



27 februari 2020
Slutversion

Ekologiska samband i Södertälje

Kartläggning av de ekologiska sambanden för kungsfågel,
tofsmes, brun guldbagge och större vattensalamander
genom spridningsanalyser i GIS

**: EKOLOGI
GRUPPEN**

: EKOLOGI GRUPPEN

Beställning: Södertälje kommun

Framställt av: Ekologigruppen AB

www.ekologigruppen.se

Telefon: 08-525 201 00

Granskningsversion: 2020-02-27

Uppdragsansvarig: Jannike Andersson, Ulrika Hamrén

Medverkande: Emanuel Vogel, Rikard Anderberg

Foton: Om inget annat anges: Ekologigruppen AB

Illustrationer och kartor: Ekologigruppen AB

Internt projektnummer: 8169, 8289

Bild på framsidan från Vasaskogen i Södertälje. Foto Lars Salomon.

Innehåll

Sammanfattning	4
Inledning	8
Bakgrund och syfte	8
Om ekologiska spridningssamband	10
Ett landskapsperspektiv på biologisk mångfald	10
Behov av spridning för resursutnyttjande	11
Ett landskapsperspektiv i planering & förvaltning	12
Metodbeskrivning för spridningsanalyser i GIS	13
Val av fokusarter och utredningsområde	13
Kartläggning av livsmiljöer och mellanliggande landskap	13
Uppbyggnad och körning av nätverksanalys	15
Tolkning av analysresultat	15
Ekologiska spridningssamband i Södertälje kommun	17
Beskrivning av landskapet	17
Fokusarter och utredningsområde	17
Kungsfågel i barrskog	18
Ekologi	18
Livsmiljöer och habitatvärdering	18
Spridningsavstånd	19
Tofsmes i gammal barrskog	24
Ekologi	24
Kartläggning av habitatnätverk	25
Brun guldbagge i ädellövmiljöer	32
Ekologi	32
Kartläggning av habitatnätverk	33
Resultat	35
Större vattensalamander i småvatten i Viksberg	40
Ekologi	40
Resultat	42
De samlade ekologiska sambanden i Södertälje kommun	47
Identifierade värde-trakter	47
Regionala spridningssamband	50
Referenser	52

Sammanfattning

Ekologigruppen har på uppdrag åt Södertälje kommun utrett de ekologiska spridningssambanden för fyra arter. Dessa fokuserter valdes ut i samråd med Södertälje kommun och representerar kopplingar till olika naturtyper som förekommer i kommunen, eller som bedömts som särskilt intressanta. De arter och naturtyper som studerades var:

- Kungsfågel i barrskog
- Tofsmes i gammal barrskog om minst 1 hektar
- Brun guldbagge i ädellövskog
- Större vattensalamander i småvatten i Viksbergsområdet

För kungsfågel, tofsmes och brun guldbagge studerades de ekologiska spridningssambanden för hela kommunen och för större vattensalamander endast i området kring Viksberg.

Uppdraget syftade till att ta fram ett pedagogiskt underlag av hög kvalitet som visar de ekologiska spridningssambanden för dessa arter, med betoning på styrkor och svagheter. Rapporten kan komma att användas både som ett underlag i samhällsplaneringen och utveckling av Södertäljes gröstruktur med avseende på biologisk mångfald. Kartläggningen kan även användas som underlag och stöd vid avväganden kring kommunens utveckling samt i planering och skötsel av kommunens naturområden.

De ekologiska spridningssambanden utreddes genom spridningsanalyser (även kallat konnektivitetsanalyser) med geografiska informationssystem (GIS) som främsta verktyg. En spridningsanalys kan kortfattat förklaras som en kartläggning av en fokusarts livsmiljöer och spridningssambanden mellan dem, vilket representerar ett habitatnätverk. Baserat på de resulterande habitatnätverken för de fyra fokuserterna identifierades livsmiljöer och spridningssamband av särskild betydelse för sambanden/konnektiviteten i landskapet. Resultaten redovisas som kartbilder i rapporten, vilka bearbetats för att på ett pedagogiskt sätt visualisera habitatnätverken samt de viktigaste livsmiljöerna, spridningssambanden och kärnområdena för fokuserterna. Resultaten ska dock tolkas med viss försiktighet och inte ses som en absolut sanning eftersom det handlar om komplexa system, vars kvalitet och osäkerhet är en produkt av de underlag som använts och avvägningar som gjorts. Vid planering av en konkret insats för att exempelvis förstärka samband, eller vid fråga om exploatering, behöver



Figur 1. Utsikt Ragnhildsborgsbacken ut mot Linasundet. Bilden visar på Södertälje kommuns varierande landskap med vatten, löv- och barrskogar samt odlings- och trädgårdslandskap. Foto tagen av Lars Salomon, Ekologigruppen.

aktuella områden studeras i detalj, och eventuellt kontrolleras i fält.

Enligt analysresultaten för de tre fokusarterna (brun guldbagge, kungsfågel och tofsmes) som analyserats på kommunal skala framgår att spridningssambanden generellt är goda för kungsfågel och tofsmes (barrskogsarterna), men betydligt sämre för brun guldbagge. Utöver det visar resultaten att viktiga livsmiljöer är relativt väl fördelade över kommunen, med viss variation mellan fokusarter. Fokusarterna har skilda krav på sina livsmiljöer, vilket innebär att skilda strategier och insatser behövs för hur de ekologiska sambanden för dem kan värnas och stärkas. Nedan följer en kort sammanställning för resultaten och fortsatt arbete för de olika fokusarterna.

Kungsfågel har mycket goda spridningsförutsättningar inom kommunen i dagsläget och ingår i en betydande regional öst-västligt spridningskorridor. Ett tydligt spridningsstråk går längs med kommunens västra gräns. Många av livsmiljöerna utgörs av stora sammanhängande barrskogsområden, vilket är fördelaktigt både för spridningsförutsättningarna och för populationsstorleken. Stora delar av Södertäljes skogar är dock inte formellt skyddade och därmed är framtida kvalitet på livsmiljöer, och grad av sammanhängande skogar, osäker. Ett omfattande och intensivt skogsbruk eller exploatering med storskaliga avverkningar skulle på sikt kunna ha en påtagligt negativ inverkan på det idag väl sammanhängande barrskogsnätverket.

Tofsmes har, liksom kungsfågel, generellt goda spridningsförutsättningar i kommunen. Intressant är också att viktiga spridningskorridorer löper genom Södertälje centrum, vilket möjliggörs av de flera äldre barrskogsmiljöer som finns bevarade inne i stadsstrukturen. Det generella spridningssambanden för tofsmes följer det hos kungsfågel, men nätverket är betydligt mer fragmenterat med utspridda och inte lika stora livsmiljöer. Detta beror i huvudsak på att många av barrskogarna i kommunen inte uppnår de kvaliteter som tofsmes efterfrågar. Tofsmes vill ha gammal barrskog med de strukturer som hör till, medan kungsfågel är mer av en generalist. Det medför att habitatnätverket för tofsmes i dagsläget är mer känsligt för förändringar som medför att enskilda livsmiljöer krymper och fragmenteras ytterligare, eftersom det kan ha stor inverkan på häcknings- och spridningsförutsättningarna, och således även på populationen tofsmes i kommunen.

Eftersom det finns mycket barrskog i Södertälje kommun finns också mycket goda förutsättningar för att nätverket för tofsmes ska kunna bevaras och stärkas ytterligare. För att kunna uppnå en framtida säkerhet bör barrskogar som är strategiskt lokaliserade i nätverket



Figur 2. Hällmarkstallskog med senvuxna (små men gamla) tallar vid Hjälmstättra i Södertälje. Skog som kan utgöra lämpliga livsmiljöer både för kungsfågel och tofsmes. Foto Stina Hällholm, Ekologigruppen AB.

undantas från storskalig kalavverkning. Därefter behövs tid för att skogarna genom åldrande och naturlig dynamik ska kunna utveckla naturvärden.

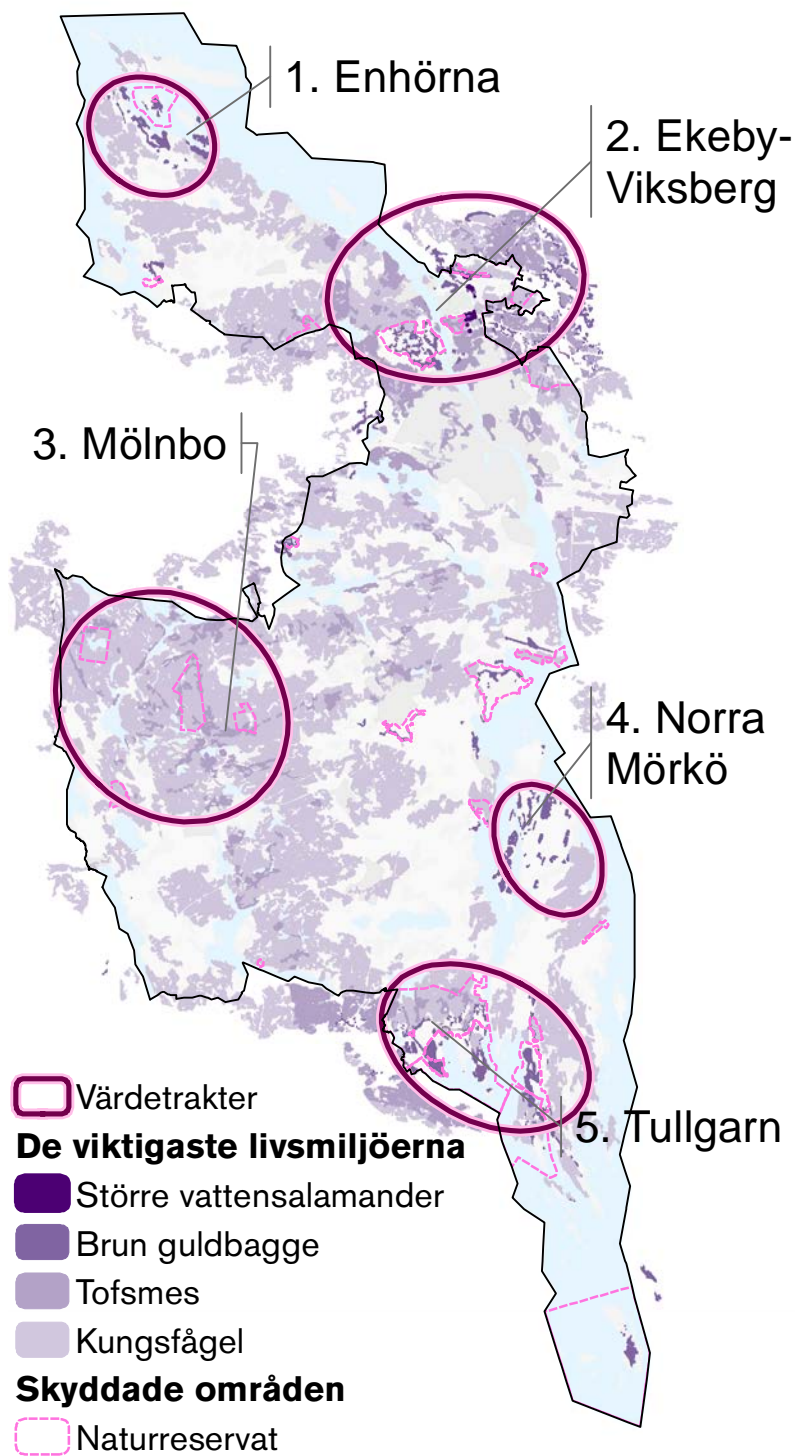
För brun guldbagge finns kluster av livsmiljöer på olika ställen i kommunen, men spridningssamband mellan dessa kluster saknas, såldes saknas kommuntäckande spridningssamband för denna fokusart. Det kan till viss del förklaras av dålig täckning i underlag (det vill säga att ädellövträd och gammal ädellövskog inte finns kartlagda) men också av att Södertälje till stor del är en barrskogskommun. Södertälje biotopdatabas indikerar dock att grundförutsättningar finns för att spridningssamband utmed kustzonen ska kunna etableras på sikt, exempelvis genom insatser för ädellövträd som står i skogsbryn eller i igenväxande kulturmiljöer.

Större vattensalamander studerades enbart i Viksbergsområdet nordöst om Södertälje tätort. Stora delar av området utgörs av golfbanor som naturligt avgränsas av hållmarkshöjder med barrskog. I området finns flera småvatten som salamandrarna använder för parningslek och äggläggning, varav flera ute på golfbanorna. Analysresultaten visar på flera avgränsade kärnområden och lokala spridningskorridorer, dock saknas det samband som möjliggör spridning mellan alla kärnområden och livsmiljöer som identifierats. Det beror till stor del på att den större vattensalamandern är begränsad till korta avstånd, vilket medför att lekmiljöer behöver ligga tätt för att spridningssamband ska formas.

Baserat på analysresultaten för de olika fokusarterna identifierades fem värde-trakter av samlat värde för dessa arter och naturtyper (figur 3), vilka var:

- 1. Enhörna, lokaliserat i norra Södertälje, har identifierats som värde-trakt med viktiga livsmiljöer för brun guldbagge, kungsfågel och tofsmes
- 2. Ekeby-Viksberg med omnejd som identifierats som värde-trakt med viktiga livsmiljöer för alla fokusarter.
- 3. Skogsområde Norr Mölnbo med stora sammanhängande barrskogsområden av betydelse för kungsfågel och tofsmes.
- 4. Norra Mörkö med viktiga livsmiljöer för brun guldbagge och kungsfågel.
- 5. Tullgarn med omnejd utgör ett formellt skyddat område med större sammanhängande barrskogs- och ädellövsmiljöer av betydelse för kungsfågel, tofsmes och brun guldbagge.

För att kunna bevara biologisk mångfald också på längre sikt krävs att förvaltning och planering av åtgärder sker på både landskapsnivå och en mer lokal nivå, eftersom många arter påverkas av effekter 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.



Figur 3. Kartlagda värde-trakter i Södertälje kommun. En värde-trakt är ett område som hyser viktiga livsmiljöer för flera fokusarter, det vill säga ett område med olika naturtyper av hög kvalitet, och är därför av särskild betydelse för den biologiska mångfalden. Baserat på analysresultaten kunde fem värde-trakter identifieras i Södertälje. Värde-trakterna hyser sannolikt viktiga livsmiljöer även för arter som inte ingått i spridningsanalyserna, men som kopplar till liknande naturtyper.

Inledning

Bakgrund och syfte

Den biologiska mångfalden i dagens landskap hotas av att arters livsmiljöer minskar i areal eller försvinner helt, att kvaliteten på livsmiljöerna försämras, men även till följd av att befintliga livsmiljöer isoleras från varandra. Rationaliseringen av framförallt skogs- och jordbruk har medfört en omdaning av landskapet och lett till ett mer monotont landskap med monokulturer som breder ut sig. För att bibehålla den biologiska mångfalden på sikt krävs ett variationsrikt landskap bestående av olika naturtyper. Det skapar utrymme för en mångfald av arter och även 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, predation av skadedjur och produktion av grödor.

Under senare år begreppet grön infrastruktur börjat användas på nationell nivå inom naturvårdsarbetet. Grön infrastruktur definieras 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 (figur 4).



Figur 4. Grön infrastruktur för skog bestående av rumsligt avgränsade livsmiljöer mellan vilka arter kan sprida sig. Illustratör Kjell Ström, Naturvårdsverket.

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/sambanden

mellan dem, för att långsiktigt garantera arters överlevnad, biologisk mångfald samt landskapets förmåga att leverera nödvändiga ekosystemtjänster. 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 5. 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.

Ett primärt 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, där GIS är ett värdefullt verktyg framförallt när stora områden studeras.

Landskapet är 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.

Ekologigruppen har på uppdrag av Södertälje kommun utrett spridningssambanden för fyra fokusarter med koppling till olika naturtyper och med skilda krav på sina livsmiljöer. Genom att utföra spridningsanalyser för flera naturtyper erhålls en samlad bild av kommunens gröna infrastruktur.

Uppdraget syftade till att ta fram ett pedagogiskt underlag med hög kvalitet som visar de ekologiska sambanden för dessa arter i kommunen. Rapporten kan komma att användas både som ett underlag i samhällsplaneringen och Södertälje kommuns arbete med Grönstrategi. Kartläggningen kan även användas som underlag och stöd vid avväganden kring kommunens utveckling, samt i planering och skötsel av kommunens naturområden. Den kan även användas som underlag för utredningar på en kommunal, såväl som en lokal, skala.

