ekologigruppen AB.

Ett sammanhållet habitatnätverk

Ett nätverk bestående av rumsligt avgränsade livsmiljöer, sammanbundna genom artens möjlighet att röra sig mellan dem, utgör tillsammans ett habitatnätverk. Artindivider som ingår i habitatnätverket är en del av en metapopulation (system av lokala populationer av samma art som är rumsligt åtskilda) och individerna i en enskild eller ett fåtal närliggande livsmiljöer utgör en subpopulation (en av dessa åtskilda delgrupper/undergrupper). Inom ett funktionellt nätverk finns det en möjlighet för individer att sprida sig mellan subpopulationer, se figur 5. För en metapopulation är det just spridning mellan livsmiljöer som håller populationen levande på sikt. Det är också en förutsättning för att områden ska kunna återkoloniseraras om en subpopulation dör ut. Utdöenden kan exempelvis orsakas av att miljön förändras eller förstörs, att vädret varit särskilt ogynnsamt eller helt enkelt bero på slumpen.

Arter eller individers potentiella spridning mellan livsmiljöer är även viktigt för att upprätthålla en genetisk mångfald inom populationen. Att individer sprider sig till nya delar av landskapet och sedan fortplantar sig där leder till genetisk spridning och större genetisk variation. På detta sätt minskar risken att delar av populationen blir genetiskt utarmad och därigenom mindre livskraftig. Det finns flera exempel på hur isolering lett till mindre livskraftiga populationer. Teorierna ovan tar bara hänsyn till en art åt gången, men kan översättas till att gälla hela samhällen av arter och tar då hänsyn till både lokala och regionala landskapsprocesser som påverkar biologisk mångfald i ekologiska samhällen.



Figur 5. En metapopulation är beroende av att individer kan sprida sig mellan livsmiljöer i nätverkets olika delar för att kunna överleva på sikt. Ju färre subpopulationer som är sammanlänkade desto lägre är sannolikheten att populationen överlever.
Illustratör Anna Persson, Ekologigruppen AB.

Ett landskapsperspektiv i planering & förvaltning

Många arter påverkas av effekter både på landskapsnivå och på en mer lokal nivå. För att kunna bevara biologisk mångfald även på längre sikt krävs därför att förvaltning och planering av åtgärder sker på båda dessa skalor. För detta behövs underlag som möjliggör analyser och strategiska ställningstaganden som baseras på hur föreslagna åtgärder påverkar arter på flera geografiska skalor. Även ekosystemtjänster, som i grunden är beroende av många olika organismgrupper och de processer som de medverkar till, behöver på motsvarande sätt förvaltas på flera skalor över både tid och rum.

Ekologiska spridningssamband ger en bild av hur olika artgrupper potentiellt kan utnyttja resurser och röra sig i landskapet. De kan användas som underlag för att ta hänsyn till naturtyper och arter knutna till dessa vid planering av till exempel infrastruktur och bebyggelse, men också för att rikta naturvårdsinsatser, restaurering av livsmiljöer och kompensation till de ekologiskt sett mest lämpliga områdena. På detta sätt kan spridningssamband bidra till en kostnadseffektiv naturvård. Spridningssambanden behöver givetvis kompletteras med kunskap och information om de enskilda livsmiljöernas kvalitet och lämplighet, och andra faktorer som inte går att inkludera i det underlag som ligger till grund för en spridningsanalys.



Figur 6. Strategisk planering för att skydda, bevara, restaurera och återskapa naturmiljöer och andra gröna och blå områden inom samhällsplaneringen är viktigt för att bibehålla och stärka den gröna infrastrukturen på kommunal nivå. Illustratör Kjell Ström, Naturvårdsverket.

Ekologiska spridningssamband i Mariehamn

Beskrivning av landskapet

Mariehamn ligger på södra Åland. Landskapet är varierat, men domineras i huvudsak av bebyggelse. Naturen består främst av skog och hållmarker, men även parkmiljöer och jordbruksmark i utkanten av bebyggelsen. Mariehamn har vattenkontakt med Östersjön på tresidor, i öster, söder och väster.



Figur 7. Utredningsområde Mariehamns stad

Fokusarter och utredningsområde

För att fånga upp en samlad bild av de ekologiska sambanden i Mariehamn genomfördes spridningsanalyser för tre fokusarter som kopplar till olika naturtyper. För att valet av fokusarter och naturtyper skulle vara relevanta bestämdes de i samråd med beställaren. De fokusarter och naturtyper som studerades var:

- Tofsmes i gammal barrskog
- Ängsnätfjäril i öppen gräsmark och blottad mark
- Pollinerare i öppen gräsmark, mosaiklandskap och bebyggelse med lummig karaktär

För detta uppdrag bestämdes att studieområdet för tofsmes, ängsnätfjäril och pollinerare skulle omfatta fasta Mariehamns stad samt en buffertzon på 1 kilometer. Arterna ska ses som paraplyarter för andra arter som är knutna till samma typ eller snarlika livsmiljöer.

I efterföljande delar av rapporten presenteras de enskilda habitatnätverken med mer information om urval för livsmiljöer och spridningsförutsättningar. Därefter presenteras resultaten med fokus på de generella ekologiska sambanden, eventuella brister och svagheter, samt utvecklingsmöjligheter i staden.

Metodbeskrivning för spridningsanalyser i GIS

Vid spridningsanalyser i GIS utreds de ekologiska spridnings-sambanden för fokusarter genom modellering av så kallade habitatnätverk, vilket är ett nätverk uppbyggt av livsmiljöer och spridningslänkar dem emellan. Den typ av spridning som utreds är i huvudsak spridningen mellan subpopulationer för genetiskt utbyte och etablering av nya livsmiljöer.

Modelleringsarbetet är en stegvis process med följande moment:

- Val av fokusarter och utredningsområde
- Kartläggning av livsmiljöer och mellanliggande landskap
- Uppbyggnad och körning av nätverksanalys
- Tolkning av resultat



I följande avsnitt beskrivs de skilda momenten kort.

Figur 8. Olika underlag används för att skapa ett motståndslager.

Val av fokusarter och utredningsområde

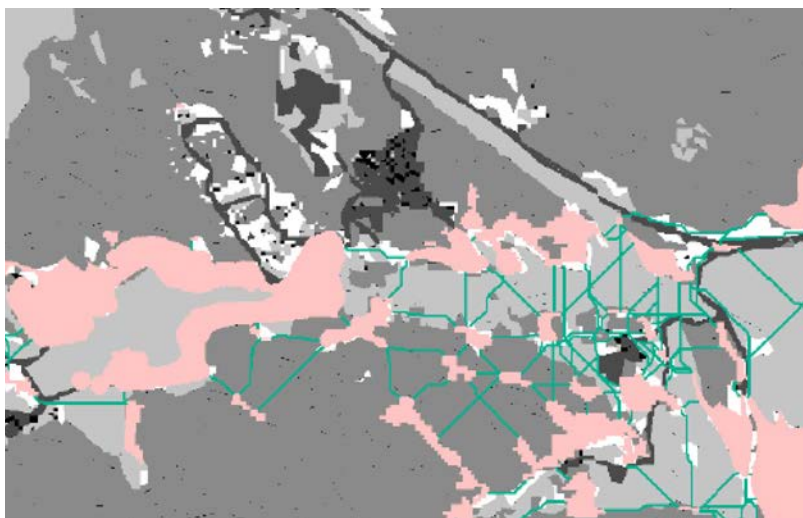
Arbetsprocessens inledande steg var att besluta vilka fokusarter som skulle studeras. Fokusarterna bör representera arter eller artgrupper som har särskilda krav på sina livsmiljöer, exempelvis specifika naturtyper, och som är relevanta för området som studeras. Valda arter bör dessutom vara arter för vilka kunskapsläget är relativt bra, framförallt rörande deras ekologiska krav och spridningsförmåga eftersom det medför mer verklighetsförankrade resultat.

För att få fram representativa resultat för de ekologiska sambanden i det område som ska studeras, i detta fall Mariehamn, utfördes analyserna över ett något större än det som efterfrågades av Mariehamns stad. Totalt tillades en kilometer utanför det område Mariehamns stad önskade analysera. På så vis erhålls en helhetsbild av de ekologiska sambanden inom området. En annan positiv aspekt av att ta till ett större analysområde är att den analysbegränsning som innebär att värdet av de livsmiljöer som ligger mot utkanten av studieområdet underskattas eftersom nätverket "tar slut", då förflyttas längre ut i analysområdet och således får liten inverkan på resultaten inom själva studieområdet. Resultaten blir då mer rätt.