Om ekologiska spridningssamband

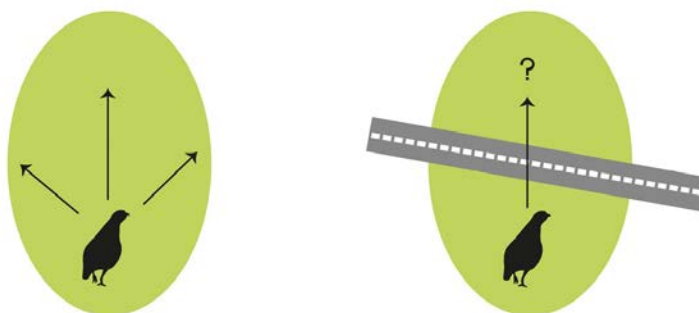
Ett spridningssamband visar hur en viss grupp av arter kan tänkas flytta sig i landskapet, beroende på var dess livsmiljö (habitat) finns och hur lätt de har att röra sig genom olika typer av miljöer. Att arter har möjlighet att röra sig i landskapet är ofta avgörande för att de ska fortleva på sikt, 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. I princip är ett landskap större än ett revir, det vill säga en individs hemområde, men mindre än artens utbredningsområde. 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.

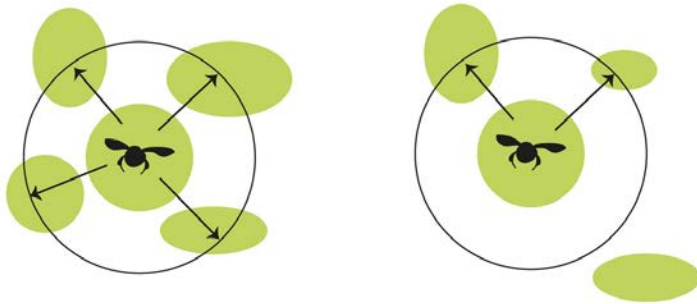
Arter påverkas i många fall både av förändring av livsmiljöns yta och dess kvalitet, samt av förändringar i landskapets struktur. Försämring av livsmiljöns kvalitet kan till exempel ske via föroreningar eller igenväxning, och av minskad yta i samband med att mark tas i anspråk för exempelvis jordbruk, bebyggelse eller infrastruktur (figur 6). I ett landskap med god tillgång livsmiljöer för en viss art eller artgrupp, är det förlusten av sådana livsmiljöer som ger negativa effekter.



Figur 6. 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 land-

skap med låg andel livsmiljöer är det snarare den rumsliga fördelningen av livsmiljöer som påverkar populationens fortlevnad (figur 7). I ett sådant landskap blir alltså de negativa effekterna av reducerad konnektivitet, det vill säga försämrade spridningsmöjligheter mellan livsmiljöer, synliga.

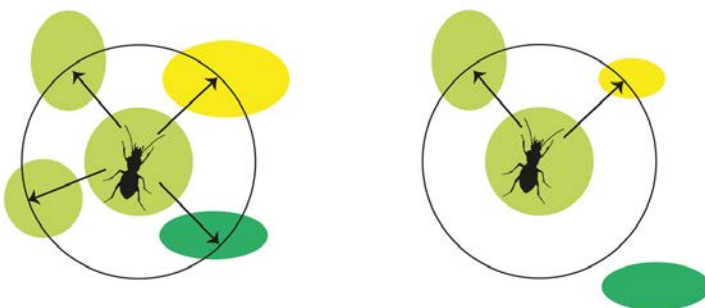


Figur 7. I ett fragmenterat landskap behöver organismer ofta använda flera mindre delhabitat för att ha tillräckligt med resurser. Om dellivsmiljöerna är för få eller för långt borta från boplatsen kan inte populationen överleva på sikt. Illustratör Anna Persson, Ekologigruppen AB.

Behov av spridning för resursutnyttjande

För att överleva en hel säsong och för att fortplanta sig krävs flera olika typer av resurser för de flesta organismer. Många djurarter behöver tillgång till platser som fungerar som boplats, 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 (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 boplatsmiljö, men saknas en övervintringsplats eller födosökslokal inom en livsmiljö (figur 8).



Figur 8. Fragmenterade landskap innebär att de olika typer av resurser som organismer behöver för sin fortlevnad kan finnas i olika delhabitat, t ex boplats, 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.

Behov av spridning mellan subpopulationer

Ett nätverk bestående av rumsligt avgränsade livsmiljöer, sammankbundna genom artens möjlighet att röra sig mellan dem, utgör tillsammans ett habitatnätverk. Artindividerna 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

Habitatnätverk

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

Population

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

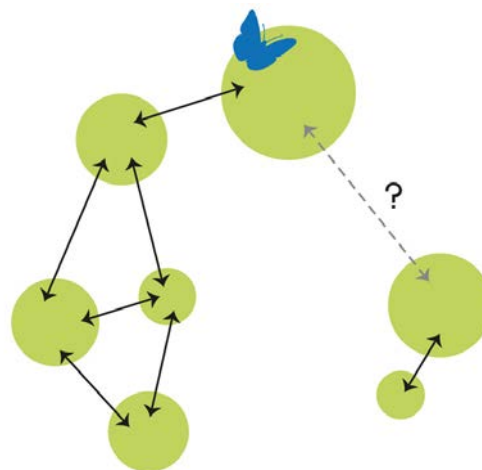
Metapopulation

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.

Subpopulation

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

Figur 9. 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.



delgrupper/undergrupper). Inom ett funktionellt nätverk finns det en möjlighet för individer att sprida sig mellan subpopulationer (figur 9). 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 återkolonieras 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.

Arters 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.

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.

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. För mer utförlig beskrivning hänvisas till Bilaga 1 – Teknisk metodbilaga.

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. Uppfylls inte detta erhålls allt för generella och oväsentliga resultat som således är oanvändbara för strategiskt planeringsarbete. 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 Södertälje kommun, utfördes analyserna över ett något större område än kommungränsen. På så vis erhålls en helhetsbild av de ekologiska sambanden inom kommunen, liksom sambanden till angränsande kommuner. En annan positiv aspekt av att ta till ett större analysområde är även att den analysbe-gränsning 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 rättvisande. Hur stort utredningsområdet bör vara bedöms från fall till fall, där faktorer som storleken på området som studeras och täckningen på de dataunderlag som ska användas vägs in.

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.

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

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.

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.

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 förflyttningförmåga 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.

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.

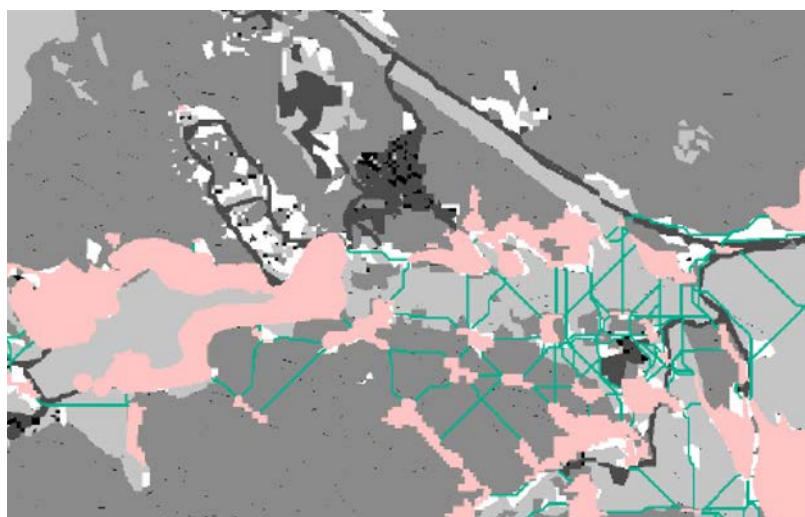
erhölls resultat som i högre utsträckning återspeglar fokusarternas verkliga förflyttning i landskapet. De skilda rörelseförutsättningarna reglerades i analysen genom att definiera olika ”motstånd” för olika miljöer i det mellanliggande landskapet. Motståndet kan liknas vid fokusartens svårighet att 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 (figur 10 och figur 11).



Figur 10. Olika underlag används för att skapa ett motståndslager.

Generellt tilldelades mänskligt påverkade områden högre motstånd jämfört mot naturmark, med undantag för koloniområden och lumiga 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 vägar och järnvägar tilldelades högre motståndsvärden eftersom de kan medföra en hög risk att korsa, framförallt för groddjur men även till viss del för andra fokusarter. Som tidigare nämnts baserades motståndsvärdena på information om fokusartens ekologi., Det är dock viktigt att komma ihåg att de inte representerar absoluta mått utan handlar om relativa värden som syftar till att synliggöra strukturer i omgivningen som underlättar eller hämmar spridning.



Figur 11. 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.

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) och spridningslänkar 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 (figur 11). 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 spridnings samband 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.

Det resulterande nätverket analyserades vidare i Conefor Sensinode för att beräkna livsmiljöernas individuella betydelse för konnektiviteten i nätverket. En av fördelarna med att använda Conefor Sensinode är att det går att inkludera naturvärden eller andra ekologiskt relevanta mått som en del i analyserna, vilket medför att resultaten beaktar både livsmiljöernas rumsliga läge i nätverket och deras bedömda kvaliteter för fokusarten. 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 inventerat naturvärde, storlek eller närhet till födosöksområden, men bör återspegla parametrar som är viktiga för fokusarten.

Tolkning av analysresultat

Som ett resultat av analysen graderades de kartlagda livsmiljöernas betydelse för habitatnätverket genom att beakta både deras habitatkvaliteter och centralitet i nätverket. För att tydliggöra detta redovisades graderingen i tre nivåer som de 15 % viktigaste, de därpå följande 15 % näst viktigaste samt de resterande 70 % övriga viktiga områden i nätverket. De viktigaste livsmiljöerna är de som enligt analysen har störst betydelse i nätverket, det vill säga de som är bäst och mest sammanbundna till andra livsmiljöer i nätverket och därmed har en större betydelse för den samlade konnektiviteten i studieområdet. Att betona är att områden klassade som "övriga viktiga områden" inte är oviktiga för fokusarten, utan de kan utgöra en viktig livsmiljö eller knutpunkt för spridning på lokal skala. Därutöver identifieras de livs-

Värdefaktor

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

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.

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 spridningskorridor

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

Stepping stones

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

Kärnområden

Kluster av livsmiljöer för en fokusart mellan vilka spridningen bedöms som god eller mycket sannolik (i detta fall över 50 %).

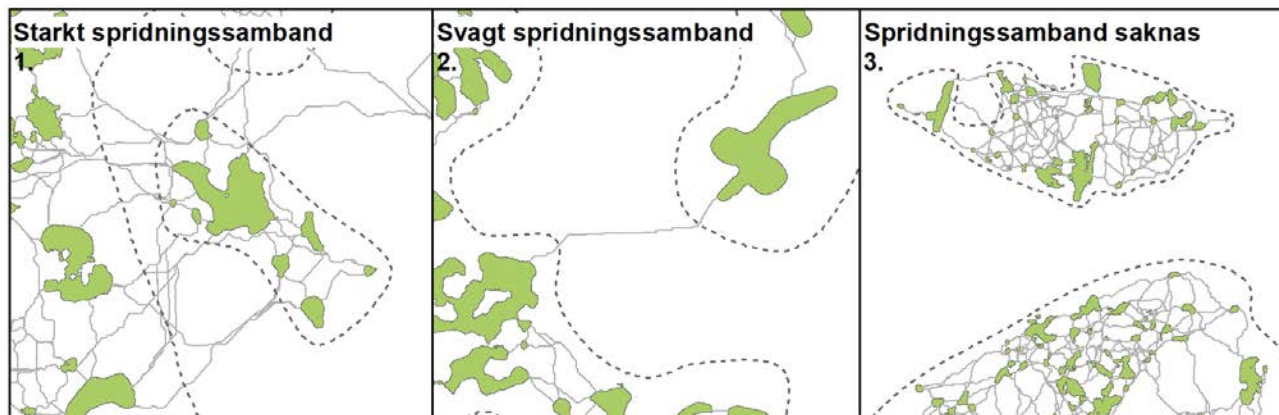
Värdetrakt

Områden där viktiga livsmiljöer återfinns för flera fokusarter. En värdetrakt har generellt ett varierat landskap med skilda naturtyper med höga värden, således viktiga för den biologiska mångfalden.

miljöer som även utgör viktiga stepping stones i nätverket, vilket är livsmiljöer som till följd av sitt strategiska läge utgör viktiga knutpunkter som stödjer spridningen i nätverket. Särskilt intressanta är stepping stones med låga kvaliteter (oftast mindre områden med lägre naturvärden) eftersom de kan förbises som mindre viktiga på lokal skala, men genom att lyfta blicken framträder deras betydelse för hela nätverket och således för säkerställandet av en funktionell grön infrastruktur.

För att tydligare belysa de spridningssamband som går mellan de viktigaste livsmiljöerna (de 15 % viktigaste och de 15 % näst viktigaste) och viktiga stepping stones, breddas de spridningslänkar som går mellan dem, vilket bedöms representera de viktigaste spridningskorridorerna i nätverket. Övriga spridningslänkar representerar även de spridningssamband, men de bedöms vara mindre viktiga när hela nätverket beaktas. Att betona är dock att varje spridningssamband har en positiv inverkan på konnektiviteten i nätverket och således för den gröna infrastrukturen.

För att ytterligare tydliggöra sambanden i nätverket identifieras kärnområden för fokusarterna, vilka i detta sammanhang utgör större sammanhängande livsmiljöer eller kluster av livsmiljöer mellan vilka sannolikheten för spridning är minst 50 % vilket bedöms representera mycket trolig spridning. Sannolikheten baseras på det motståndsviktade avståndet mellan livsmiljöer där avståndet korrelerar negativt med sannolikheten, det vill säga större avstånd motsvarar en lägre sannolikhet och vice versa. Vidare analyseras de ekologiska sambanden mellan, och till viss del, inom kärnområdena för att identifiera starka och svaga samband, samt barriärer (figur 12).



Figur 12. 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.

Ekologiska spridningssamband i Södertälje kommun

Beskrivning av landskapet

Södertälje kommun ligger i södra delen av Stockholms län. Kommunen präglas i högre grad av naturmark jämfört med de kommuner som ligger närmare Stockholms stad. Landskapet är varierat, men domineras i huvudsak av skogsmark med löv- och barrskog. På flera ställen finns ett utpräglat odlingslandskap med åker- och betesmarker. Det finns flera tätorter i kommunen, men Södertälje utgör den i särklass största.

Kommunen har vattenkontakt med Mälaren i norr och med havsvikar till Östersjön i söder. Genom Södertälje tätort går Södertälje kanal som sammanbinder Mälaren med Östersjön. Inom kommunen finns även många sjöar i varierande storlek.

Fokusarter och utredningsområde

För att fånga upp en samlad bild av de ekologiska sambanden i Södertälje kommun genomfördes spridningsanalyser för fyra fokusarter som kopplar till olika naturtyper. För att valet av fokusarter och naturtyper skulle vara relevanta bestämdes de i samråd med kommunens sakkunniga med lokalkännedom om landskapet i Södertälje och dess struktur, vilket är värdefull kunskap för att erhålla representativa resultat av spridningsanalyserna. De fokusarter och naturtyper som studerades var:

- Kungsfågel i barrskog
- Tofsmes i gammal barrskog om minst 1 hektar
- Brun guldbagge i ädellövträd och äldre ädellövskog
- Större vattensalamander i småvatten och våtmarker i området Viksberg med omnejd

För detta uppdrag bestämdes att studieområdet för kungsfågel, tofsmes och brun guldbagge skulle omfatta Södertälje kommun samt en buffertzon på två kilometer in i de angränsande kommunerna Botkyrka, Ekerö, Gnesta, Nykvarn, Nynäshamn, Salem, Strängnäs och Trosa. För större vattensalamander bestämdes studieområdet till Viksbergsområdet med omnejd, lokaliserat i nordöstra Södertälje.

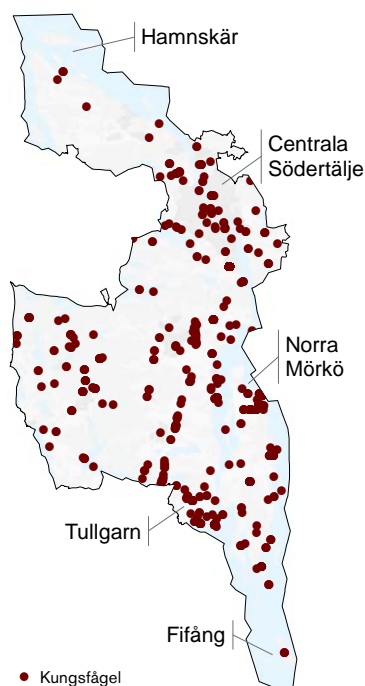
I efterföljande delar av rapporten presenteras de enskilda habitatnätverken, med mer ingående information om urval för livsmiljöer och spridningsförutsättningar. Därefter presenteras resultaten med fokus på de generella ekologiska sambanden, eventuella brister och svagheter, samt utvecklingsmöjligheter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



Figur 13. Kungsfågel snett uppifrån.
Foto Anders Haglund Ekologigruppen AB.



Figur 14. Kungsfågel framifrån. De mörka partierna kring ögonen mot det ljusgrå ansiktet gör att kungsfågeln har en näpen uppsyn.
Foto Magnus Nilsson Ekologigruppen AB



Figur 15. Observationer av kungsfågel för åren 1998-2019 inrapporterade på Artportalen. Observera att inrapporteringen tenderar att vara högre från tätbefolkade områden och välbesökta friluftsområden och representerar således ingen absolut sanning för artens utbredning i kommunen.

Kungsfågel i barrskog

Kungsfågel har använts som fokusart för att ge en bild av de ekologiska sambanden för barrskog i Södertälje kommun och dess närmaste omnejd. Kungsfågel särskiljer sig från tofsmes eftersom den är en mer generalistisk (mindre kräsen) barrskogsart som trivs bra även i barrskogar med begränsade naturvärden. Det innebär att resultatet från denna analys kompletterar resultaten för tofsmes genom att visa på ett mer generalistiskt barrskogs nätverk, vilket vidare kan vara relevant som underlag för att bedöma vilka skogsområden som bör bevaras för att på sikt förstärka de ekologiska sambanden för tofsmes och andra mer specificerade barrskogsarter.

Ekologi

Kungsfågel (*Regulus regulus*) är en liten tätting, närmare bestämt Sveriges minsta fågelart. Den har en rund kroppsform med kort stjärt och korta vingar med ett spann kring 14 cm. Fjäderdräkten går i en grå och mossgrön färgton, med undantag för hjässan där kungsfågeln har ett karaktäristiskt gult band som påminner om en kungakrona, vilket gett fågeln dess namn.

Den förekommer i hela Sverige, men är talrikare i mellersta och södra Sverige där tätheten kan uppgå till 50 par/km². Totalt uppgår antalet till cirka tre miljoner par (ArtDatabanken, 2019a). Kungsfågel häckar i barrskog, företrädesvis granskog, men förekommer även i mindre antal i tall- och blandskog. De har små revir, och häckning har noterats i små dungar med en storlek kring 0,2 hektar (ArtDatabanken, 2019a). I Södertälje kommun har observationer av kungsfågel rapporterats på Artportalen från stora delar av kommunen (figur 15).

Baserat på kungsfågeln generella krav på sin livsmiljö bör den kunna vara relativt framgångsrik i fragmenterade landskap, vilka är vanligt förekommande i dagens Sverige, framförallt i storstadsregioner som Stockholm. Trots det rödlistades den som sårbar (VU) 2015 eftersom det rapporterats om sjunkande populationsstorlekar från flera länder kring Östersjön. Det finns dock teorier som menar att populationerna skulle vara underskattade, vilket skulle bero på ålderstigna inventerare som med åldern fått försämrade hörsel och därför inte längre kan höra kungsfågeln högfrekventa sång. Detta bringar dock inte ljus över hela populationsänkningen (ArtDatabanken, 2019a).

Kungsfågeln rörelse genom landskapet är inte helt säkerställt, men eftersom det är en flyttfågel (även om många, framförallt äldre individer, stannar) har den förmågan att förflytta sig långa sträckor och bör därför inte vara spridningsbegränsad för de avstånd som förväntas inom studieområdet. Efter häckningssäsong går de ofta ihop med andra mesfåglar och förflyttar sig över landskapet i så kallade meståg, vilket medför att förflyttningen och de miljöer de födosöker i anpassas efter övriga deltagare (ArtDatabanken, 2019a)

Livsmiljöer och habitatvärdering

Primärt identifierades områden som anses vara bra häckningsmiljöer för kungsfågel, vilka var:

- All barrskog (gran/tall)
- Blandskog med en barr-andel av minst 50 %

För att ingå i urvalet av livsmiljöer behövde skogen uppgå till en yta om minst 0,1 hektar. Kungsfågeln kan häcka i små barrskogsområden, men områden kring 0,1 hektar har ingått i analysen främst för att belysa eventuella viktiga knutpunkter (stepping stones) mellan större barrskogsområden i nätverket.

Storleken på livsmiljöerna bedömdes vara relevant, eftersom den antas korrelera med storleken på den subpopulation som livsmiljön har kapacitet att bära, därför användes area som en värdefaktor i analysen. Den bedömda kvaliteten på indata användes också som värdefaktor för att skilja mellan underlag med olika osäkerhet eller karteringsprecision, där urval från underlag som innefattat att områden fältbesökts och naturvärdesbedömts värderades högre än urval från underlag som enbart identifierats via GIS-analys. Genom att kombinera de två värdefaktorerna erhöles ett summerat värde som representerade livsmiljöernas habitatvärde. I figur 16 visas de identifierade livsmiljöerna graderade efter habitatvärde. Värderingen beskrivs i större detalj i den tekniska metodbeskrivningen (bilaga 1).

Spridningsavstånd

Kungsfågeln kan flyga över stora avstånd och bör därför inte vara spridningsbegränsad inom Södertälje kommun. För att belysa spridningsvägar som även kan vara relevanta för andra mer spridningsbegränsade barrskogsarter användes dock det kortare avståndet 2,5 kilometer som maximalt spridningsavstånd i analysen. Därtill applicerades en sannolikhetsfaktor för lyckad spridning som sjönk med ökat avstånd och ökat motstånd. Vid 1,25 kilometer sattes sannolikheten till 50 %, vilket representerar ett mer förväntat eller normalt spridningsavstånd. Längre avstånd representerar långväga spridning mellan subpopulationer men kan också användas för att visa i vilka miljöer det är lämpligt att genomföra förstärkningsåtgärder. Kortare avstånd representerar mer trolig spridning och daglig förflyttning för födosök.

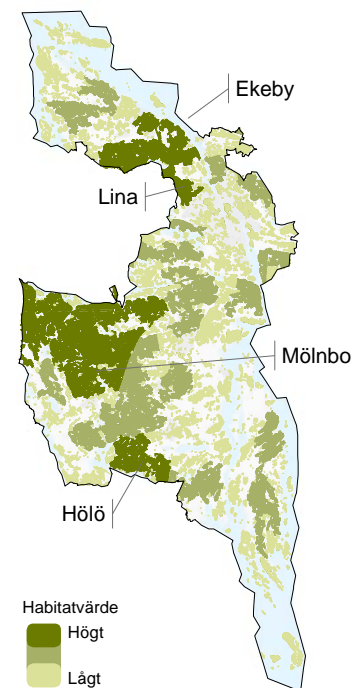
För att kartlägga de effektivaste spridningsvägarna mellan livsmiljöer tilldelades olika marktäckten i motståndslagret olika motståndsvärden, vilka baserades på kunskap om kungsfågeln spridningsförutsättningar. Kungsfågeln bedömdes kunna förflytta sig obehindrat genom barr- och blandskog, och med viss svårhet genom lövskog och över öppen mark och öppet vatten. Exploaterade områden i form av större vägar och byggnader bedömdes som mycket svåra att passera och tilldelades ett högt friktionsvärde. För detaljerad motståndsbedömning se bilaga 3.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för kungsfågel redovisas i figur 17-20. I figur 17 redovisas det kartlagda habitatnätverket med livsmiljöerna graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket samt de ekologiska spridningssambanden mellan dem. I figur 18 visas de kärnområden som kartlagts för kungsfågeln och en bedömning av de ekologiska sambanden mellan dem.

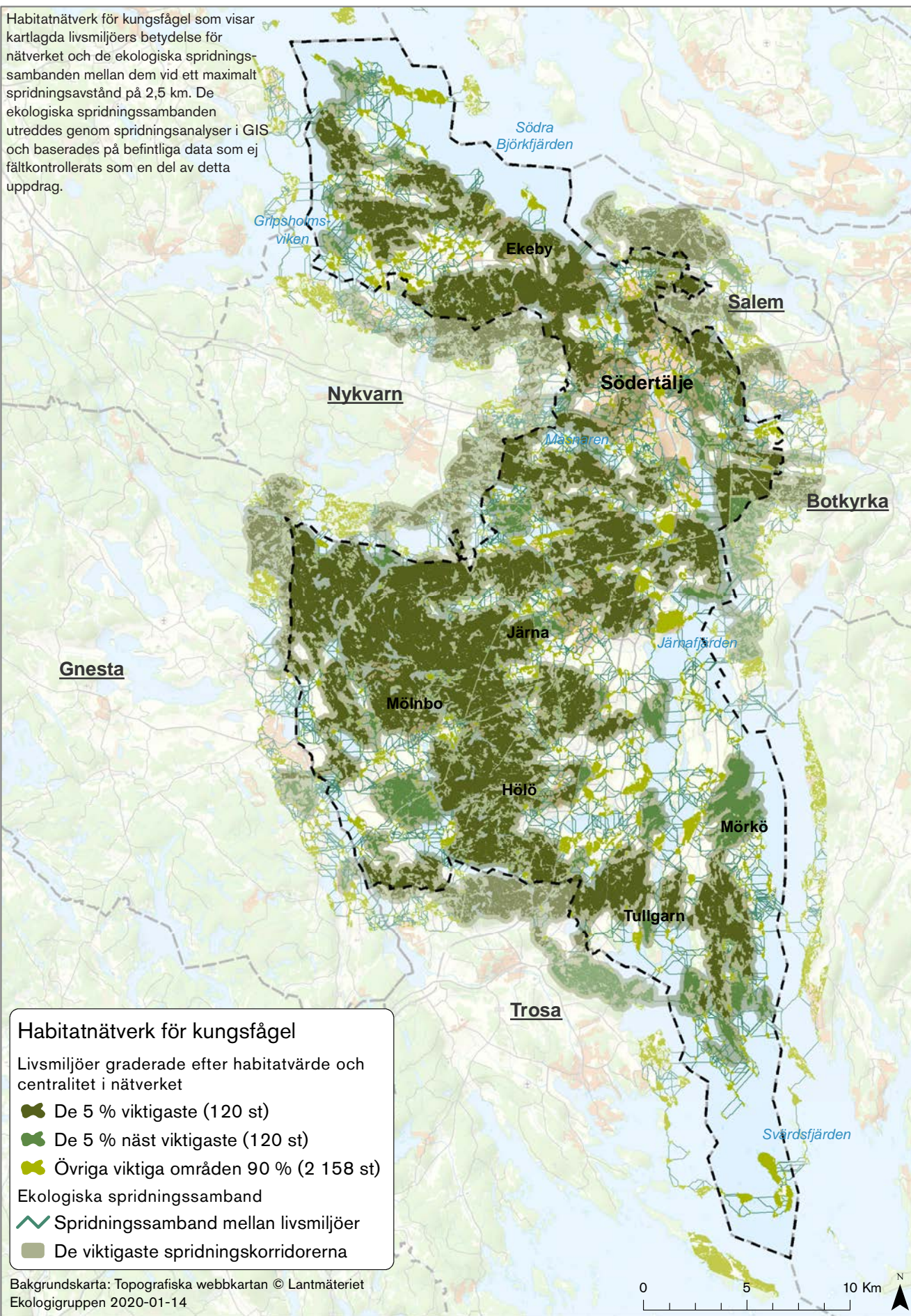
Habitatnätverket

Det barrskogsdominerade landskapet bedöms innebära bra förutsättningar för kungsfågel genom hela Södertälje kommun, eftersom det finns gott om större sammanhängande barrskogsmiljöer mellan vilka avstånden är korta. Resultaten från spridningsanalysen för kungsfågel visar på ett sammanhängande nätverk där framförallt de större sam-

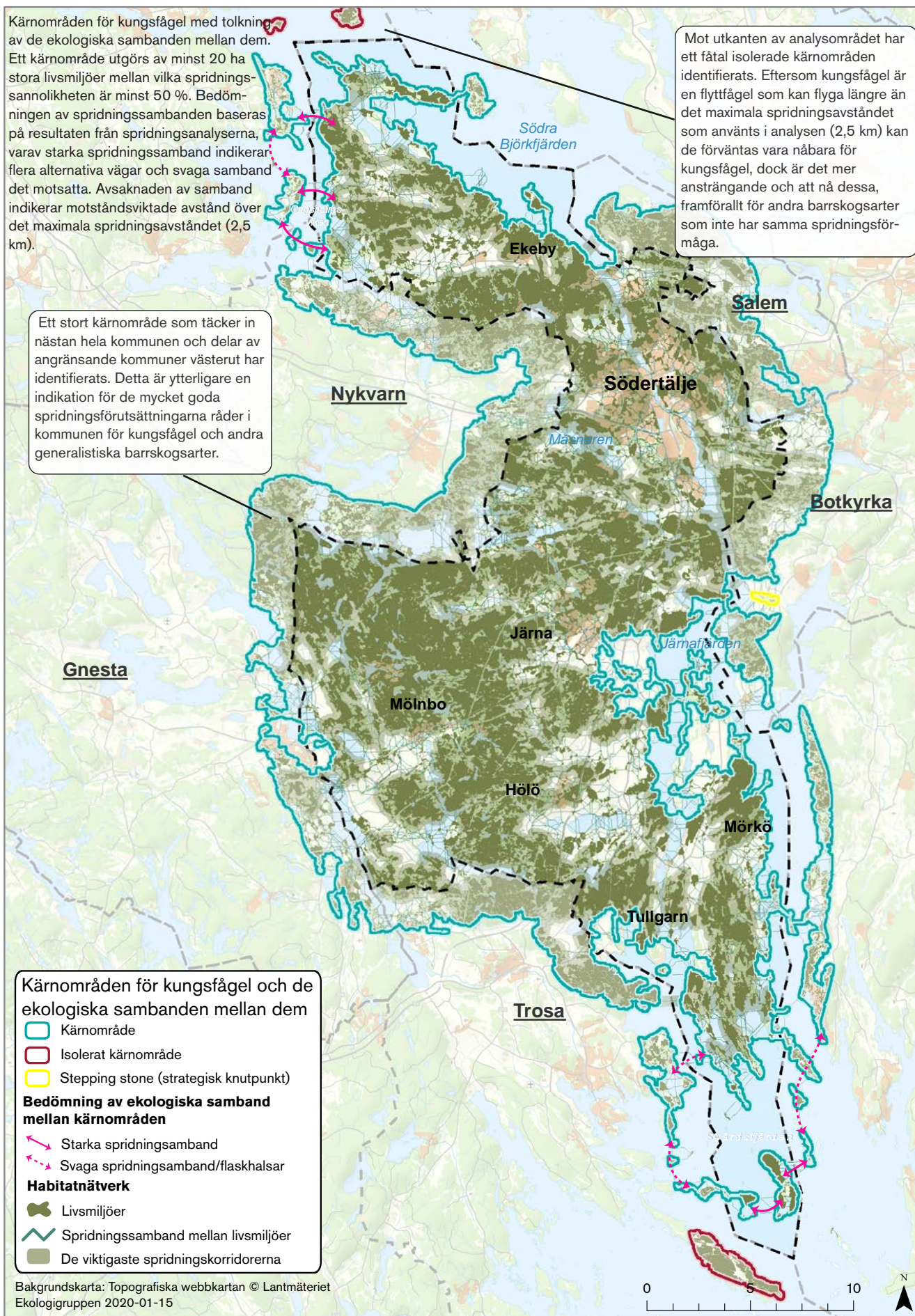


Figur 16. Kartlagda livsmiljöer för kungsfågel graderade efter habitatvärde. Mörkare nyans representerar ett högre värde och ljusare ett lägre värde.