Kartläggning av livsmiljöer och mellanliggande landskap

Det andra steget var att kartlägga fokusarternas livsmiljöer, vilka är de områden mellan vilka spridningssambanden analyserades. De identifierades ur befintliga underlag och GIS-analyser genom att ställa upp kriterier som återkopplade till fokusartens ekologiska krav på sina livsmiljöer. I fallet ängsnätfjäril användes befintlig data framtagen genom inventering av miljöbyrån vid Ålands landskapsregering.

Eftersom spridningsförutsättningarna genom olika miljöer skiljer sig åt för olika arter beaktades det mellanliggande landskapet i analyserna, det vill säga de områden som ligger mellan livsmiljöerna. Således erhöles resultat som i högre utsträckning återspeglar fokusarternas verkliga förflyttning i landskapet. De skilda rörelseförutsättningarna reglerades i analysen genom att definiera olika ”motstånd” för olika miljöer i det mellanliggande landskapet. Motståndet kan liknas vid fokusartens svårighet att förflytta sig genom olika miljöer på så sätt att det innebär olika förbrukning av energi eller olika hög risk. Ett högt motstånd motsvarar en hög energiförbrukning eller hög risk. I samband med spridningsanalyser benämns detta även som ”kostnad”, varvid förflyttning genom en miljö med högt motstånd kostar mer och vice versa. Som ett steg i analysprocessen skapades därför ett motståndslager, vilket var en heltäckande marktäckeskarta, utformad genom sammanfogning av flera underlag, där varje naturtyp tilldelades ett motståndsvärde som baserades på kunskap om fokusartens spridningsförmåga, se figur 9 och figur 10.



Figur 9. Färgerna i gråskala representerar olika grad av motstånd för en viss fokusart. Ju mörkare desto högre motstånd, det vill säga större barriär. Rosa ytor i kartan representerar livsmiljöer för fokusarter och gröna linjer spridningslänkar mellan dem, det vill säga spridningssamband.

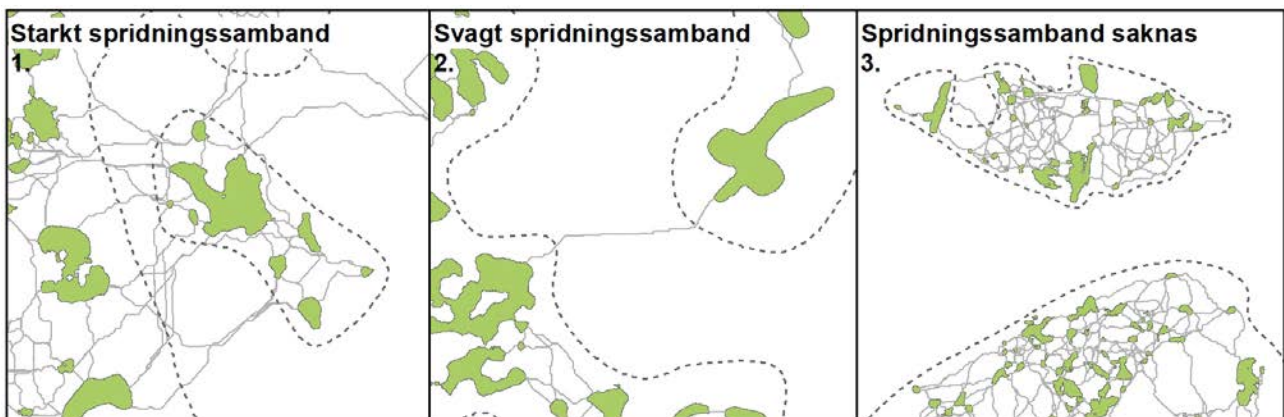
Generellt tilldelades mänskligt påverkade områden högre motstånd jämfört mot naturmark, med undantag för koloniområden och lummiga villaträdgårdar som i vissa fall bedömdes inverka positivt på spridningen. Hårdgjorda områden tilldelades ett högt motstånd, och för fokusarter som rör sig längs med marken utgjorde byggnader totalbarriärer, eftersom arterna inte kan ta sig genom dem men väl runt dem.

Även större vägar tilldelades högre motståndsvärden eftersom de kan medföra en hög risk att korsa. Som tidigare nämnts baserades motståndsvärdena på information om fokusartens ekologi. Det är dock viktigt att komma ihåg att de inte representerar absoluta värden utan relativa, och syftar till att synliggöra strukturer i omgivningen som underlättar eller hämmar spridning.

Uppbyggnad och körning av nätverksanalys

Vid nätverksanalyserna skedde två saker, dels kartlades spridningssambanden mellan livsmiljöerna och dels beräknades livsmiljöernas individuella betydelse för konnektiviteten i det samlade nätverket.

Analyserna genomfördes med hjälp av GIS-programmen Graphab (Foltête et al. 2012), Conefor Sensinode (Saura & Torné 2012) och ArcGIS. Graphab används för att skapa ett nätverk av livsmiljöer ("patches" på nätverksanalysspråk), spridningslänkar och spridningskorridorer för respektive fokusart. Vid detta moment användes motståndslagret för att beräkna spridningslänkarna och hitta de "billigaste", mest kostnadseffektiva, vägarna mellan livsmiljöerna. Den "billigaste" vägen är sällan fågelvägen, det vill säga inte den kortaste vägen, utan den väg som medför lägst förbrukning av energi och minst risk, se figur 10. För varje spridningslänk beräknades den faktiska längden och dess motståndsviktade längd, vilket representerar den summerade "kostnaden" för fokusarten att ta denna väg. För att två livsmiljöer ska räknas som teoretiskt sammanbundna får det motståndsviktade avståndet mellan dem inte överstiga fokusartens maximala spridningsavstånd. Det är den sträcka som fokusartens bedöms kunna förflytta sig under optimala förhållanden, det vill säga genom ett landskap som underlättar spridning för fokusarten. I de avseenden hämmande miljöer och strukturer förekommer i det omkringliggande landskapet, det vill säga miljöer med högre motstånd, behöver livsmiljöerna ligga betydligt närmare varandra för att spridningen ska vara möjlig. I annat fall antas det saknas spridningssamband mellan dem, likväl om det finns barriärer som helt förhindrar spridning även vid korta avstånd. Varje framräknad spridningslänk vars motståndsviktade längd understiger fokusartens maximala spridningsavstånd representerar en spridningsväg och ett samband mellan två livsmiljöer.



Figur 10. Baserat på antalet spridningslänkar och livsmiljöer som binder samman kärnområden analyserades de ekologiska spridningssambanden mellan dem. I ruta 1 finns många spridningslänkar mellan flera olika livsmiljöer mellan två kärnområdena, det vill säga det finns många alternativa vägar för fokusarten att ta, vilket representerar ett starkt spridningssamband. I ruta 2 finns det enbart en spridningslänk mellan två kärnområden, vilket representerar ett svagt spridningssamband. I ruta 3 finns saknas spridningslänkar mellan de två kärnområdena, vilket representerar att spridningssamband saknas, det vill säga det finns någon form av spridningsbarriär.

Utifrån spridningslänkarna skapas spridningskorridorer som visar olika möjliga vägar som binder samman två livsmiljöer. För att ta fram korridorer används samma maximala spridningsavstånd som för spridningslänkar för respektive fokusart.

Resultatet av nätverket analyserades vidare i Conefor Sensinode för att beräkna livsmiljöernas individuella betydelse för konnektiviteten i nätverket. Livsmiljöernas kvaliteter omvandlades till ett kvantitativt värde kallat habitatvärde, som i sin tur är en produkt av en eller flera värdefaktorer. En värdefaktor kan exempelvis vara storlek eller närhet till födosöksområden, men bör återspegla parametrar som är viktiga för fokusarten.

Tolkning av analysresultat

Utifrån nätverksanalyserna har kartor med viktiga spridningsstrukturer i Mariehamns stad tagits fram. Kartorna visar områden som är strategiskt särskilt viktiga för den sammanhållna gröna infrastrukturen för respektive fokusart, områden där spridningssambanden är starkare eller svagare, och där det ur ett strategiskt perspektiv är särskilt lämpligt med förstärkningsåtgärder. Viktiga spridningsstrukturer för den sammanhållna infrastrukturen har delats in i olika kategorier som redovisas i respektive karta. Dessa är:



- **Livsmiljöer - Rangordnade efter funktion i habitatnätverket.** Mörkare färg indikerar särskilt viktiga områden för ett funktionellt och sammanhållet nätverk, det vill säga områden som antingen fallit ut som viktiga "stepping stones" eller med högt BC-värde. Dessa områden är särskilt strategiska för habitatnätverkets funktion och är viktigare att bevara för en framtida sammanhållen grön infrastruktur.
- **Spridningslänkar.** De linjer som produceras i samband med spridningsanalysen och som representerar den "billigaste" spridningsvägen mellan två livsmiljöer med hänsyn till motståndslagret. Med hjälp av GIS kan spridningslänkarna sorteras och väljas ut efter vilket avstånd de har. Längre avstånd indikerar att länken är svagare medan kortare betyder att det finns stark koppling mellan livsmiljöerna i fråga. För att identifiera områden där det finns behov av förstärkning i ett specifikt nätverk kan svagare länkar sorteras ut. Spridningslänken indikerar då längs med vilken sträckning förstärkningsåtgärden är lämplig.
- **Spridningskorridorer.** I Graphab, utifrån spridningslänkarna, beräknas spridningskorridorer. Dessa binder samman livsmiljöer och visar möjliga spridningsvägar. Spridningskorridorerna levereras som shapefiler. Eftersom filen innehåller många överlagrade korridorer är det fördelaktigt att tilldela filen en genomskinlig färgsättning vid visualisering. Mörkare färger indikerar då var det finns starkare spridningskorridorer.
- **Förstärkningszoner.** Områden som visar var det bedöms finnas särskilt strategiska platser för att genomföra förstärkningsåtgärder i respektive nätverk. Utpekandet av förstärkningszoner utgår från en visuell tolkning av var det finns svaga samband och flaskhalsar men också var det finns möjlighet att skapa nya livsmiljöer i områden där spridningsmöjligheterna bedöms som goda men där det saknas livsmiljöer.

Ur ett strategiskt perspektiv, med syfte att bevara och skapa en effektiv grön infrastruktur för fokusarterna, är det i första hand viktigt att identifiera strategiskt viktiga livsmiljöer. De ska vara väl sammanbundna med övrigt nätverk. Det är också viktigt att identifiera väl sammanbundna spridningsstråk inom tätorten. Dessa strukturer utgör tydliga värdeområden för det funktionella nätverket och är viktiga att bevara. Svaga spridningslänkar eller spridningskorridorer eller livsmiljöer med ett högt funktionellt värde visar var förstärkningsåtgärder kan sättas in för att förbättra spridningsförutsättningarna.

Inför planering eller exploatering inom ett mindre område måste området undersökas ytterligare i fält. Det räcker alltså inte att förlita sig på resultatet av det här arbetet, utan i sådana situationer krävs en mer noggrann inventering som komplement.

Tofsmes i gammal barrskog

Tofsmes har använts som fokusart för att fånga bilden av de ekologiska sambanden för arter knutna till gammal barrskog. Tofsmesen höga kvalitetskrav på den barrskog den lever i (både avseende kontinuitet och storlek). I analysen har dock all barrskog ingått för att få en bild av den gröna infrastrukturen för naturtypen. I kartorna visas sedan områden med minst naturvärdesklass 3 för att lyfta mer troliga livsmiljöer. Tofsmes är en intressant fokusart främst tack vare dess koppling till äldre barrskog, företrädesvis tall, en naturtyp som kommit att minska i och med ett intensivt skogsbruk och exploatering. På Åland är särskilt intressant, dels eftersom tallskog är en vanligt skogstyp i regionen, och dels eftersom den påverkas negativt av fragmentering och urbanisering (Lens & Dhondt, 1994; Rodriguez et al, 2001).

Under inventeringen av Mariehamns grönstruktur (2021) har två exemplar av tofsmes påträffats i tätorten.



Tofsmes. Illustration: Ellinor Scharin

Ekologi

Tofsmesen (*Lophophanes cristatus*) är en liten tätting som tillhör artgruppen mesar. Tofsmesen är ca 10-12 cm lång och vingspannet kan mäta upp till 20 cm. Arten är knuten till äldre barrskog med död ved där den häckar i hål i stubbar och gamla murkna träd samt födosöker insekter och larver i omkringliggande skogsmark.

Tofsmes formar revir vars gränser de håller sig inom, storleken på reviren varierar dock under säsongen och påverkas av kvaliteten på skogen och populationstätheten. Under huvudparten av året går tofsmesen samman med andra småfåglar i sociala grupper, kallat meståg, som tillsammans födosöker inom ett större revir (Mörtberg et al. 2007). Under häckning minskar dock reviret för ett tofsmespar ner till några hektar för att de snabbare skall kunna röra sig fram och tillbaka till boet vid födosök (Eggers personlig kommunikation i Mörtberg et al. 2007). Storleken och kvaliteten på en livsmiljö påverkar således hur många tofsmespar som kan häcka där, samt hur många ungar de tillsammans kan föda upp. Större livsmiljöer av högre kvalitet kan antas hysa fler revir och således ge fler överlevande ungar och vice versa (Lens & Dhondt, 1994).

Studier om tofsmesens rörelse genom landskapet indikerar att den föredrar att röra sig inom skog eller utmed skogsbryn (Hansson 1994). De undviker öppna områden om avstånden överstiger några hundratal meter och de inte är i grupp (Rodriguez et al. 2001). Avstånden de förflyttar sig tycks också variera med ålder och syfte, där adulta individer sällan lämnar sina revir, medan årsungar kan förflytta sig över två kilometer i sökandet efter eget revir (Ekman 1979).



Tofsmesen trivs i barrskogsmiljöer, helst tallskog. Foto: Mariehamns stad

Kartläggning av habitatnätverk

Livsmiljöer och habitatvärdering

Områden som anses vara bra livsmiljöer för tofsmes har identifierats utifrån följande kriterier:

- Barrskog
- Barrskog, naturvärdesklass 1-3 enligt naturvärdesinventering 2021.

I barrskogsmiljöer som inte tilldelats naturvärdesklass 3 (påtagligt naturvärde) i samband med inventering uppfyller egentligen inte kriterierna som livsmiljö vad gäller kvalitet, men bedömdes ändå intressanta att inkludera för att fånga upp deras potentiella funktioner som knutpunkter för spridning. Eftersom skog i mångt och mycket är ett dynamiskt tillstånd kan de dessutom på sikt bli värdefulla som livsmiljöer för tofsmes i framtiden.

Eftersom tofsmes föredrar större sammanhängande skogar som häckningsmiljöer (Mörtberg et al 2007) uteslöts skogsområden under 1 hektar i analysen. Skogsområden under två hektar är egentligen för små, men de har fått ingå eftersom de också bedöms kunna utgöra viktiga knutpunkter för spridning mellan större och bättre lämpade barrskogar inom analysområdet.

För att bedöma livsmiljöernas habitatvärde användes area, det vill säga större områden har en högre värdefaktor som livsmiljö för tofsmes. I figur 11 visas de identifierade livsmiljöerna graderade efter habitatvärde.

Spridningsavstånd

Det maximala spridningsavståndet sattes till 2,5 kilometer, vilket bedöms representera det avstånd som årsungar kan förflytta sig i samband med sökandet efter eget revir. Därtill applicerades en sannolikhetsfaktor för lyckad spridning, vilket i detta fall var samma som för kungsfågel nämligen 50 % vid 1,25 kilometer och som därefter sjönk med ökat avstånd och motstånd och vice versa. Avstånden där sannolikheten är över 50 % representerar mer troliga spridningsvägar inte bara för tofsmes, utan även för andra mer spridningsbegränsade barrskogsarter.

De effektivaste spridningsvägarna mellan livsmiljöer kartlades genom att tilldela olika marktäckan i motståndslagret olika motståndsvärden, vilka baserades på kunskap om tofsmesens spridningsförutsättningar. Tofsmes bedömdes förflytta sig obehindrat genom barr- och blandskog, med viss svårhet genom lövskog och än mer över öppen mark och vatten. Exploaterade områden i form av större vägar och byggnader bedömdes som svåra att passera och tilldelades högre motståndsvärden.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för tofsmes redovisas i figur 11. I denna syns habitatnätverket med kartlagda livsmiljöer graderade efter funktion i nätverket, spridningssamband och förstärkningszoner i utredningsområdet.

Habitatnätverket

Resultaten från spridningsanalysen visar på ett relativt starkt nätverk av livsmiljöer. Detta indikeras av relativt många livsmiljöer och spridningssamband i kartan, se figur 11.

Livsmiljöer

Totalt identifierades 28 livsmiljöer i storleksordningen 1 – 356 hektar inom utredningsområdet. Livsmiljöerna har rangordnats efter vilken funktion de har för det sammanhållna nätverket, det vill säga hur viktiga de är för den sammanhållna gröna infrastrukturen för tofsmes. Livsmiljöer med mörkare färg är särskilt viktiga. Observera dock att små förändringar av nätverkets sammansättning kan ha en omfattande inverkan på analysens resultat.

Spridningssamband

Spridningssambandanden syns som spridningslänkar och spridningskorridorer i figur 11. Mörkare lila färg för spridningskorridorer indikerar att sambandet är starkare och att fler spridningslänkar passerar genom området. Stora kluster av lila områden indikerar ett område där livsmiljöerna är väl sammanbundna. Spridningssamband är generellt starkare i områden där tätheten av livsmiljöer är högre och där det omkringliggande landskapet domineras av barrskog.