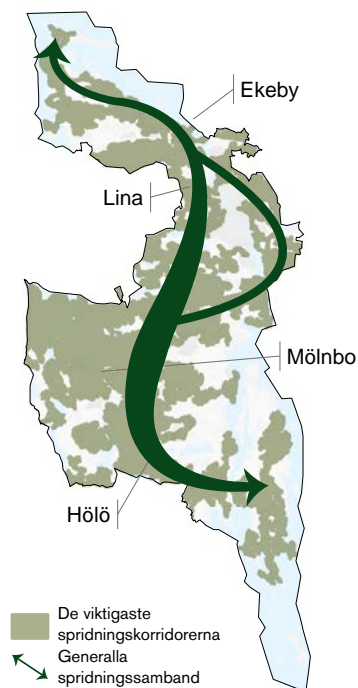
Habitatnätverk för kungsfågel som visar kartlagda livsmiljöers betydelse för nätverket och de ekologiska spridningssambanden mellan dem vid ett maximalt spridningsavstånd på 2,5 km. De ekologiska spridningssambanden utreddes genom spridningsanalyser i GIS och baserades på befintliga data som ej fältkontrollerats som en del av detta uppdrag.



Figur 17. Habitatnätverk för kungsfågel med livsmiljöer graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket och de ekologiska sambanden mellan dem. Baserat på analysresultaten har de viktigaste spridningskorridorerna identifierats, vilka utformats för att mer pedagogiskt åskådliggöra de livsmiljöer och spridningssamband som bedömts vara av särskild betydelse för konnektiviteten i nätverket. För kungsfågel utgörs de viktigaste spridningskorridorerna främst av större sammanhängande livsmiljöer mellan vilka avståndet är kort, vilket medför att spridningskorridorerna är svåra att urskilja i denna karta. För en generalisering av spridningskorridorerna se figur 19.



Figur 18. Identifierade kärnområden och stepping stones för kungsfågel i Södertälje kommun med omnejd. Inom kärnområdena är spridningssambanden generellt goda och sannolikheten för lyckad spridning är minst 50 %. Mellan kärnområden har en bedömning gjorts för de ekologiska spridningssambanden, vilka förtydligats med pilar.



Figur 19. Generella spridningssamband för kungsfågel i Södertälje kommun förtydligad med en pil.

manhängande skogarna utgör stommen, de viktigaste livsmiljöerna, i nätverket. Eftersom habitatnätverket är väl sammanbundet, och i huvudsak utgörs av stora sammanhängande områden, bedömdes att endast de 10 % viktigaste livsmiljöerna i nätverket skulle klassas som viktigast respektive näst viktigast, vilket skiljer sig från de andra spridningsanalyserna. Det för att tydligare åskådliggöra det som enligt analysresultaten utgör de viktigaste spridningskorridorerna.

Stora sammanhängande livsmiljöer är ur ekologiskt perspektiv alltid att föredra, dels eftersom de kan inhysa större populationer och större mångfald av arter, och dels eftersom spridningen i högre utsträckning då sker inom livsmiljön och därmed är mindre riskfylld. I Södertälje kommun är dessutom avstånden mellan de större sammanhängande skogarna på flera ställen korta, vilket också är fördelaktigt för spridningsförutsättningarna mellan livsmiljöer även för arter som är mer spridningsbegränsade än kungsfågel.

Baserat på analysresultaten kan en viktig spridningskorridor skönjas genom hela Södertälje kommun. Den går som ett bakvänt S mellan Södertäljes nordöstra del genom Södertälje centrum, Järna, Mölnbo, Hölö och Tullgarn i syd (figur 19). Inom spridningskorridoren ingår alla de större sammanhängande skogsområdena i nätverket men även många av de till ytan mindre livsmiljöerna. Spridningskorridoren är på flera ställen bred, vilket ytterligare indikerar på goda spridningsförutsättningar utan några distinkta flaskhalsar.

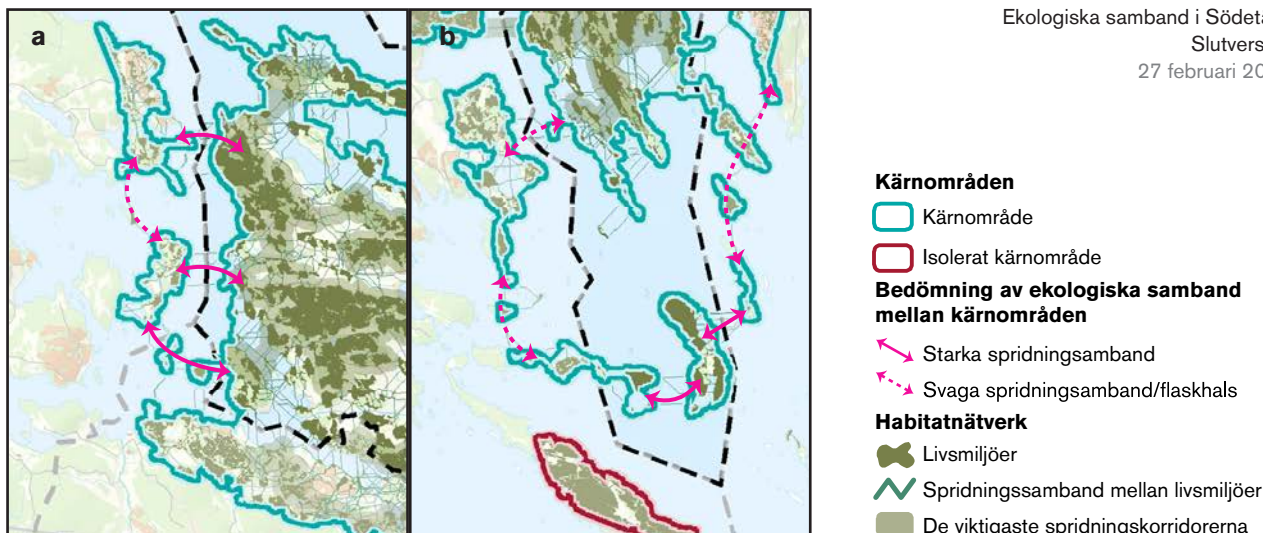
I figur 18 framgår att de flesta livsmiljöer i analysområdet ingår i ett stort kärnområde, vilket främst beror på en hög täthet av livsmiljöer och/eller korta spridningsavstånd. Som tidigare nämnts kännetecknas ett kärnområde av att sannolikheten för spridning mellan livsmiljöer är minst 50 %, det vill säga spridningsförutsättningarna inom ett kärnområde är bättre än mellan dem. Det indikerar att de ekologiska spridningssambanden för kungsfågel i Södertälje, och dess omnejd, generellt är goda.

Resultaten visar också att barrskogsmiljöerna i kommunen även utgör en viktig nod för de ekologiska sambanden för kungsfågel och andra barrskogsarter ur ett regionalt perspektiv. Barrskogsmiljöerna i Södertälje och Botkyrka kommun ingår tillsammans i en viktig spridningskorridor in mot Stockholm stad. Baserat på analysen bedöms att de större sammanhängande barrskogsområdena som återfinns i Södertälje kommun är av betydande vikt för kungsfågeln framgång både ur ett kommunalt och regionalt perspektiv.

Svaga samband och brister

Tre isolerade kärnområden identifierades för detta spridningsavstånd, vilka utgör är lokaliserade i utkanten av utredningsområdet. Eftersom kungsfågel kan flyga längre sträckor antas att även de isolerade kärnområdena är nåbara för den arten, men spridningen kan vara mycket ansträngd eller omöjlig för andra barrskogsarter. Observera dock att resultaten kan vara en effekt av storleken på utredningsområdet och att ifall det varit större och innefattat hela Trosa och Nykvarn så hade eventuellt andra spridningsvägar identifieras till dessa kärnområden. Det innebär att dessa kärnområden är isolerade på kommunal skala, men inte behöver vara det ur ett regionalt perspektiv.

Utåt kanterna av utredningsområdet har även flera mindre kärnområden, till vilka spridningssambanden bedömts som svaga, kartlagts.



Figur 20. Ut mot de perifera delarna av analysområdet kartlades ett fåtal kärnområden som är geografisk avknoppade från det stora kärnområdet som täcker upp stora delar av Södertälje kommuns fastland. Dessa utgörs i huvudsak av barrskog på öar separerade av en naturlig barriär, vatten. a) visar kartlagda kärnområden i nordöstra Södertälje och b) kärnområden i södra.

De omfattar i huvudsak barrskogsmiljöer på öar kring Gripsholmsviken i nordväst och Svärdsfjärden i syd, vilka separeras av en naturlig barriär i form av öppet vatten (figur 20). Mellan dem, samt till och från fastlandet, är spridningssambanden generellt svaga, vilket innebär att de endast finns ett fåtal spridningsvägar. De livsmiljöer som upprätthåller dessa samband är därmed av särskild betydelse för att bibehålla sambanden, framförallt i områden kantade av naturliga barriärer eftersom det inte är möjligt att göra förstärkningsinsatser där.

Utvecklingsmöjligheter

I dagsläget är habitatnätverket för kungsfågel och andra generalistiska barrskogarter stort och sammanbundet över hela kommunen. De utvecklingsmöjligheter som finns syftar i huvudsak till att bibehålla sambanden genom att bevara och förstärka de stora sammanhängande skogar som finns och som utgör viktiga noder i nätverket. Eftersom stora delar av de barrskogar som pekats ut som särskilt betydelsefulla inte ligger i formellt skyddade områden, bedöms de största potentiella hoten mot habitatnätverket vara ett skogsbruk utan tillräcklig naturhänsyn, och omfattande exploatering. Ett intensivt kalhyggesbruk skulle kunna medföra en degradering och fragmentering av barrskogsmiljöerna vilket på sikt skulle kunna ha en negativ inverkan på nätverket både för kungsfågel och andra barrskogarter.



Figur 21. Tofsmes (*Lophophanes cristatus*)
Foto Magnus Nilsson Ekologigruppen AB.

Tofsmes i gammal barrskog

Tofsmes har använts som fokusart för att fånga bilden av de ekologiska sambanden för arter knutna till gammal barrskog, företrädesvis talldominerad skog. Till skillnad från kungsfågel har tofsmesen högre kvalitetskrav på den barrskog den lever i (både avseende kontinuitet och storlek). Det innebär att resultaten från denna analys kompletterar kungsfågelsanalysen genom att visa på ett mer specificerat nätverk över samma naturtyp.

Enligt inrapportering på Artportalen för åren 1998-2019 har tofsmes påträffats i samtliga större skogsområden i kommunen, men också i vissa mindre skogspartier i tätorterna som besökare vid fågelbord. Förekomsten av arten och dess livsmiljö tycks förhållandevis god inom kommunen, men en viss koncentration till de södra, västra och centrala delarna kan skönjas (figur 22 och figur 23). Inrapporteringen på Artportalen tenderar att vara högre från tätbefolkade områden och välbesökta friluftsområden och representerar således ingen absolut sanning för artens utbredning i kommunen. I Sverige bedöms tofsmes som livskraftig. Det svenska beståndet har varit tämligen oförändrat under de senaste 30 åren och beräknas till 400 000 par (Ottoson et al. 2012).

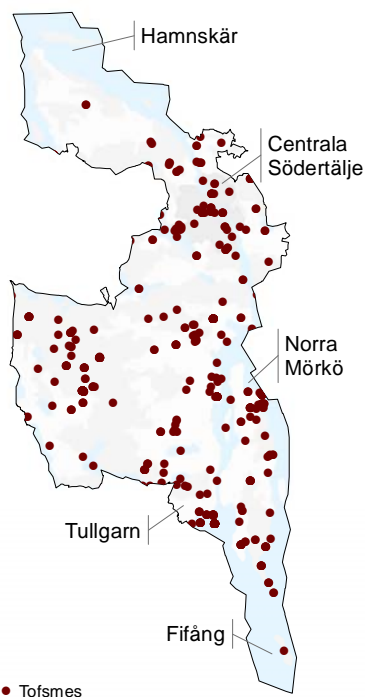
Tofsmes är en intressant fokusart främst tack vare dess koppling till äldre barrskog, företrädesvis tall, en naturtyp som kommit att minska i och med ett intensivt skogsbruk och exploatering. I Stockholmsregionen är tofsmesen särskilt intressant, dels eftersom tallskog är en vanligt skogstyp i regionen, och dels eftersom den påverkas negativt av fragmentering och urbanisering (Lens & Dhondt, 1994; Rodriguez et al, 2001).

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



Figur 22. Förekomst av tofsmes i Södertälje kommun inrapporterade på Artportalen mellan 1998-2019. Observera att inrapporteringen tenderar att vara högre från tätbefolkade områden och välbesökta friluftsområden och representerar således ingen absolut sanning för artens utbredning i kommunen.

sällan lämnar sina revir, medan årsungar kan förflytta sig över två kilometer i sökandet efter eget revir (Ekman 1979).

Kartläggning av habitatnätverk

Livsmiljöer och habitatvärdering

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

- Barrskog över 100 år.
- Barrskog, naturvärdesklass 1-4 enligt SIS-standard.
- Barrskog klassad som nyckelbiotop, biotopskyddsområden och naturvärdesobjekt enligt Skogsstyrelsen.
- Barrskog i skyddade områden enligt Natura 2000 klassificering.

Barrskogsmiljöer som tilldelats naturvärdesklass 4 (visst naturvärde) i samband med inventering uppfyller i dagsläget inte kriterierna som livsmiljö, men bedömdes ändå intressanta att inkludera för att fånga upp deras potentiella funktioner som knutpunkter för spridning. Naturvärdesinventeringar genomförs dessutom oftare i stadnära och (vanligen) mer fragmenterade områden där spridningsmöjligheterna kan vara mer begränsade.

Eftersom tofsmes föredrar större sammanhängande skogar som häckningsmiljöer (Mörtberg et al 2007) exkluderades skogsområden under en hektar från 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 samma värdefaktorer som för kungsfågel: area och kvalitet på indata. Värderingen beskrivs i större detalj i bilaga 1. I figur 23 visas de identifierade livsmiljöerna graderade efter habitatvärde.

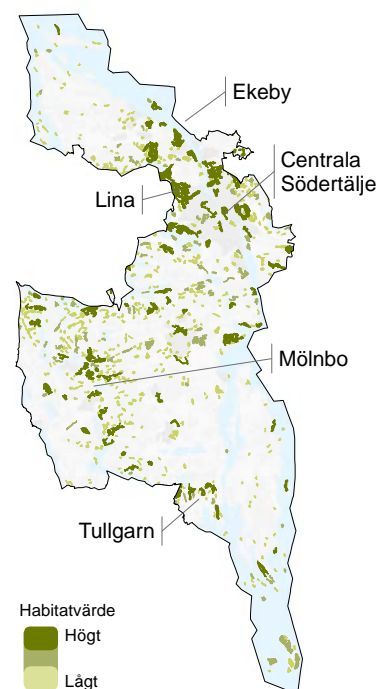
Spridningsavstånd

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 mycket svåra att passera och tilldelades höga motståndsvärden. För detaljerad motståndsbedömning se bilaga 3.

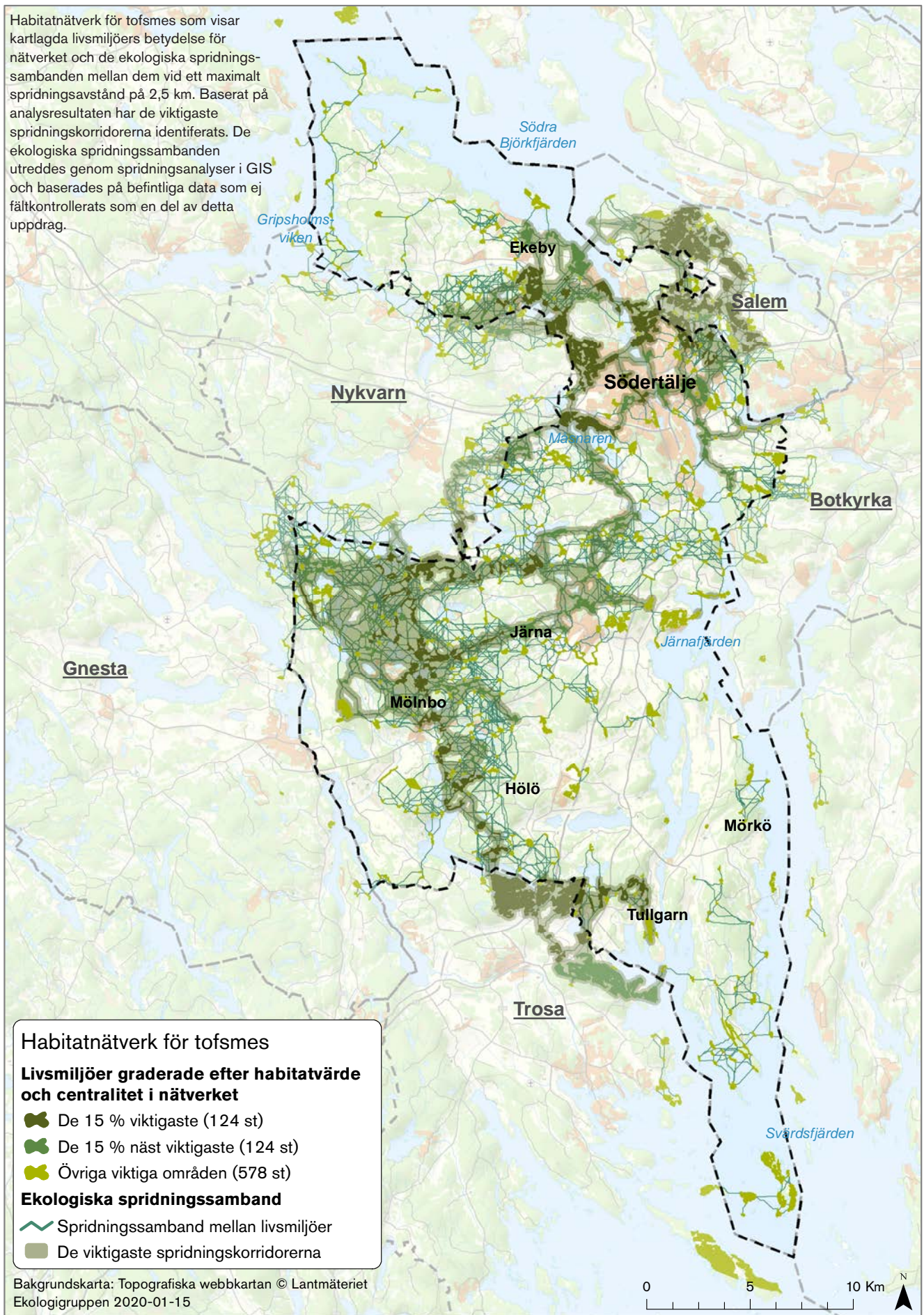
Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för tofsmes redovisas i figur 24-31.



Figur 23. Kartlagda livsmiljöer för tofsmes graderade efter habitatvärde där mörkare grön nyans representerar högt habitatvärde och ljus lägre.

Habitatnätverk för tofsmes som visar kartlagda livsmiljöers betydelse för nätverket och de ekologiska spridnings-sambanden mellan dem vid ett maximalt spridningsavstånd på 2,5 km. Baserat på analysresultaten har de viktigaste spridningskorridorerna identifierats. De ekologiska spridningssambanden utreddes genom spridningsanalyser i GIS och baserades på befintliga data som ej fältkontrollerats som en del av detta uppdrag.



Figur 24. Habitatnätverk för tofsmes med livsmiljöer graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket och de ekologiska sambanden mellan dem. Baserat på analysresultaten har de viktigaste spridningskorridorerna identifierats, vilka utformats för att mer pedagogiskt åskådliggöra de livsmiljöer och spridningssamband som bedömts vara av särskild betydelse för konnektiviteten i nätverket.

I figur 24 redovisas habitatnätverket med kartlagda livsmiljöer graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket, spridningssamband och de viktigaste spridningskorridorerna. I figur 26-27 visas identifierade kärnområden och en bedömning av de ekologiska sambanden mellan dem för hela kommunen, respektive Södertälje tätort.

Habitatnätverket

Resultaten från spridningsanalysen för tofsmes visar på ett relativt väl sammanbundet nätverk där majoriteten av livsmiljöerna ligger inom det maximala spridningsavståndet. Nätverket sträcker sig från Tullgarn i söder och Ekeby i norr, med tydliga kopplingar in i de angränsande kommunerna Gnesta, Nykvarn, Salem och Botkyrka.

Baserat på resultaten har en tydlig spridningskorridor av särskild betydelse för nätverket identifierats. Korridoren är som bredast i området kring Mölnbo där tätheten av viktiga livsmiljöer är högre och spridningsbarriärerna få. Det området kan också antas vara ett viktigt källområde för spridning ut mot andra livsmiljöer i kommunen. Från Mölnbo sträcker sig en smal korridor söderut mot Tullgarn och Trosa kommun, samt tre smalare korridorer norrut genom Södertälje tätort vidare mot Ekeby och Salem kommun (figur 24-25). Livsmiljöerna som ligger inom den viktiga spridningskorridoren utgör de 30 % viktigaste livsmiljöerna i nätverket, vilket innebär att de är av särskild betydelse för att bibehålla den aktuella konnektiviteten. I figur 24 framgår dock att det finns flera funktionella spridningsvägar även utanför de viktigaste spridningskorridorerna, framförallt i området söder om Södertälje tätort. Dessa spridningsvägar hjälper till att upprätthålla konnektiviteten i nätverket genom att bistå med alternativa vägar, vilket gör nätverket mer resiliert mot lokala förändringar, exempelvis förlust eller storleksminskning av livsmiljöer och exploatering av mellanliggande landskap. Observera dock att även små förändringar av nätverket kan ha en omfattande inverkan och kumulativa effekter uppstår lätt, framförallt över tid, och resultera i en irreversibel utveckling mot ökad fragmentering som hämmar spridning och isolerar subpopulationer.

I figur 26 visas de kärnområden som kartlagts för tofsmes. Inom varje kärnområde finns minst 20 hektar av livsmiljöer mellan vilka spridnings sannolikheten är minst 50 % (det vill säga det motståndsviktade avståndet är max 1,25 km). Totalt identifierades 27 kärnområden. Tre av dessa är isolerade kärnområden, till vilka det saknas spridningssamband eftersom det motståndsviktade avståndet överstiger 2,5 km. Två av dem är lokaliserade längst norrut respektive längst söderut i analysområdet, och kan eventuellt vara sammanbundna med livsmiljöer som ligger utanför analysområdet. Det tredje isolerade kärnområdet ligger ute i jordbrukslandskapet vid Hölö, centralt i Södertälje kommun.

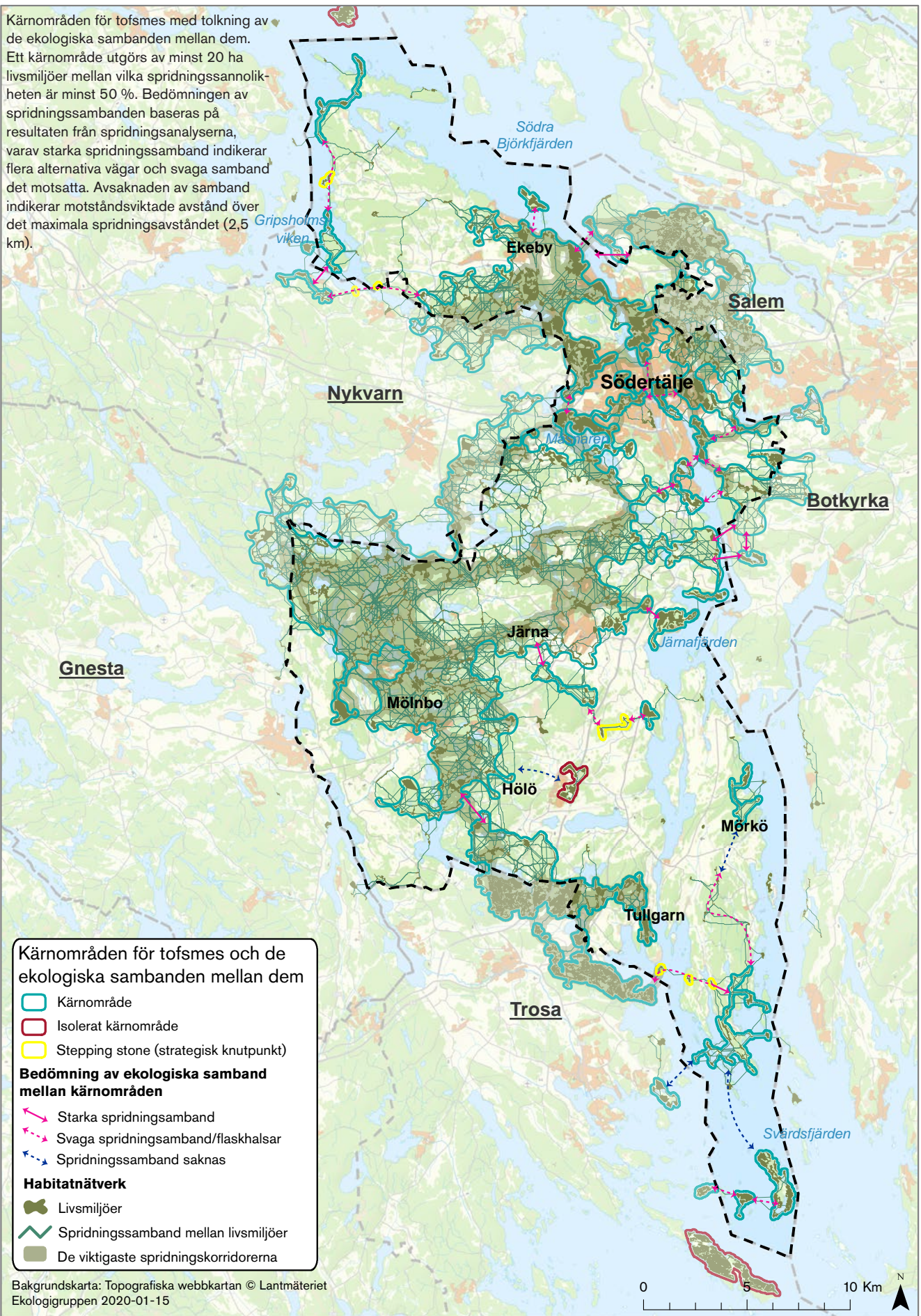
De ekologiska sambanden genom Södertälje tätort

I figur 27 visas en tolkning av de ekologiska sambanden för tofsmes genom Södertälje tätort, med fokus på sambanden mellan kärnområden, det vill säga långväga spridning. Resultaten från analysen visar att det går flera viktiga spridningskorridorer genom Södertälje centrum, vilket är möjligt eftersom det finns flera äldre barrskogsmiljöer om minst en hektar bevarade inne i stadsstrukturen. Flera fynd av tofsmes finns också rapporterade på Artportalen från dessa områden, vilket stärker betydelsen av denna spridningskorridor. Trogligtvis är några av de mindre och till formen avlånga barrskogsområ-

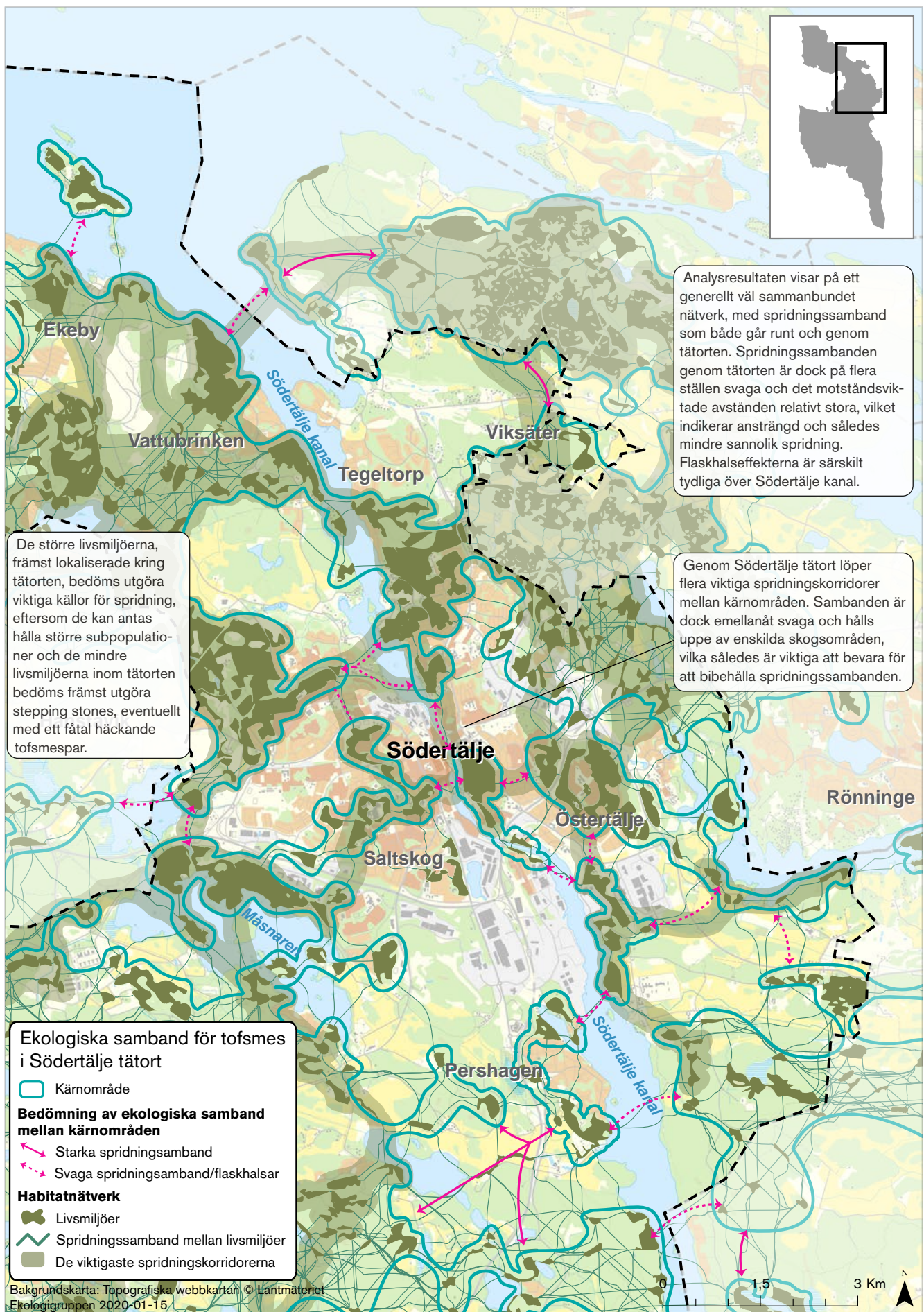


Figur 25. Generella spridningssamband för tofsmes i Södertälje kommun förtydligad med en pil.

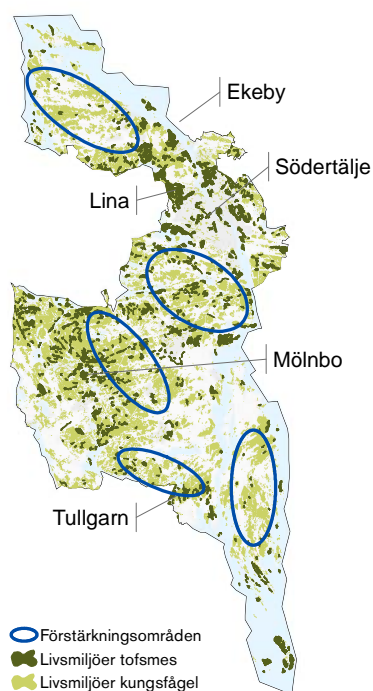
Kärnområden för tofsmes med tolkning av de ekologiska sambanden mellan dem. Ett kärnområde utgörs av minst 20 ha livsmiljöer mellan vilka spridningssannolikheten är minst 50 %. Bedömningen av spridningssambanden baseras på resultaten från spridningsanalyserna, varav starka spridningssamband indikerar flera alternativa vägar och svaga samband det motsatta. Avsaknaden av samband indikerar motståndsviktade avstånd över det maximala spridningsavståndet (2,5 km).