Samlad spridningsbild

Den generella spridningsbilden för tofsmes i Mariefhamn är relativt stark men i vissa delar uppbrutet nätverk som främst är koncentrerat till södra, västra och norra delar av staden. Öarna söder om fasta Mariefhamn består till största del av barrskog. Dessa ska ses som livsmiljöer från vilka tofsmesen rör sig in de mer tätortsnära skogsmiljöerna. Ett starkt spridningssamband syns från Svinö vidare norrut till skogsmiljöerna norr om Ytternäs och Västernäs. Spridningsmöjligheterna i detta område bedöms som goda. Området kan ses som en viktig knutpunkt i den gröna infrastrukturen för arter knutna till barrskog. Från området går en spridningskorridor västerut till ett större sammanhängande skogsområde på Gregersö och kring Mörholmen. Norr om Mörholmen syns ytterligare ett spridningssamband som kopplar samman området med barrskogsmiljöer norr om badhusparken. Sambandet sträcker sig sedan vidare nordväst via Nyholmen och sedan norrut till barrskogsmiljöer kring Johannebo och Apalängen. Norra delen av utredningsområdet gränsar till ett större sammanhängande barrskogsområde och här är spridningsförutsättningarna generellt goda. De mindre barrskogsområdena bidrar till att skapa spridningssamband genom tätorten, vilket bidrar till en generellt högre lokal biologisk mångfald i Mariefhamn.

Kartan visar förutom var det finns potentiella livsmiljöer för tofsmes i Mariefhamn var det finns barrskogsmiljöer med påtagligt naturvärde eller högre. Dessa områden kan förväntas fungera bättre som livsmil-

jöer för tofsmes eftersom arten har relativt höga habitatkrav vad gäller skogens naturvärde. Dessa områden är också särskilt viktiga ur ett bevarandeperspektiv eftersom de är mer värdefulla ur ett naturvärdesperspektiv och för den biologiska mångfalden i Mariehamn.

Utvecklingsmöjligheter

I kartan syns tre utpekade förstärkningsområden. De befinner sig på platser i den gröna infrastrukturen där det finns en tydlig potential att förbättra nätverkets sammanhållning. För att identifiera förstärkningsområden har längre spridningslänkar, som visar var den "billigaste" vägen mellan två livsmiljöer går, använts. Spridningslänkar finns som GIS-filer och kan alltså användas för att se lämpliga förstärkningsstråk mellan livsmiljöer. Åtgärder i dessa områden kan till exempel vara att plantera in fler barrträd eller skog längs tydliga stråk eller strategiska platser. Ett förstärkningsområde är det mellan den södra knutpunkten och mer nordligt belägna livsmiljöer, där det idag saknas ett tydligt spridningssamband för barrskog. Ytterligare förstärkningsområden syns i spridningssambanden kring Klinten. Dessa bedöms som särskilt känsliga då de utgör relativt smala korridorer i en annars bebyggd miljö.

Åtgärder för tofsmes

Generellt är det viktigt att bevara områden med högre naturvärden och att större områden med sammanhängande barrskog bevaras. Dessa är i dagsläget de mest lämpliga livsmiljöerna för tofsmes och andra arter med höga habitatkrav. De bidrar också till en generellt högre biologisk mångfald i staden. Exempel på åtgärder i sådana områden, för att förbättra kvaliteten som livsmiljö, är att sätta upp fågelholkar eller föra in mer död ved. För att på sikt öka kvaliteten och dess lämplighet som livsmiljöer för tofsmes är en åtgärd att bevara yngre skogsbestånd. I synnerhet de i särskilt strategiska lägen för den sammanhållna gröna infrastrukturen, vilket indikeras av att livsmiljöerna har mörkare färg i skalan gult till brunt. Mellan livsmiljöer är en åtgärd att bevara, alternativt plantera nya barrträd i strategiska lägen med syfte att skapa en sammanhängande grönstruktur. Detta för att förenkla spridningen för arter knutna till barrskog, så att de inte behöver röra sig över öppen mark.



Tallskog på Kasberget. Yngre barrskog kan på sikt utveckla kvaliteter och naturvärden som gynnar tofsmesen och den biologiska mångfalden. Foto: Mariehamns stad.

Livsmiljöer rangordnade efter funktion i spridningsnätverket

- Lågt
- Högt

Spridningslänkar, max 2500 m

Påtagligt naturvärde

Spridningskorridorer

Förstärkningszoner

Figur 11. Habitatnätverk för tofsmes

Ängsnätfjäril

För att analysera spridningssamband för öppna blommande gräs- och betesmarker har fjärilsarten ängsnätfjäril (*Melitaea cinxia*) använts som fokusart, figur 12. Arten lever framförallt i öppna örtrika marker där den kan hitta nektar.

Arten förekommer på flera platser i den Åländska skärgården men har på senare år minskat och försvunnit från flera tidigare kända fyndplatser. På Åland har ängsnätfjärilen länge varit föremål för vetenskapliga studier med årliga inventeringar sedan 1993. Totalt har cirka 400 platser hittats där förekomst av arten noterats, lokaliserats. I Mariehamn har 38 potentiella livsmiljöer identifierats. (Artfakta.se).

Ekologi

Ängsnätfjäril har ett vingspann på 33-46 mm och tillhör familjen praktfjärilar. Vingarna är på ovansidan mönstrade likt ett nät i brändgult och brunt. Undersidan av vingarna är ljusare, framförallt det bakre vingparet, vilka är vit-orangea med svarta tvära band och prickar. Det senare är ett kännetecken som skiljer arten från andra svenska eller finska arter i familjen praktfjärilar.

Arten är knuten till öppna marker, dels i jordbrukslandskapet i miljöer med tunnare jordtäckning, dels i skärgårdsområden i hållmarksområden med kalkrika eller basiska bergarter. Ängsnätfjärilen är beroende av två värdväxter för att kunna lägga ägg. Dessa är axveronika (*Veronica spicata*) eller svartkämpar (*Plantago lanceolata*). Utvecklingen av äggen tar cirka två till tre veckor varefter larverna utvecklas. Dessa växer långsamt och kräver hög värme. Efter cirka två månader når larverna övervintringsstadiet när de tillsammans spinner en säck att övervintra i. På våren söker sig larverna bort från värdväxten och förpuppas så småningom när förutsättningarna är rätt. Puppstadiet varar cirka 2-4 veckor varefter fjärilen utvecklas.

Ängsnätfjärilen är beroende av lokala metapopulationer, att det finns ett sammanlänkat system av åtskilda populationer för att inte riskera att lokala populationer dör ut. När lämpliga livsmiljöer försvinner och det blir glesare mellan befintliga habitat riskerar utbytet av individer mellan populationer skapa genetisk brist. På Åland är ängsnätfjärilen



Till vänster larv för ängsnätfjäril och till höger två adulta individer. Foto: Rikard Anderberg.

klassad som starkt hotat (EN), och har under senare år gått tillbaka kraftigt. En orsak till tillbakagången är rationaliseringen av jordbruket som medfört att magrare marker (slätterängar, markhällar och utmarksbeten) i allt högre takt försvunnit, och att ängsnätfjärilens livsmiljöer minskat.

Ängsnätfjärilens spridning har studerats i ett flertal studier, bland annat, (Kuussaaru, Nieminen & Hanski, 1996). I denna studie släppte de ut ängsnätfjärilar på en ö i Ålands skärgård med 64 tomma habitat. Medelförflyttningen för honor var 403 m och för hanar 311 m. Det maximala avståndet som uppmättes var 1150 m.

Kartläggning av habitatnätverk

Livsmiljöer och värdering

Livsmiljöerna för ängsnätfjäril har i studien baserats på data från årliga inventeringar som genomförs på Åland. För att ett område ska identifieras som livsmiljö behöver värdväxterna axveronika och svartkämpar finnas där.

Livsmiljöerna togs fram ur befintliga underlag i ytformat. Totalt analyserades 75 geografisk avgränsande livsmiljöer i varierande storlek inom analysområdet.

För att i analysen väga in livsmiljöernas skilda kvaliteter för ängsnätfjäril tilldelades de ett habitatvärde efter hur stora de är. Större områden värderas högre eftersom de bedöms kunna hålla en större population av ängsnätfjärilar.

Spridningsavstånd

Artens maximala spridningsavstånd sattes till 1,25 km vilket bedömdes representera långväga förflyttningar och ungefär motsvarar den maximala förflyttningen enligt Kuussaaru et al 1996.

Därtill applicerades en sannolikhetsfaktor för lyckad spridning, vilket i detta fall var 50 % vid 350 meter, vilket ungefär motsvarar medelspridningen för både honor och hanar. Sannolikhetsfaktorn sjönk sedan med ökat avstånd och motstånd. Avstånden där sannolikheten är över 50 % representerar mer troliga spridningsvägar, inte bara för ängsnätfjäril utan även för andra mer spridningsbegränsade insekter kopplade till öppna magra marker. Analysen ska ses som en indikation på konnektiviteten för artens livsmiljöer snarare än en exakt representation av artens spridningsförutsättningar inom staden.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för ängsnätfjäril redovisas i figur 12. I denna redovisas habitatnätverket med kartlagda livsmiljöer graderade efter funktion i nätverket, starka spridningssamband, övriga spridningssamband och förstärkningszoner i utredningsområdet.

Habitatnätverket

Resultaten från spridningsanalysen visar på ett relativt glest nätverk av livsmiljöer. Detta indikeras av relativt få livsmiljöer och spridningssamband i kartan, se figur 12.

Livsmiljöer

Totalt identifierades 75 livsmiljöer i storleksordningen 20 – 9000 kvadratmeter inom utredningsområdet. Livsmiljöerna har rangordnats efter vilken funktion de har för det sammanhållna nätverket, det vill säga hur viktiga de är för den samlade gröna infrastrukturen för ängsnätfjäril. Mörkare röda livsmiljöer är särskilt viktiga. Observera dock att små förändringar av nätverkets sammansättning kan ha en omfattande inverkan på analysens resultat.

Spridningssamband

I analysresultaten syns turkosa områden i vilka spridningsmöjligheterna bedöms som särskilt goda. Livsmiljöer inom samma starka spridningssamband är sammanbundna med länkar om max 350 meter. En samling livsmiljöer inom ett starkt spridningssamband kan ses som ett potentiellt "metapopulationsområde" för ängsnätfjäril. Övriga spridningssamband visar vilka livsmiljöer och potentiella metapopulationer som är sammanbundna med länkar om max 1250 meter. Mörkare lila färg indikerar att spridningssambandet är starkare och att fler länkar passerar genom området enligt spridningsanalysen. Övriga spridningssamband är generellt starkare i områden där tätheten av livsmiljöer är högre och där det omkringliggande landskapet domineras av öppna miljöer.

Samlad spridningsbild

Den generella spridningsbilden för ängsnätfjäril i Mariehamn visar ett uppbrutet nätverk som främst är koncentrerat längs kusten i stadens västra del. På Granholm finns flera isolerade livsmiljöer som enligt modellen inte är sammanbundna med livsmiljöer längre norrut. I jordbruksmiljöer och i bebyggda miljöer kring Yternäs finns flera livsmiljöer och potentiella metapopulationer som är sammanbundna genom spridningssamband som följer den västra kustremsan av fasta Mariehamn. Längre norrut längs med kusten finns också en serie livsmiljöer sammanbundna med övriga spridningssamband. Vissa av dessa ligger på andra sidan Svibyviken. Längre väster ut kring Mörholmen finns ytterligare livsmiljöer. Dessa är enligt analysen isolerade från övriga livsmiljöer på fasta Mariehamn, främst på grund av den höga andelen skog i området. I nordöstra delarna av utredningsområdet finns ett än mer isolerat område med livsmiljöer. Avsaknaden av livsmiljöer i Johannebo och Hinderböle samt utbredningen av industriområde i norra delen av Mariehamn gör att det saknas spridningssamband som binder ihop dessa livsmiljöer med det övriga nätverket. Det kan dock finnas norr- eller östgående spridningssamband som binder ihop dessa livsmiljöer med andra livsmiljöer utanför utredningsområdet.

Habitat nätverkets uppbrutenhet visar en antydning till fragmentering som sannolikt inverkat negativt på nätverkets bärkapacitet, det vill säga på populationsstorleken av ängsnätfjäril som nätverket kan stödja. Det kan i sin tur indikera att nätverket idag är i ett känsligt läge där ytterligare försämring av livsmiljöernas kvalitet och utformning lokalt kan få omfattande konsekvenser för ängsnätfjärilen.

Utvecklingsmöjligheter

Potentiella metapopulationsområden har bättre förutsättningar att hålla en population av ängsnätfjäril. I dessa är därför mer lämplig än i andra områden att, som naturvårdsinsats, placera ut fjärilar i kombination med att skapa fler livsmiljöer. Områden med hög funktion för spridningsnätverket är de som är viktigast att bevara för att bibehålla ett funktionellt nätverk över tid. De mindre värderade områdena ska dock inte ses som betydelselösa. Om dessa områden bebyggs eller av någon anledning försämras kvalitativt kan det få oväntade konsekvenser för habitatnätverkets funktion över tid, och kan resultera i en irreversibel utveckling mot ökad fragmentering som hämmar spridning och isolerar delpopulationer av ängsnätfjärilen.

Åtgärder

Om syftet är att förstärka de ekologiska sambanden för ängsnätfjäril, eller för dess livsmiljöer generellt i det befintliga nätverket, bedöms de viktigaste insatserna vara att bevara och utvidga kartlagda livsmiljöer samt utveckla nya områden, företrädesvis i de delar av utredningsområdet där det finns starka eller övriga spridningssamband. I utredningsområdet har också förstärkningszoner pekats ut. Dessa visar områden där det finns möjlighet att skapa nya livsmiljöer för att binda ihop livsmiljöer och generellt förbättra den gröna infrastrukturens sammanhållenheter. För att tydligare se längs med vilka stråk förstärkningsåtgärder är särskilt lämpliga kan länkar i medskickat GIS-material användas. Förstärkningsåtgärder kan medföra att bärkapaciteten i nätverket ökar men också att avstånden mellan livsmiljöer minskar, vilket således skulle stärka nätverkets resiliens. Det kan låta sig göras genom strategisk planering av etablering av öppna ängsmiljöer samt skötsel av dessa i strategiska lägen.



Axveronica är en av värdväxterna för ängsnätfjäril. Foto: Ekologigruppen AB

Spridningssamband ängsnätfjäril

- Livsmiljöer rangordnade efter funktion i spridningsnätverket
-  Lägt
 -  Högt
 -  Starkt spridningssamband
 -  Övriga spridningssamband
 -  Spridningslänkar, max 1500 m
 -  Förstärkningszoner

0 0,5 1 Kilometer

Figur 12. Habitatnätverk för ängsnätfjäril

Med pollinerare menas i sammanhanget insekter som bidrar med ekosystemtjänsten pollinering. I analysen används humlor och dagfjärilar som modellgrupper för att representera en bredare grupp av pollinerare.

Ett rumsligt varierat jordbrukslandskap med tydlig mosaikstruktur skapar goda levnadsförutsättningar för olika pollinerare. Ängs- och hagmarker har här en nyckelroll, dels som element i det mosaikartade landskapet, särskilt i dagens jordbrukslandskap som alltmer kommit att präglas av monokulturer. I mer stads- och skogspräglade kommuner som Mariehamn är strukturer med generellt stor andel nektarrika växter, såsom begravningsplatser, parker, kolonilotter, villaområden och skogsbryn också viktiga för pollinerare. Pollinerare har valts som fokusart då de som grupp har en tydlig roll i ekosystemtjänstförsörjningen, främst för jordbruk, men är även för fruktträd och blommande marker i stadsmiljöer.

Ekologi

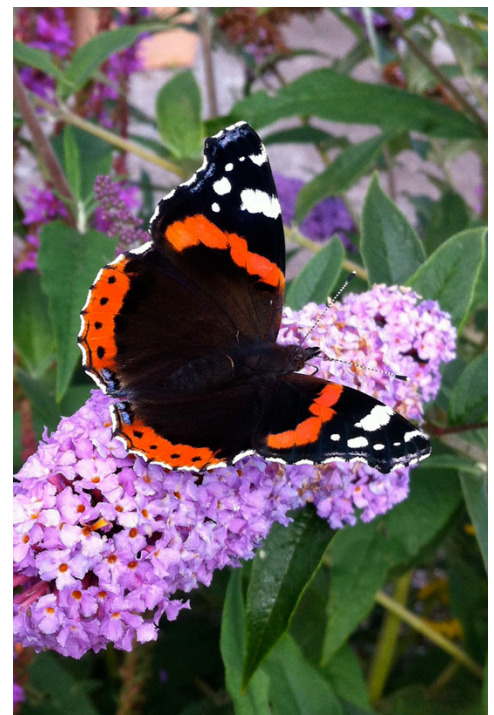
I analysen har generalister såsom humlor och vissa solitära bin samt vanliga arter av dagfjärilar använts som modellorganismer. Humlor av de vanligare arterna, t.ex. jordhumlor (*B. terrestris*, *B. lucorum*), stenhumla (*B. lapidarius*), åkerhumla (*B. pascuorum*), haghumla (*B. sylvarum*), har krav på livsmiljöer som innefattar underjordiska bohålor och bon i gräsmarker, blommande träd och örter från tidig försommar till sensommar, och en ungefärlig aktionsradie för födosök på ca 200-750 meter (Benton, 2006) (Persson, et al., 2015) (Redhead, et al., 2016). Spridning av drottningar mellan säsonger uppgår till minst 3 till 5 km (Lepais, et al., 2010) medan genutbyte mellan subpopulationer regelbundet sker ända upp till 10 km (Dreier, et al., 2014).