Figur 26. Identifierade kärnområden och stepping stones för tofsmes i Södertälje kommun med omnejd. Inom kärnområdena är spridningssambanden generellt goda och sannolikheten för lyckad spridning är minst 50 %. Mellan kärnområdena har en bedömning gjorts för de ekologiska spridningssambanden, vilka förtydligats med pilar.



Figur 27. Bedömning av de ekologiska spridningssambanden mellan kärnområdena kring Södertälje tätort.



Figur 28. Barrskogsutbredning i Södertälje kommun med särskiljning på gammal skog som minst 1 ha som utgör lämpliga livsmiljöer för tofsmes och mer generell barrskog som utgör lämpliga livsmiljöer för kungsfågel. Förstärkningsområden visar områden där befintliga livsmiljöer bör utvidgas och förstärkas eller barrskog bör bibehållas för att utvecklas till livsmiljöer för att på sikt stärka nätverket.

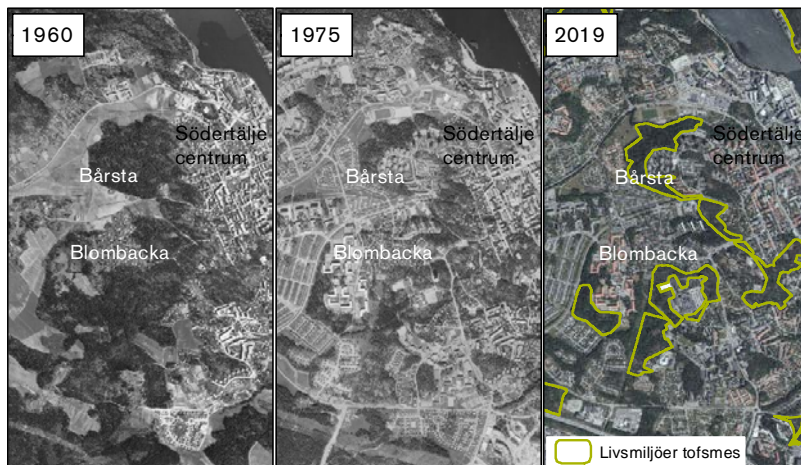
dena inne i tätorten inga optimala häckningsmiljöer för tofsmes, men de utgör viktiga knutpunkter som binder samman de större områdena vid Björneborg, Kusens backe och Fornhöjden och områden längre nordöst mot Salems kommun. De områdena bör därför bevaras, minst i aktuell utbredning för att spridningssambanden genom tätorten ska kunna bibehållas och Södertäljes invånare ska kunna uppleva tofsmes inne i staden även i framtiden.

Svaga samband och brister

Som tidigare nämnts visar resultaten på ett relativt väl sammanbundet nätverk med en viktig spridningskorridor som går genom stora delar av kommunen och binder samman flera kärnområden mellan Tullgarn i syd och Ekeby i norr och de angränsande kommunerna. Tolkning av de ekologiska sambanden mellan kärnområden visar att svaga samband främst återfinns österut i de centrala delarna av kommunen kring Hölö och Mörkö samt nordväst mot Gripsholmsviken och Enhörna. Eftersom tofsmes är en fågel och därför mobil till sin natur är det framförallt i områden där tätheten på lämpliga livsmiljöer är låg, relativt sett, som svaga spridningssamband och barriärer återfinns. Sådana områden utgörs generellt av större sammanhängande tätorter, av kultur- och jordbrukslandskap och av skogsområden där kriterierna för en livsmiljö inte uppfylls, till exempel stora områden bestående av ung barrskog. I Södertälje kommun utgörs de främst av det sistnämnda, vilket också tydligt framgår vid jämförelse av livsmiljöer för tofsmes och kungsfågel (figur 28), där tofsmesnätverket ter sig betydligt mer fragmenterat. Det indikerar att det finns mycket barrskog i Södertälje kommun, men betydligt mindre kvalitativ skog som tofsmes efterfrågar. Det är främst i dessa områden svaga eller obefintliga spridningssamband i tofsmesnätverket återfinns.

Resultaten visar också att det finns betydligt fler, men till storleken mindre, kärnområden för tofsmes jämfört med kungsfågel. Ur ett ekologiskt perspektiv är detta till nackdel för tofsmesen eftersom det indikerar generellt större spridningsavstånd mellan tofsmesens livsmiljöer. Det medför således mindre sannolik spridning och sämre konnektivitet generellt, jämfört med kungsfågel. Inom ramen för detta uppdrag har nätverkets förändring över tid inte studerats ingående, men det är inte orimligt att anta att spridningsförutsättningarna historiskt varit betydligt bättre, både avseende storlek på livsmiljöer och spridningsavstånden mellan dem. Faktorer som stärker denna uppfattning är dels (som tidigare nämnt) en jämförelse mot spridningsanalysen för kungsfågel (figur 28) och dels en jämförelse av ortofoton från 1960, 1975 och 2019 (figur 29) som visar att omfattande avverk-

Figur 29. Ortofoton för 1960, 1975 och 2019 för områdena kring Blombacka och Bårsta strax väster om Södertälje centrum. Ortofotona visar att mellan 1960-1975 skedde en omfattande avverkning och exploatering i dessa områden. Skog och åkermark togs i anspråk för den växande staden. Omfattande avverkning skedde även i skogsområdena kring Mölnbo, men där främst till följd av skogsbruk. Källa Historiska ortofoton 1960 och 1975 och Ortofotofärg 0,5 m 2019 ©Lantmäteriet.



ning (både för skogsbruk och exploatering) ägde rum mellan 1960-1975 på flera ställen i kommunen och att det fortsatt fram till 2019. Således är dagens fragmenterade habitatnätverk en produkt av en omfattande avverkning och exploatering. Storleksfördelningen av identifierade livsmiljöer visar också att mer än hälften (519 av 826) av dem är mellan 1-4 hektar (figur 30), vilket baserat på Eggers storleksuppskattning av häckningsrevir (personlig kommunikation i Mörtberg et al. 2007) medför att max två tofsmespar kan häcka per livsmiljö. Det ger ytterligare en antydning till en fragmentering som sannolikt inverkat negativt på nätverkets bärkapacitet, det vill säga på populationsstorleken av tofsmes som nätverket kan föda. Det kan i sin tur indikera att nätverket idag befinner sig i ett känsligt läge där ytterligare försämring av livsmiljöernas kvalitet och utformning lokalt kan få omfattande konsekvenser för tofsmesen och andra barrskogsarter i äldre barrskog.

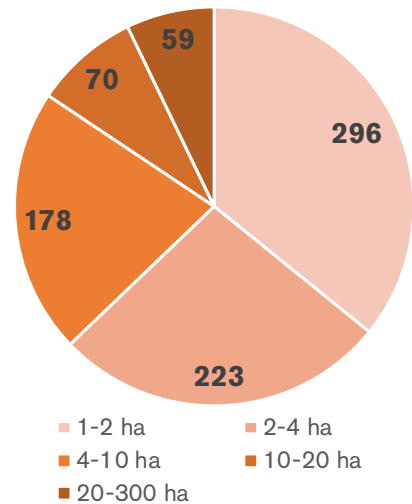
Utvecklingsmöjligheter

För tofsmes och arter med liknande krav på sina livsmiljöer är framförallt storleken och åldern på skogen avgörande för huruvida ett område är lämpligt eller inte. Om syftet är att förstärka den gröna infrastrukturen för tofsmes, eller för dess livsmiljöer generellt i det befintliga nätverket, bedöms de viktigaste insatserna således vara att bevara och utvidga kartlagda livsmiljöer och utveckla nya områden, förslagsvis i de områden som pekats ut i figur 28. Detta skulle dels kunna medföra att bärkapaciteten i nätverket ökar och dels att avstånden mellan livsmiljöer minskar, vilket således skulle stärka nätverkets resiliens. Det kan låta sig göras genom strategisk planering av avverkning (både för skogsbruk och exploatering), där kommunen kan undvara egen skog från avverkning och istället, på de ställen där det är strategiskt, aktivt arbeta med naturvårdsinriktad skötsel så att dessa skogar på sikt kan utvecklas till lämpliga livsmiljöer. En positiv synergieffekt av detta kan vara att isolerade områden inom kommunen, exempelvis kärnområdena utåt Mörkö och det isolerade kärnområdet vid Hölö binds samman, vilket figur 31 visar kan göras genom att undvara strategisk placerade skogsområden från exploatering och avverkning, exempelvis skogsområden mellan Mölnbo och Hölö.

Tätortsnära skog (framförallt kring Södertälje tätort och Järna) kan av förklarliga skäl vara svår att utvidga och är således viktigare att bibehålla i aktuell utformning för att konnektiviteten inte ska försämrans i dessa områden. Tätortsnära skog kan också bidra med ekosystemtjänster exempelvis reglering av lokalklimat, bullerdämpning och luftrening samt ha rekreativa värden, vilket är ytterligare motiv för bevarande.



Storleksfördelning av livsmiljöer för tofsmes



Figur 30. Cirkeldiagram som visar arealfördelningen av de 826 livsmiljöer som kartlagdes för tofsmes. Siffran i diagrammet anger hur många livsmiljöer som tillhör den kategorin. Majoriteten av livsmiljöer är mellan 1-4 hektar, vilket för tofsmes är väldigt små.

Kärnområden

- Kärnområde
- Isolerat kärnområde

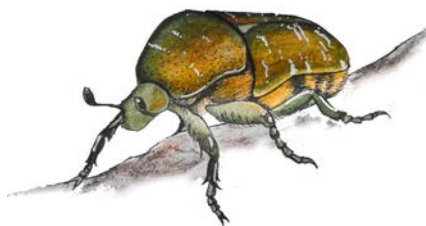
Habitatnätverk

- Livsmiljöer tofsmes
- Spridningssamband mellan livsmiljöer
- De viktigaste spridningskorridorerna

Utvecklingsmöjligheter

- Förstärkningsområde
- Livsmiljöer kungsfågel

Figur 31. Vid Hölö (centralt i Södertälje kommun) har ett isolerat kärnområde kartlagts. Mellan detta kärnområde och det större kärnområdet längre österut finns barrskog som i dagsläget inte uppnår habitatkvaliteter (i detta fall ålder) att utgöra livsmiljö för tofsmes, men om dessa områden åldras och utvecklas skulle det på sikt kunna medföra en förstärkning av de ekologiska sambanden i detta område.



Figur 32. Brun guldbagge (*Protaetia marmorata*). Illustration av Ellinor Scharin Ekologigruppen AB



Figur 33. Observationer av brun guldbagge rapporterade på Artportalen mellan 1998-2019.

Brun guldbagge i ädellövmiljöer

För att analysera spridnings samband för insekter kopplade till gamla ädellövträd i Södertälje kommun har bladhorningen brun guldbagge (*Protaetia marmorata*) använts som fokusart (figur 32). Arten lever framförallt i gamla hålträd av ek, men påträffas även i andra trädslag. Arten flyger gärna och påträffas ofta kringflygande i miljöer där den finns etablerad.

Arten förekommer sparsamt i Södertälje kommun. I ArtDatabankens rapportsystem Artportalen är arten rapporterad från ett fåtal perifera områden i kommunen som Fifång, norra Mörkö, Hamnskär och Tullgarn (figur 33).

Ekologi

Brun guldbagge är en tämligen stor (ca. 2-2,5 cm lång) skalbagge från familjen bladhorningar. Arten känns lätt igen på sin storlek, kombinerat med den glänsande grönaktigt bruna färgen på täckvingarna, som också har små spridda fläckar av gulaktiga hår. Arten är knuten till gamla hålträd av framförallt ek, men påträffas även i andra trädslag av ädellövträd. Den bruna guldbaggens larver lever i mulmen, den lösa massa som fyller värdträdets håligheter (figur 34). Larverna utvecklas under flera år och gnager på veden som omger stamhället, för att slutligen förpuppas i en kokong av vedfragment och ekskrementkorn. I samma miljöer förekommer också ett stort antal sällsynta och rödlistade insekter, varför brun guldbagge utgör en god indikatorart för ädellövskogsområden med höga naturvärden. Arten förekommer framförallt i östra Sverige, och har sin huvudsakliga utbredning i östra Svealand och kustområden i östra Götaland. Arten var tidigare rödlistad i Sverige, men är idag listad som livskraftig, även om det förekommer indikationer på att arten minskar i landet (ArtDatabanken 2017). Skalbaggen flyger gärna, men dess spridningsförmåga är inte studerad i detalj. Studier indikerar dock att viss spridning över en kilometer förekommer och att den tycks vara betydligt mer spridningsbenägen än exempelvis läderbagge, en rödlistad art som förekommer i samma livsmiljöer, men som har mycket begränsad spridningsförmåga (Oleksa et al. 2013, Ranius & Hedin 2000).



Figur 34. Livsmiljö brun guldbagge. I den vänstra bilden ses ett hålträd med insektsgnag och i bild till höger utspilld mulm tillsammans med ekskrementer av brun guldbagge.

Livsmiljöer och värdering

Livsmiljön för brun guldbagges utgörs av ett ädellövträd med död ved och håligheter i stammen. Det är dock strukturer som oftast inte finns väl dokumenterade i befintliga underlag, men genom att väga in faktorer som beståndsålder och naturvärde kan lämpliga livsmiljöer kartläggas med relativt hög säkerhet. Till spridningsanalysen för brun guldbagge valdes livsmiljöer utifrån följande kriterier:

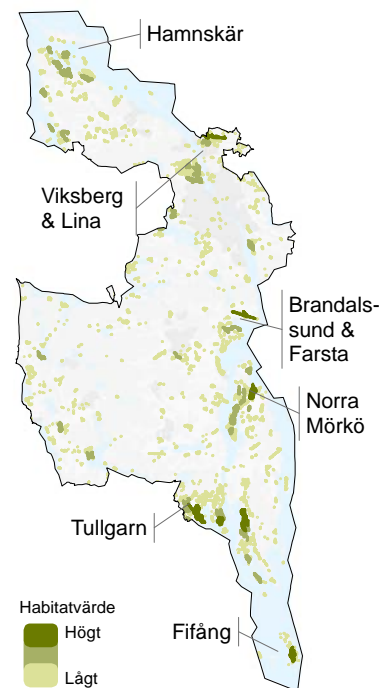
- Skyddsvärda ädellövträd från utförda trädinmätningar
- Områden med stor förekomst av skyddsvärda ädellövträd
- Skogsstyrelsens nyckelbiotoper
- Skogsstyrelsens naturvärdesobjekt
- Andra ädellövskogsområden
- Naturvärdesobjekt identifierade vid naturvärdesinventeringar.
- Artfynd av ädellövträdslevande arter som lavar, svampar och insekter rapporterade på Artportalen eftersom artens koppling till substratet (trädet) gör att fyndplatsen antas utgöra ett ädellövträd med kvaliteter som även lämpar sig för brun guldbagge.

Livsmiljöerna togs i första hand fram ur befintliga underlag, både i punkt- och ytformat. För vissa ytbaserade underlag gjordes dessutom överlagringsanalyser i GIS med andra underlag för att kartlägga specifika biotoper, exempelvis gammal lövskog. Därutöver kompletterades det primära urvalet med livsmiljöer avgränsade genom förenklad flygbildstolkning i områden som pekats ut som kända ädellövträdsmiljöer. För mer detaljer kring urvalen av livsmiljöer se bilaga 1. Avslutningsvis hade 1797 geografisk avgränsande livsmiljöer i varierande storlek kartlagts inom analysområdet för brun guldbagge (figur 35).

För att i analysen väga in livsmiljöernas skilda kvaliteter för brun guldbagge tilldelades de ett habitatvärde. Eftersom brun guldbagge är beroende av död ved och svampangripna äldre ädellövträd, har områden där detta kan antas troligt förekommande värderats högre, medan andra områden värderats lägre. Då livsmiljöerna kommer från både yt- och punktbaserade dataunderlag användes två beräkningsmetoder för att uppskatta habitatvärdet. För ytbaserade objekt motsvarar värdefaktorn objektets bedömda naturvärde och storlek. För punktbaserade objekt, vilket representerar enskilda träd, har värdefaktorn beräknats genom värdering och summering av enskilda faktorer (omkrets, hålträd, mulmförekomster och död ved) hos det inventerade trädet. För mer detaljer kring värderingen av livsmiljöer för brun guldbagge se bilaga 1 - Teknisk metodbilaga. Områden med högt habitatvärde förekommer framförallt perifert i kommunen kring Tullgarn och öarna Fifång, Hammarskär och norra Mörkö, men även mer centralt kring Viksberg och Lina (figur 35).