I jordbrukslandskapet är många av dessa arter beroende av strukturer som åkerkantzoner, åkerholmar och skogsbryn (Linkowski, et al., 2004). I närheten av bebyggelse och i tätorter är andra strukturer med generellt stor andel nektarrika växter, såsom kolonilotter och villaområden med stor andel grönska viktiga för arter knutna till ett mosaikartat jordbrukslandskap. Även andra öppna ytor, t.ex. parker kan ha en viktig funktion som spridningskorridor, så kallade ”stepping stones”.

Dagfjärilar har behov av både värdväxter för larverna samt nektarrika blommor, ofta vanliga eller relativt vanliga sådana som t.ex. nässlor, olika gräs, träd och buskar, respektive tistlar, vädd och klint (Kalarus et al. 2013). Både bin, humlor och fjärilar rör sig gärna längs med skogsbryn (Kalarus et al. 2013) och andra linjära element i landskapet (Junker & Schmitt 2010).



Nektarsökande svartpälsbi. Foto: Anna Persson.



Amiralfjäril på budleja. Foto: Ekologigruppen AB

Kartläggning av habitatnätverk

De marktyper som bedömts som potentiella livsmiljöer för nyttoinsekter är:

- Ängs- och betesmarker
- Parker, kyrkogårdar och koloniträdgårdar
- Trädbeklädda gräsmarker

Potentiella livsmiljöer:

- Bebyggelse med stor andel grönska, främst villaträdgårdar

Ängs- och hagmarker togs från befintlig data, framtagen under en naturbetesinventering av fasta Åland. Övriga livsmiljöer kartlades genom flygbildstolkning av området. Resultatet från denna finns i filen *MhamnGronomraden.shp*.

För varje enskilt område beräknades ett habitatvärde som baserades på arean för varje livsmiljö. För detaljer om habitatvärderingen se bilaga 1 metodbeskrivning.

Spridningsavstånd

För pollinerare analyserades ett maximalt spridningsavstånd på 1,5 km, vilket för många pollinerare motsvarar sällsynt långa förflyttningar. Sannolikheten för att nyttoinsekterna lyckas följa en spridningsväg minskar med ökad kostnad, vid halva avståndet, 750 meter, är sannolikheten för spridning 50 %, vilket alltså representerar ett mer förväntat eller normalt maximalt spridningsavstånd. Det längre avståndet på 1,5 km har analyserats för att fånga genutbytet mellan subpopulationer. Även spridningsförutsättningarna mellan säsonger för de mer generalistiska nyttoinsekterna representeras av det längre avståndet, men kan också användas för att visa var det är lämpligt med förstärkningsåtgärder. Här ska dock tilläggas att många insekter har förmågan att förflytta sig längre än så mellan säsonger.

Pollinerare bedömdes förflytta sig obehindrat över marktyper som representeras av öppna marker med vegetation och genom lövskog. Marktyper med aningen högre motstånd representerades av blandskog, sjöar, barrskogar, öppna marker utan vegetation och jordbruksmark. Marktyper över vilka nyttoinsekter bedömdes förflytta sig med större svårighet representerades av exploaterade ytor och byggnader.



Slätterängen är ett bra exempel på en naturtyp från ett svunnet jordbrukslandskap som gynnar pollinerare. Hallnäs halvön, Uppland. Foto: Aina Pihlgren.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för pollinerare redovisas i figur 13. I denna redovisas habitatnätverket med kartlagda livsmiljöer graderade efter funktion i nätverket, övriga spridningssamband, potentiella livsmiljöer och förstärkningszoner i utredningsområdet.

Habitatnätverket

Resultaten från spridningsanalysen visar på ett relativt starkt nätverk av livsmiljöer för pollinerare. Livsmiljöerna är förhållandevis jämnt fördelade och spridningskorridorerna täcker en stor yta av Mariehamns stad.

Livsmiljöer

Totalt identifierades 76 livsmiljöer och 100 potentiella livsmiljöer. De potentiella livsmiljöerna utgörs av bebyggelse med stor andel grönska, företrädesvis villaområden. Dessa bedöms vara potentiella eftersom dess kvalitet som livsmiljö till stor del beror av hur de som bor där väljer att utforma sin trädgård. Potentiella livsmiljöer har också en viktig funktion som spridningskorridor mellan livsmiljöer. De potentiella livsmiljöerna kan här fungera som ett stöd i nätverkets sammanhållighet.

Samlad spridningsbild

Habitatnätverket visar upp två större sammanhängande områden där livsmiljöerna ligger förhållandevis tätt intill varandra. Nätverket har sin södra utpost på Styrö och fortsätter norrut till jordbrukslandskapet i de samlade öppna markerna på södra fasta Mariehamn. Från dessa fortsätter habitatnätverket nordost via villa- och parkområden i östra delarna av fasta Mariehamn. Här finns en tendens till flaskhals i nätverket. Det är därför en strategisk plats för att sätta in olika förstärkningsåtgärder för att förbättra den gröna infrastrukturen för pollinerare. Norrut finns ett kluster av mindre livsmiljöer i anslutning till Norra Esplanadgatan och Västra Esplanadgatan. Nätverket fortsätter sedan norrut via två tydliga stråk av sammanlänkade livsmiljöer som sträcker sig i nordsydlig riktning. Den långsmala gräsytan med träd längsmed Österleden är en strategisk plats att förstärka spridningsförutsättningarna för pollinerare. Nätverket förgrenar sig därefter i två stråk, ett som fortsätter öster ut och ett som fortsätter mot nordväst till de öppna jordbruksmarkerna kring Möckelbybäcken.

Utvecklingsmöjligheter

Livsmiljöerna för pollinerare är relativt små i nätverket. Det ska dock tilläggas att många villaområden, som inte tagits med i nätverksanalysen, troligen också är lämpliga som livsmiljöer. Identifierade livsmiljöer skiljer sig också troligen vad gäller kvalitet för pollinerare. En viktig förstärkningsåtgärd är därför att med skötsel och gestaltning av utpekade grönområden och livsmiljöer skapa bättre förutsättningar för pollinerare. Generellt är det viktigare att förstärka livsmiljöer med hög funktion i spridningsnätverket och i områden där spridningsnätverk är svagare och visar tendenser till flaskhalsbildning. På sida 32 listas ett antal principer för hur man kan förbättra förutsättningar för pollinerare i såväl privata som offentliga grönytor.

Ett viktigt område att beakta vid planering för att förbättra den gröna infrastrukturen för pollinerare i Mariefhamn är den tendens till flaskhals som syns i nätverket kring Tullarns äng och Gröna udden. För att ytterligare stärka kopplingen mellan det södra jordbrukslandskapet och mer nordligt belägna livsmiljöer kan nya livsmiljöer utmed skogsbryn och vägrenar intill västra ytternavsvägen tillskapas. I de norra delarna av habitatnätverket är spridningsförutsättningarna generellt bättre men här finns också en hel del förbättringspotential. De ytor som pekas ut som förstärkningszoner här är platser och zoner i vilka förstärkningsåtgärder bedöms ha störst effekt för att binda ihop livsmiljöer och skapa en mer sammanhållen grön infrastruktur. Det handlar till största del om att informera villaägare om vilka åtgärder de kan göra samt att på öppna gräsmarker förstärka genom att föra in fler blommande örter och ställa om skötseln till mer lågintensiv. Se s 32 för ytterligare inspiration till åtgärder.

Andra områden, med högt funktionsvärde i spridningsnätverket som är strategiskt viktig för den sammanhållna gröna infrastrukturen, är den långsmala gräsytan med träd längsmed Österleden, allén längs med Norra Esplanaden samt öppna gräsmarker och betesmarker intill Nabben. I dessa områden kan redovisade förslag till åtgärder med fördel tillämpas för att stärka den gröna infrastrukturen.

Livsmiljöer rangordnade efter funktion i spridningsnätverket

-  Lågt
-  Högt
-  Potentiella livsmiljöer
-  Spridningslänkar, max 1500 m
-  Spridningskorridorer
-  Förstärkningszoner

Figur 13. Habitatnätverk för pollinerare

Fem principer för att gynna pollinera- rare i parker

- Blomning hela säsongen.
- Olika arter som blommar samtidigt.
- En variation av blomfärger som attraherar en blandning av pollinatörer.
- Variation i blomform.
- Undvik arter med fyllda blommor (såsom fyllda dahlior, hortensior och rosor) för att gynna pollinerande insekter.



Död ved i stadsmiljö gynnar insekter. Foto: Ekologi-
gruppen



Blommande vägrenar gynnar pollinera-
re. Foto: Ekologi-
gruppen

Åtgärder för pollinera- re

Nedan visas principer för hur planering av grönområden kan göras för att stärka förutsättningarna för pollinera-
re.

- **Utveckla brynmiljöer** - Åtgärder för att stärka brynmiljöernas potential som miljöer för pollinera-
re handlar främst om att öppna upp och rensa dem från sly och på så sätt få in mer sol.
- **Sköt om befintliga ängsmarker och anlägg nya** - Det främsta hotet mot ängsmarker är idag minskad hävd. Minskat bete och slåtter leder till att slåtterängar och betesmarker växer igen. Anlägg ängsmark på ytor som tidigare inte har varit äng eller helt saknar spår av hävdgyn-
nad ängsflora. Då krävs i de allra flesta fall en total omdaning av markskiktet eftersom etablering av äng bör ske på näringsfattig morän, sand eller alv, och inte på näringsrik jord.
- **Låt områden betas** - Att låta områden betas av betesdjur medför en intermediär störning som bidrar till att skapa födosöksområden och boplatser för pollinera-
re.
- **Lågintensiv skötsel** - Lågintensiv skötsel som åtgärd riktar sig främst till att minska extensivt klippande av gräsmattor och istället låta vegetationen växa. Åtgärden handlar om att identifiera gräsmattor som klipps regelbundet men som inte används av kommuninvånarna i så stor utsträckning. Särskilt strategiska strukturer för lågintensiv skötsel är outnyttjade parker, vägrenar, parkstråk eller gräsmattor som inte används för rekreativa ändamål.
- **Plantera blommande träd och buskar** - Blommande träd och buskar, gärna i solöppna ytor, kan hjälpa till att tillfredsställa insek-
ternas behov av nektar.
- **Frihugg kring säl, ek och tall** - Arbeta med att ta bort sly och frihugga kring säl, ek och tall i brynmiljöer. Sydvända miljöer med mycket sol är prioriterade.
- **Skapa variation i parker och grönstråk** - För att gynna pollinera-
re i befintliga parker ska man tänka ur ett helhetsperspektiv och se till att det finns både födokällor och boplatser inom ett närliggande område.
- **Skapa eller spara sandiga miljöer** - Sandiga miljöer finns ofta i störda miljöer som vägkanter, ruderatmarker och sandtäckter. Genom att gräva flacka sandblottor i kanten på diken eller lägga upp vallar med sand, grus och/eller lätt jord i sydsluttningar, gärna i vindskyddade områden med sparsam vegetation, skapas förutsättningar för marklevande vildbin
- **Anlägg solexponerade stenrösen** - Stenmiljöer i solbelysta lägen kan utgöra viktiga boplatser för pollinera-
re. I det gamla jordbrukslandskapet var stensamlingar, såsom stenrösen och stenmurar, ett vanligt inslag i landskapet. Ofta sammanföll det med ett mer öppet landskap med gott om föda för pollinera-
re.
- **Spara eller lägg ut död ved** - Även död ved utgör viktiga boplatser för pollinera-
re. Död ved är en värdefull ekologisk resurs och livsmiljö för många hotade och skyddsvärda arter.
- **Informera medborgare** - Kommunen kan skicka ut informations-
blad till villaägare om trädgårdarnas betydelse för pollinering, biolo-
gisk mångfald samt enkla tips för hur man som villaägare kan skapa biologisk mångfald i sin trädgård.

Grönstruktur

Den samlade gröna infrastrukturen visar utbredningen och mönstret av grönstruktur i Mariehamn. Mönstret följer det man kan förvänta sig, att grönstrukturen är mest utbredd i de perifera delarna av staden och glesas sedan ut närmare stadskärnan. Även i staden finns dock flera sammanhängande grönområden. Dessa ska betraktas som särskilt viktiga för spridningsfunktionen hos den gröna infrastrukturen. Se figur 14.

Gröna korridorer

För att identifiera var grönstrukturen är mest sammankopplad har gröna korridorer tagits fram. Dessa visar var i grönstrukturen det finns kopplingar som är maximalt 150 m mellan grönområden och därför var det är mest troligt att djur, som nyttjar grönområden som livsmiljöer, rör sig mellan dessa. Gröna korridorerna utgörs till största del av bebyggelseområden, i vilka det sannolikt finns en lokal biologisk mångfald.

De gröna korridorerna visar troliga spridningsvägar genom staden. Det är framförallt intressant att undersöka var det finns smala spridnings-samband mellan grönområden. Dessa bedöms som särskilt strategiska att förstärka för att skapa och bibehålla en sammanhållen grön infrastruktur. Dessa visas som potentiella förstärkningszoner i figur 14.

I kartan visas sammanhängande bebyggelse med gröna korridorer. Detta är större sammanhängande områden av gröna korridorer som till största del går över bebyggda miljöer. I dessa utgör bebyggelsen till största del den gröna korridoren. I områdena bedöms också sannolikheten att djur rör sig och orsakar skada i de boendes trädgårdar generellt högre. I kartan syns större vägar i orange färg. De vägar vars sträckning går genom gröna korridorer syns i starkare orange färg och visar de vägsträckor över vilka det är mer troligt att djur passerar. Se figur 14.

Rådjur i Mariehamn

Vilda djur i tätort bidrar till den lokala biologiska mångfalden men kan till viss del också vara ett problem då de är orsak till både trafikolyckor och skadegörelse. I Mariehamn upplevs rådjuren både som ett problem och en tillgång. Ett problem med rådjur är att de orsakar skada i trädgårdar. Rådjur är dock inte klassade som skadedjur eftersom de inte bedöms orsaka skada på människors hälsa. Fastighetsägaren bär därmed en stor del av ansvaret själv för att undvika skadegörelse av sin egendom.

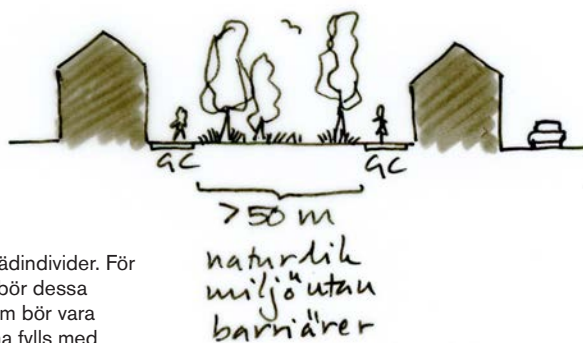
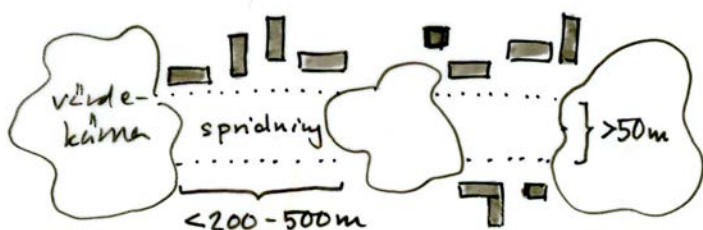
Rådjur lever i såväl barr- som lövskog. Troligt är att rådjuren i Mariehamn i större utsträckning rör sig i de grönområden och spridningskorridorer som finns utpekade i figur 14. Bebyggelse och trädgårdar i anslutning till Mariehamns grönstruktur är därför troligtvis mer utsatta för skadegörelse kopplat till rådjur. På samma sätt är sannolikt rådjuren mer benägna att röra sig längs de vägsträckor som ligger i anslutning till grönstruktur, vilket medför att risken för trafikolyckor här är större. Trafikolyckor där rådjur är inblandade sker i ännu större grad i anslutning till viltpassager över vägar. För att få en bättre förståelse för var viltpassager finns kan en viltanalys längs med utsatta vägsträckor genomföras.