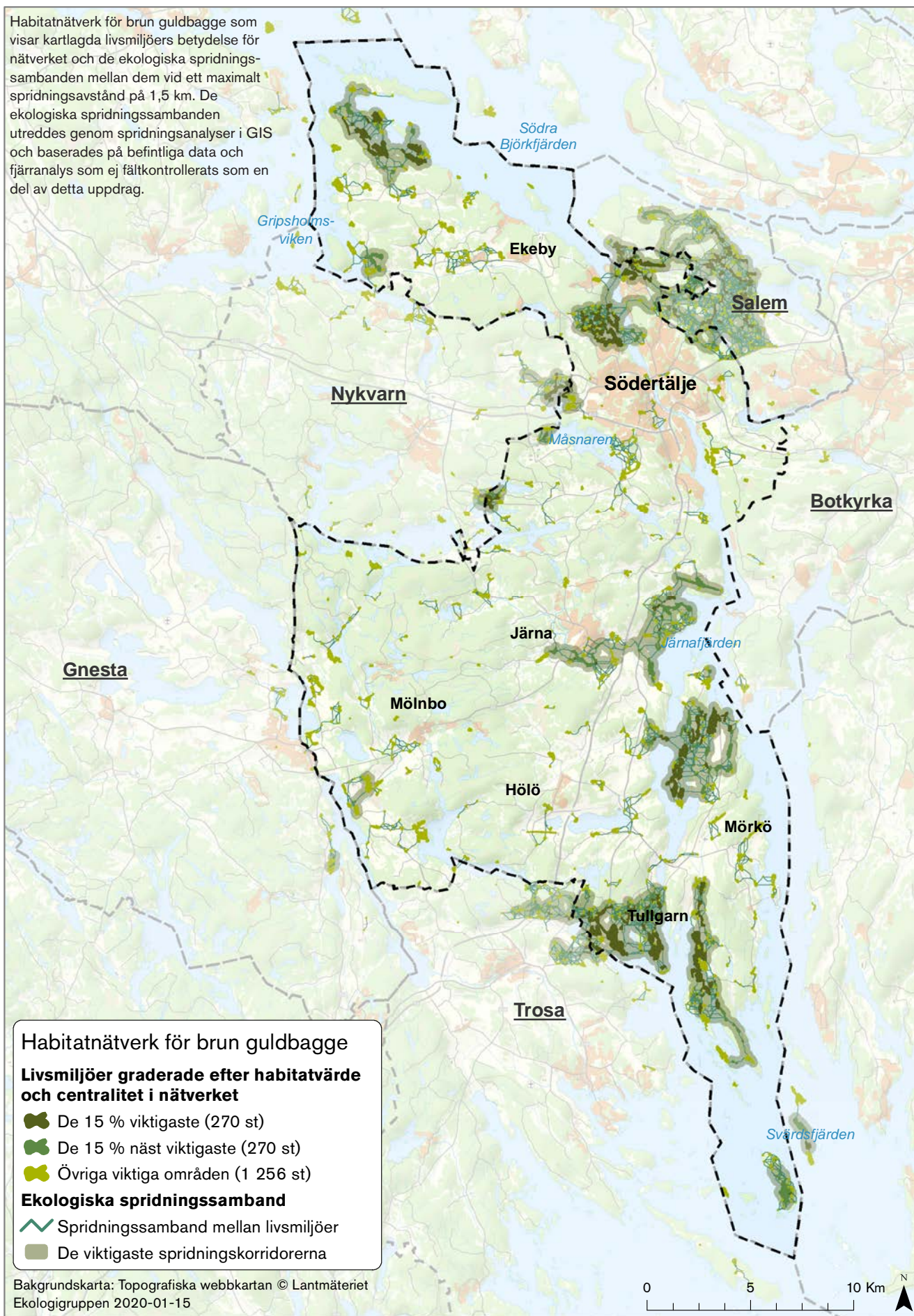
Spridningsavstånd

Artens maximala spridningsavstånd sattes till 1,5 km vilket bedömdes representera långväga förflyttningar. Därtill applicerades en sannolikhetsfaktor för lyckad spridning, vilket i detta fall var 50 % vid 750 meter, 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 brun guldbagge utan även för andra mer spridningsbegränsade ädellövträdslevande insekter, exem-



Figur 35. Kartlagda livsmiljöer för brun guldbagge graderade efter bedömt habitatvärde där en mörkare nyans representerar ett högre värde och vice versa.

Habitatnätverk för brun guldbagge som visar kartlagda livsmiljöers betydelse för nätverket och de ekologiska spridnings-sambanden mellan dem vid ett maximalt spridningsavstånd på 1,5 km. De ekologiska spridningssambanden utreddes genom spridningsanalyser i GIS och baserades på befintliga data och fjärranalys som ej fältkontrollerats som en del av detta uppdrag.



Figur 36. Habitatnätverk för brun guldbagge med livsmiljöer graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket samt de ekologiska sambanden mellan dem. Baserat på analysresultaten har de viktigaste spridningskorridorerna identifierats, vilka utformats för att mer pedagogiskt åskådliggöra de livsmiljöer och spridningssamband som bedömts vara av särskild betydelse för konnektiviteten i nätverket.

pelvis läderbagge. Eftersom detaljerade uppgifter om artens spridningsförmåga saknas bör resultaten av denna analys ses som en indikation på konnektiviteten för artens livsmiljöer snarare än en exakt representation av artens spridningsförutsättningar inom kommunen.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för brun guldbagge redovisas i figur 36-43. I figur 36 redovisas de viktigaste ekologiska sambanden med de livsmiljöer som identifierats graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket, samt de viktigaste spridningskorridorerna. I figur 39 visas de kärnområden som kartlagts för brun guldbagge med tolkning av de ekologiska sambanden mellan dem, och i figur 40 visas samma karta men med fokus på Södertälje tätort.

Habitatnätverket

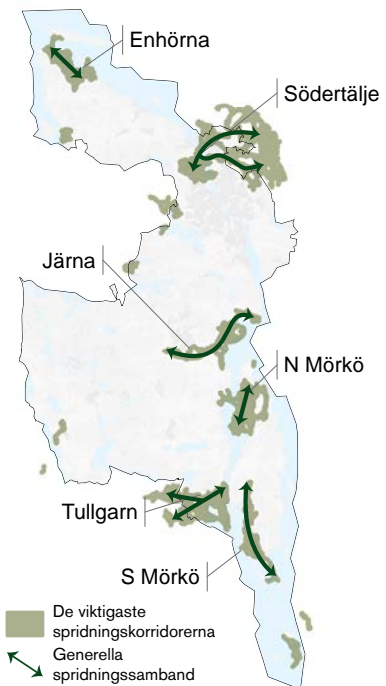
Resultaten från spridningsanalysen visar att de finns flera geografisk avskilda kluster med viktiga livsmiljöer kring Mörkö, Tullgarn, Järna ut mot kusten till Järnafjärden, Södertälje tätort in i Salem kommun, samt kring Enhörna vid Södertälje kommuns nordspets (figur 36 och figur 37). Dessa kluster är främst lokaliserade österut i kommunen mot kusten och utgör generellt egna kärnområden med begränsade samband till andra kärnområden (figur 39). Analysresultaten visar att det saknas ekologiska samband som möjliggör spridning genom kommunen, det vill säga mellan livsmiljöerna kring Enhörna i norr och livsmiljöerna kring Tullgarn i söder. De viktiga spridningskorridorerna som identifierats är även de koncentrerade till dessa kluster och visar på lokalt viktiga stråk i dessa områden (figur 37).

Svaga samband och brister

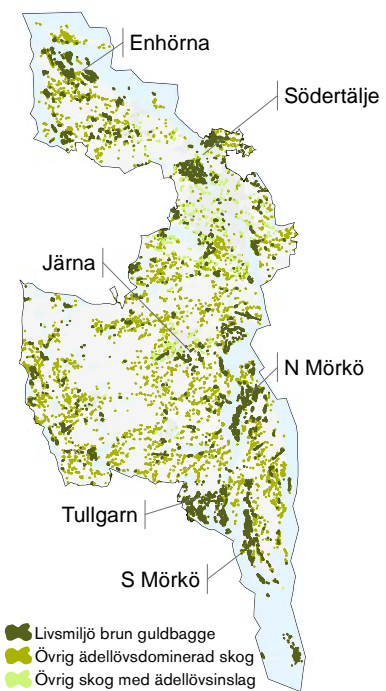
Det mest framstående bristerna ur ett kommunalt perspektiv är avsaknaden av kommuntäckande spridningssamband. Den huvudsakliga orsaken är avsaknaden av livsmiljöer inom möjligt spridningsavstånd utmed den östra kustzonen mellan Tullgarn-Järna, Järna-Södertälje och Södertälje-Enhörna. Dessa områden utgörs i huvudsak av odlingslandskap med åkermarker och gårdsmiljöer, samt skog. Enligt Södertälje biotopdatabas finns det relativt mycket olika ädellövsskogsmiljöer i dessa områden (figur 38), men de uppnår inte de kvaliteter (i detta fall ålder) för att utgöra lämpliga livsmiljöer för brun guldbagge, men indikerar dock att det finns förutsättningar för att de ekologiska spridningssambanden skulle kunna förstärkas på sikt.

Kring Södertälje tätort har flera separata kärnområden kartlagts (figur 40). De ekologiska spridningssambanden mellan dessa kärnområden är svaga eller saknas. De bedöms dock inte vara isolerade, eftersom de enligt analysresultaten har långväga spridningssamband (över 750 motståndsviktade meter) till enstaka livsmiljöer lokaliserade utanför kärnområdena. Den huvudsakliga orsaken till att spridningssamband saknas är även här avsaknaden av livsmiljöer inom spridningsavståndet. Inom tätorten har enstaka livsmiljöer kartlagts, framförallt utmed Södertälje kanal, men de är för få och ligger på för stort avstånd från varandra för att utgöra ett eget kärnområde och de saknar helt spridningssamband med livsmiljöer och kärnområden utanför tätorten.

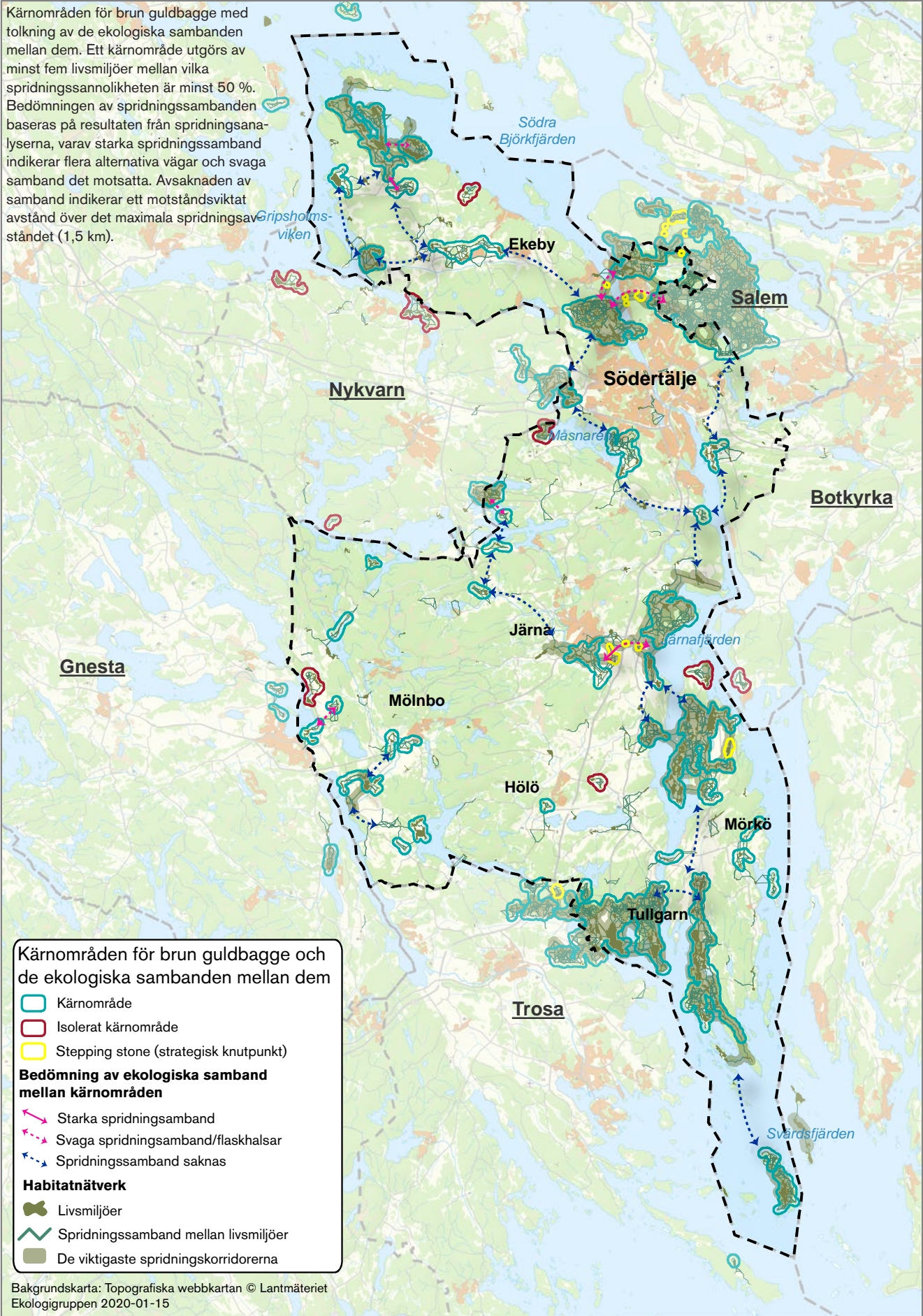
Norr om Södertälje tätort (vid Lina naturreservat) finns flera viktiga livsmiljöer (figur 36) som utgör ett kärnområde (figur 40) från vilket två viktiga spridningskorridorerna sammanbinder livsmiljöer i Salems



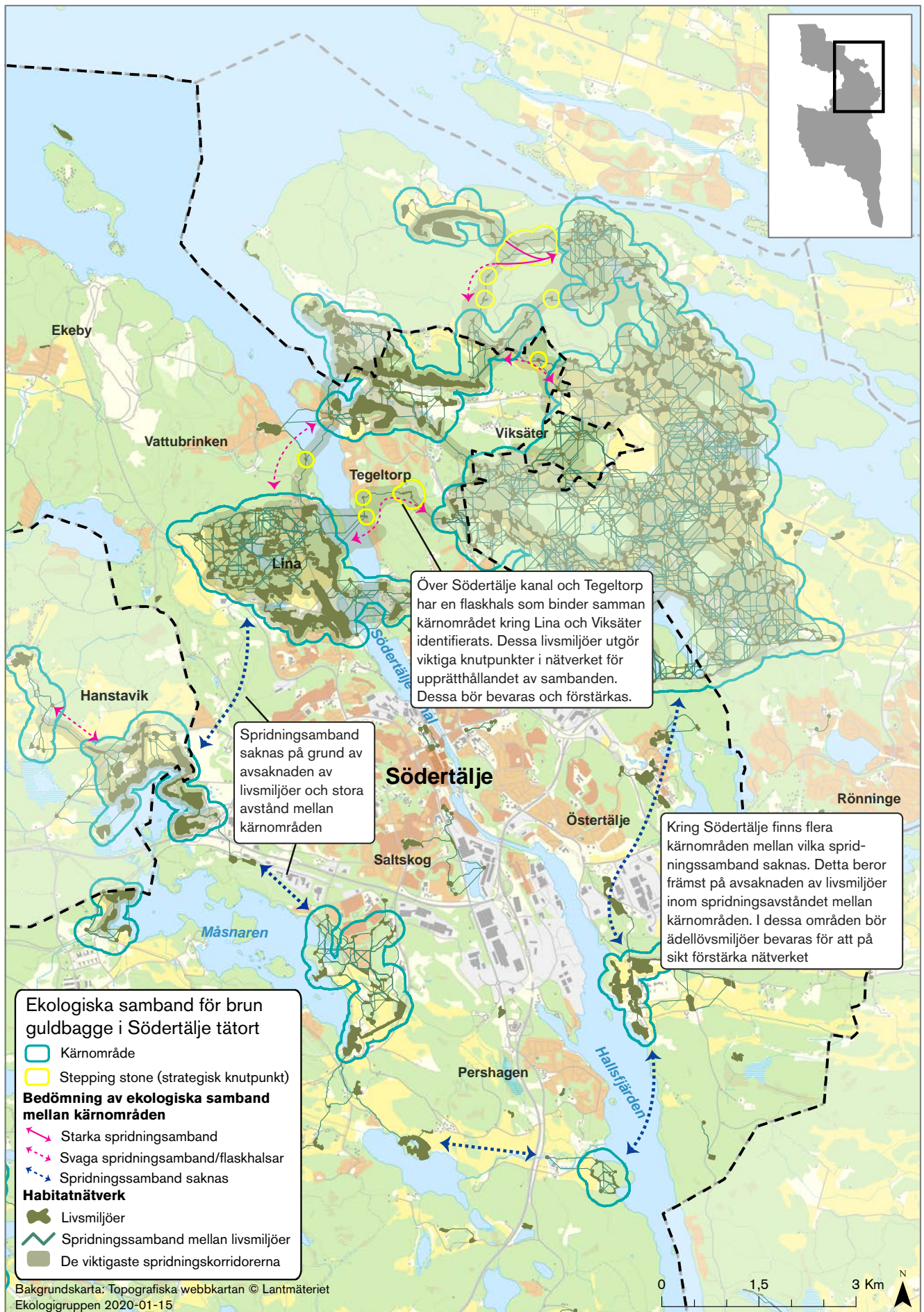
Figur 37. Generella spridningssamband för brun guldbagge i Södertälje kommun.