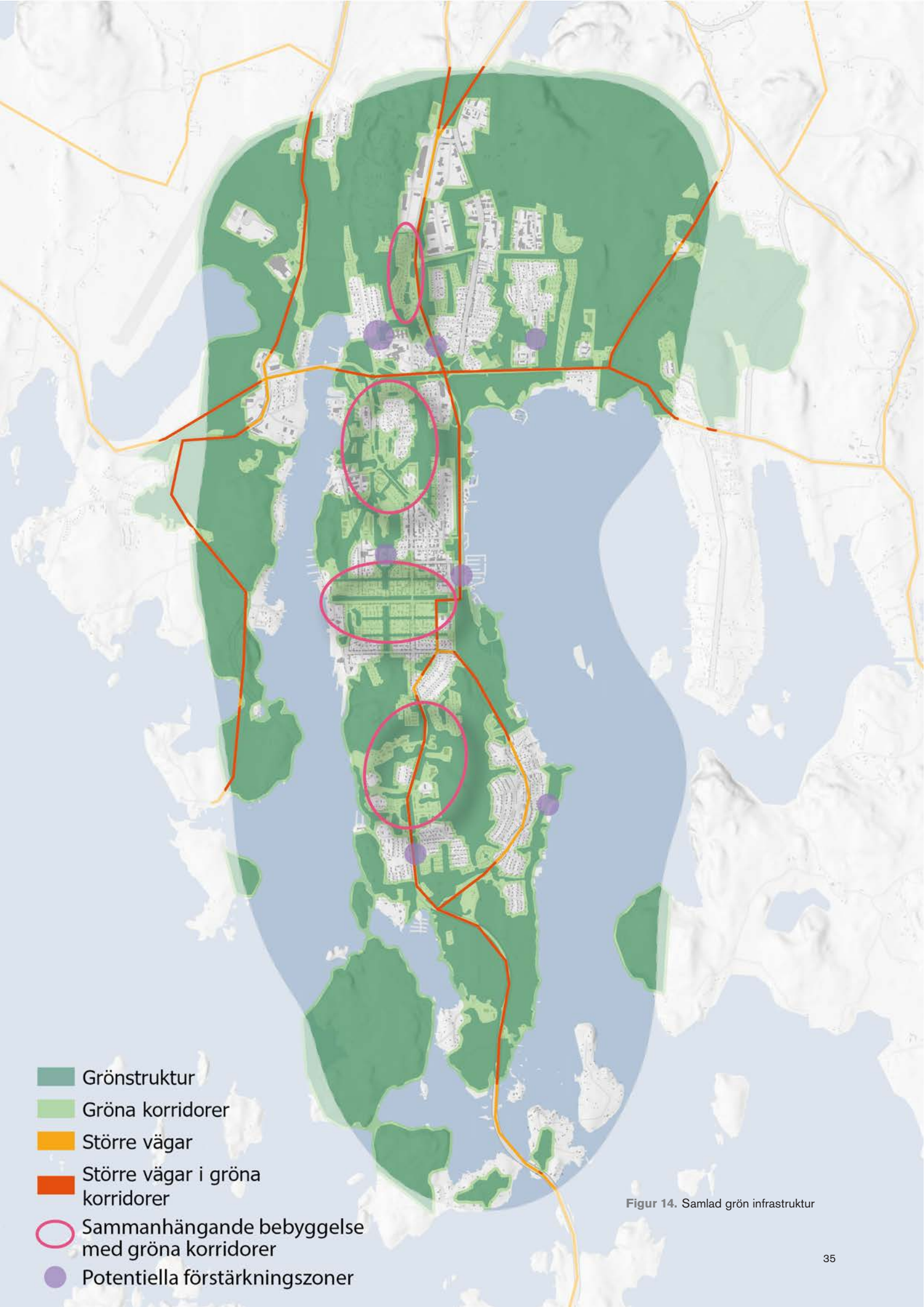
Rådjuren tar sig gärna in i städer och äter av vad som bjuds.

För att förebygga skador finns flera åtgärder att vidta. Vid odlingar och utsatta delar av trädgården är instängsling en effektiv åtgärd. Detta kan även göras längs med de platser där djuren tycks ha sina gångstråk. Även mer proaktiva åtgärder som till exempel att välja plantor som rådjuren inte tycker om kan fungera och kan vara ett tips att förmedla till villaägare.

Vill man istället förstärka förutsättningarna och den gröna infrastrukturen för rådjur i ett område handlar det till stor del om att skapa gröna korridorer mellan rådjurens livsmiljöer. Det finns inga tydliga riktlinjer för hur breda spridningskorridorer ska vara, men minst 50 m är ett mått Ekologigruppen brukar rekommendera (muntlig källa, ekologigruppen).



Värdekärnor utgörs av samlade områden med ett flertal värdefulla trädindivider. För att området fortsatt ska fungera för ekologiska spridningssamband bör dessa värdekärnor länkas samman med så kallade spridningskorridorer som bör vara minst 50 m breda och maximalt 500 m långa. Spridningskorridorerna fylls med samma typ av naturliga miljö som värdekärnorna består av.



- Grönstruktur
- Gröna korridorer
- Större vägar
- Större vägar i gröna korridorer
- Sammanhängande bebyggelse med gröna korridorer
- Potentiella förstärkningszoner

Figur 14. Samlad grön infrastruktur

Referenser

Tryckta källor

Benton, T. (2006) Bumblebees. Collins New Naturalist Library.

Dreier, S. et al. (2014) 'Fine-scale spatial genetic structure of common and declining bumble bees across an agricultural landscape', *Molecular Ecology*, 23(14), pp. 3384–3395. doi: 10.1111/mec.12823.

Ekman, J. 1979. Coherence, composition and territories of winter social groups of the willow tit *Parus montanus* and the crested tit *P. cristatus*. *Ornis Scandinavica*, 56-68.

Foltête, J.C., Clauzel, C. & Vuidel G. 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks, *Environmental Modelling & Software*, 38: 316-327.

Hansson, L. 1994. Vertebrate distributions relative to clear-cut edges in a boreal forest landscape. *Landscape ecology*, 9(2), 105-115.

Junker, M. and Schmitt, T. (2010) 'Demography, dispersal and movement pattern of *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae) at the Iberian Peninsula: An alarming example in an increasingly fragmented landscape?', *Journal of Insect Conservation*, 14(3), pp. 237–246. doi: 10.1007/s10841-009-9250-1.

Kalarus, K. et al. (2013) 'Within-patch mobility and flight morphology reflect resource use and dispersal potential in the dryad butterfly *Minois dryas*', *Journal of Insect Conservation*, 17(6), pp. 1221–1228. doi: 10.1007/s10841-013-9603-7.

Lens, L. & Dhondt, A. A. 1994. Effects of habitat fragmentation on the timing of crested tit *Parus cristatus* natal dispersal. *Ibis*, 136(2), 147-152.

Lepais, O. et al. (2010) 'Estimation of bumblebee queen dispersal distances using sibship reconstruction method', *Molecular Ecology*, 19(4), pp. 819–831. doi: 10.1111/j.1365-294X.2009.04500.x.

Linkowski, W. et al. (2004) 'Nyskapande av livsmiljöer och aktiv spridning av vildbin', Svenska Vildbiprojektet vid ArtDatabanken, SLU, & Avdelningen för Växtekologi, Uppsala Universitet. Available at: <http://www2.sjv.se/download/18.51c5369e120aee363f080002060/1240306931228/vildbin+livsmiljöer.pdf>.

Kuussaari, M. Nieminen, M. and Hanski, I. 1996. An experimental study of migration in the glanville fritillary butterfly *Melitaea cinxia*. *Journal of animal ecology*, Vol. 65, No. 6. pp. 791-801. Published by: British Ecological Society stable

Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M. 2007. Landskapsekologisk analys i Stockholms stad: Habitatnätverk för eklevande arter och barrskogsarter, Stockholm: Miljöförvaltningen.

Naturvårdsverket. 2012: Grön infrastruktur: Redovisning av regeringsuppdrag: rapport 1232.

Persson, A. S. et al. (2015) 'Bumble bees show trait-dependent vulnerability to landscape simplification', *Biodiversity and Conservation*, 24(14), pp. 3469–3489. doi: 10.1007/s10531-015-1008-3.

Redhead, J. W. et al. (2016) 'Effects of habitat composition and landscape structure on worker foraging distances of five bumble bee species', *Ecological Applications*, 26(3), pp. 726–739. doi: 10.1890/15-0546/supinfo.

Rodríguez, A., Andrén, H., & Jansson, G. 2001. Habitatmediated predation risk and decision making of small birds at forest edges. *Oikos*, 95(3), 383-396.

Rodríguez, A., Jansson, G. & Andrén, H. 2007. Composition of an avian guild in spatially structured habitats supports a competition-colonization trade-off. *Proceedings of the royal society B, Biological sciences*, vol.274, sid. 1403-1411.

Saura, S. och Torné, J. 2012. CONEFOR 2.6 User manual. Tillgänglig: <http://www.conefor.org/>.

Digitala källor

Artdatabanken 2021. Arfaktablad *Melitaea cinxia*, ängsnätfjäril. Tillgänglig: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/melitaea-cinxia-cinxia-250165>. Senast hämtad: 2021-10-01.

Muntliga källor

Eggers, S. 2006. Personlig kommentar i Mörtberg et al. 2007