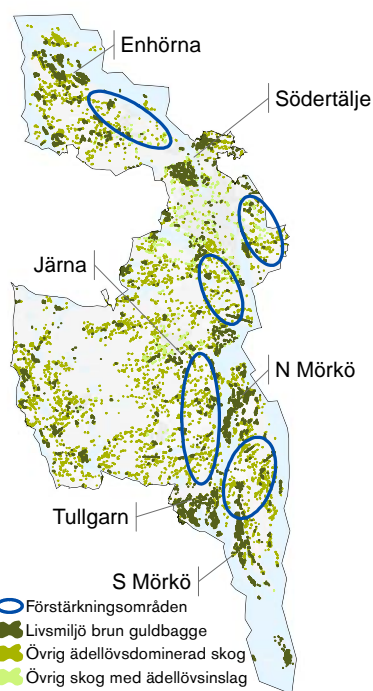
Figur 38. Livsmiljöer för brun guldbagge samt övriga ädellövsmiljöer i Södertälje kommun. Det finns mycket ädellövsmiljöer i kommunen, vilket innebär att de ekologiska sambanden genom kommunen skulle kunna förstärkas på sikt.



Figur 39. Identifierade kärnområden och stepping stones för brun guldbagge i Södertälje kommun med omnejd. Inom kärnområdena är spridningssambanden generellt goda och sannolikheten för lyckad spridning är minst 50 %. Mellan kärnområden har en bedömning gjorts för de ekologiska spridningssambanden, vilka förtydligats med pilar.



Figur 40. Bedömning av de ekologiska spridningssambanden mellan kärnområden för brun guldbagge kring Södertälje tätort.



Figur 41. Potentiella förstärkningsområden har identifierats på ett flera platser utmed kustzonen i Södertälje kommun. Om ädellövsmiljöerna i dessa områden utvecklades till livsmiljöer skulle de innebära en förstärkning av de ekologiska spridningssambanden genom kommunen.

kommun. I figur 40 som visar de ekologiska sambanden kring Södertälje tätort framgår att spridningsvägarna till och från kärnområdet vid Lina utgörs av svaga samband. Det innebär att sambanden upprätthålls av enstaka livsmiljöer som är strategiskt placerade i nätverket, så kallade stepping stones eller knutpunkter (markerade med gult i figur 40). Dessa knutpunkter är särskilt viktiga att bevara för att de ekologiska sambanden över detta område ska bibehållas. Avståndet till och från dessa stepping stones är dock relativt stort (över 750 motståndsviktade meter), vilket medför att sannolikheten för lyckad spridning är låg (under 50 %).

Utvecklingsmöjligheter

Som tidigare nämnts saknas det i dagsläget spridningssamband mellan majoriteten av de kartlagda kärnområdena i Södertälje kommun, vilket beror på bristen av livsmiljöer mellan dem. Förekomsten av ädellövsmiljöer i Södertälje biotopdatabas indikerar dock att grundförutsättningarna finns för att fler livsmiljöer ska kunna utvecklas och på sikt stärka de ekologiska sambanden i kommunen. Det skulle kunna göras genom riktade insatser där företrädesvis ädellövsmiljöer som är strategiskt lokaliserade bevaras och utvecklas. För att ädellövsmiljöer ska utveckla de kvaliteter som brun guldbagge och även många andra ädellövsträdslevande arter kräver (solbelysta stammar, håligheter i stam och död ved) kan de behövas en naturvårdsskötsel som gynnar den utvecklingen. Exempel på sådan naturvårdsskötsel kan vara friställning och återkommande slyröjning så att stammarna blir solbelysta, och kvarlämnande av död ved som faunadepåer (figur 42). Detta kan även tillämpas på befintliga livsmiljöer för att förbättra dem och säkerställa förekomst av ek-efterträdare så att livsmiljöns kapacitet bibehålls även i framtiden. Även hävd med bete eller slätter kan var värdefulla skötselinsatser med stor positiv inverkan.



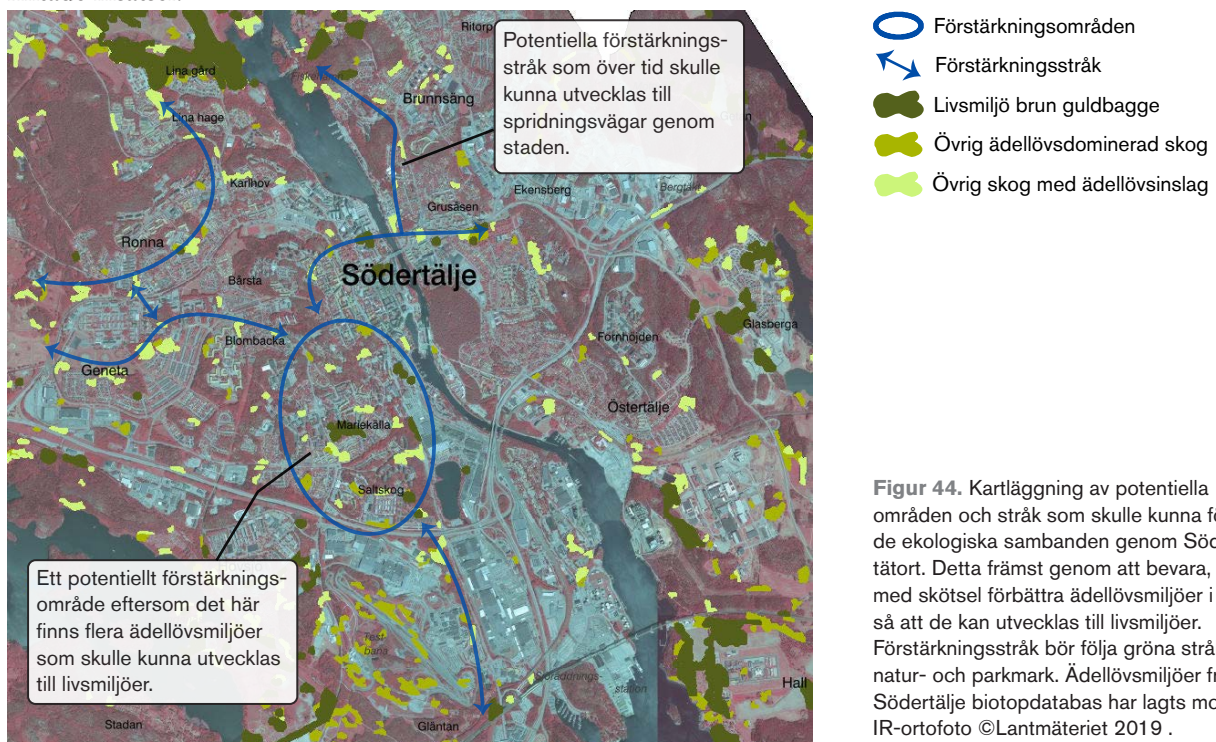
Figur 42.
a) Igenväxande skogsbryn med ek. Det täta underskiktet gör att ekstammarna inte kommer i kontakt med solljus, vilket är negativt för många ädellövsträdslevande arter. Från Farstanäset i Stockholm. Foto Tim Schnoor, Ekologigruppen AB.
b) Friställning av ek i skogsbryn. Genom bortrensning av underskiktet har ekarna friställts. Död ved har lämnats på platsen som faunadepåer. Från Farstanäset i Stockholm. Foto Rikard Anderberg, Ekologigruppen AB.

Ytterligare möjliga insatser för eklevande insekter kan vara veteranisering, vilket innebär att naturliga processer efterhämmas och skapas för att få yngre och medelålders ekar att snabbare utveckla värdefulla strukturer som död ved och håligheter. Även uppsättning av så kallade mulmholkar (figur 43), vilket är tillverkade, ordentligt stora holkar som efterliknar förhållanden inne i en ihålig ek med mulm (trämjöl). Veteranisering och mulmholkar har använts framgångsrikt i Östergötland, Blekinge, Kalmar, Örebro, med flera ställen. Holkarna kan byggas antingen av virke eller av urholkade ekstammar.

Eftersom de större kärnområdena ligger utmed kustzonen mot Södertälje kanal och Mörkö är det dit insatserna bör koncentreras för att kommunala samband ska uppnås effektivast (figur 41).

Södertälje biotopdatabas visar också att det i och kring Södertälje tätort finns ädellövsmiljöer som skulle kunna utvecklas till livsmiljöer och således forma nya eller stärka befintliga spridningssamband i området. Företrädesvis bör ädellövsmiljöer inom och mellan kärnområdena som finns i utkanten av tätorten prioriteras. Eftersom det i huvudsak utgörs av naturmark kan förutsättningarna (fler ädellövsmiljöer och färre spridningsbarriärer) antas vara bättre där. Baserat på resultaten i figur 40 skulle riktade insatser för att stärka spridningssambanden förslagsvis göras i odlingslandskapet söder om Pershagen och i skogsområdena öster om Östertälje och norr om sjön Måsnaren.

Ädellövsmiljöer eller enskilda ädellövsträd inne i staden bör även de bevaras och utvecklas för att de livsmiljöer som finns där inte ska isoleras ytterligare. Företrädesvis bör sådana insatser riktas mot gröna stråk, vilket är linjära strukturer som följer natur- eller parkmark. Genom att studera förekomsten av livsmiljöer och andra ädellövsmiljöer från Södertälje biotopdatabas mot ett ortofoto med IR-komposition, vilket tydligare särskiljer vegetation, (figur 44) kunde ett potentiellt förstärkningsområde och flera förstärkningsstråk identifieras. Förstärkningsområdet ligger kring Saltskog och Mariekälla och utgörs av ett kluster av ädellövsmiljöer, som ifall de utvecklas till livsmiljöer skulle bilda ett lokalt kärnområde och således stärka de lokala spridningssambanden och den subpopulationen. Förstärkningsstråken följer i huvudsak gröna stråk med ädellövsmiljöer som är strategiskt placerade, och som om de utvecklas till livsmiljöer skulle stärka upp spridningssambanden genom tätorten till de kärnområden som ligger utanför. En av utmaningarna med att utveckla spridningssamband genom städer är att livsmiljöer behöver ligga på ett kortare avstånd från varandra, eftersom de i högre utsträckning omgärdas av hårdgjorda ytor, för vilka förflyttning bedöms som mer kostsam jämfört mot naturmark. Det är således något som behöver beaktas i samband med riktade insatser.



Figur 43. Mulmholk av ekstock, invändigt urgröpt och med tillfört sågspån av ek för att efterlikna materialet i en ihålig ek. Mulmholkar kan även göras av virke. Foto Ulrika Hamrén, Ekologigruppen AB

Figur 44. Kartläggning av potentiella områden och stråk som skulle kunna förstärka de ekologiska sambanden genom Södertälje tätort. Detta främst genom att bevara, och med skötsel förbättra ädellövsmiljöer i staden så att de kan utvecklas till livsmiljöer. Förstärkningsstråk bör följa gröna stråk med natur- och parkmark. Ädellövsmiljöer från Södertälje biotopdatabas har lagts mot ett IR-ortofoto ©Lantmäteriet 2019 .



Figur 45. Större vattensalamander (*Triturus cristatus*). Illustration av Anna Maria Larsson Ekologigruppen AB



Figur 46. Lägeskarta för Viksberg i Södertälje kommun.

Större vattensalamander i småvatten i Viksberg

Större vattensalamander (*Triturus cristatus*) (figur 45) har använts för att få en bild av de ekologiska sambanden för spridningsbegränsade organismer knutna till småvatten. Till skillnad från de andra fokusarterna var denna utredning begränsad till Viksbergsområdet, vilket är lokaliserat i nordöstra Södertälje (figur 46). I Viksbergsområdet har flera fynd av större vattensalamander och andra groddjur rapporterats på Artportalen mellan 1999–2019 (figur 47), varav flera gjorts i samband med riktade artinventeringar.

Större vattensalamander och dess livsmiljöer är skyddade enligt miljöbalken enligt paragraf 4 i Artskyddsförordningen.

Ekologi

Större vattensalamander (*Triturus cristatus*) är en av Sveriges två arter salamandrar. Arten förekommer spridd större delen av Svealand och Götaland, samt längs södra Norrlands kustland. Den har tidigare varit rödlistad, och har också omfattats av ett åtgärdsprogram. Vuxna individer kan bli mer än 15 cm långa, men är ofta runt 12–14 cm (Art-Databanken 2019b). Liksom de flesta andra svenska groddjur är större vattensalamander knuten till fuktiga miljöer, och är beroende av mindre vattendrag och vattensamlingar för sin fortplantning. Med undantag från lekperioden lever den större vattensalamandern på land, till exempel under murkna trädstammar, under stenar och i blockterräng, vanligen i fuktig lövdominerad skog. Miljöer som nyttjas som lekmiljöer av större vattensalamander delas ofta med andra groddjur. Arten är inte speciellt kräsen avseende biotopval för sin fortplantning, utan kan leka i olika småvatten, som exempelvis dammar, kärr, vattenfyllda stenbrott och diken. Viktiga egenskaper i lekmiljöerna är att vattnet inte är för snabbt strömmande, samt heller inte för surt. Det får heller inte förekomma fisk och kräftor, då dessa jagar såväl vuxna salamandrar, som yngel och ägg. Ett annat hot mot arten är förhöjd näringshalt i lekmiljöerna, vilket kan leda till såväl syrebrist som direkt toxiska effekter.

De vuxna salamandrar födosöker och övervintrar på land, och tar sig tidigt på våren ner till lekmiljöerna för parning, där de kan samlas i betydande antal. Leken sker nattetid under april-maj. Efter leken lägger honorna äggen på lämpliga blad av olika vattenväxter, och arten är således beroende av viss mängd undervattensvegetation i lekmiljöerna. Efter leken uppehåller sig de vuxna salamandrar i vattnet fram till sommaren, men ynglen har en lång utvecklingstid och lever i vattnet till hösten. Därefter beger de sig upp på land för att söka sig till övervintringsplatserna.

Studier har visat att vuxna salamandrar kan röra sig mer än en kilometer från lekplatsen på jakt efter en lämplig övervintringsplats, men att de oftast rör sig över betydligt kortare avstånd, cirka 50–300 meter (Naturvårdsverket 2007, Kovar et al. 2009). Generellt återvänder den större vattensalamandern till samma lekmiljö år efter år, men förflyttning mellan dem kan ske. Adulta individer tycks då endast förflytta sig kortare sträckor mellan lekmiljöer under parningsäsongen, men juveniler (individer som inte uppnått könsmognad) har observerats i lekmiljöer upp till 860 meter från den plats de kläcktes i (Kunfer et al.

Kartläggning av habitatnätverk

Livsmiljöer och värdering

Större vattensalamander, liksom andra groddjur, behöver flera olika naturtyper för sin överlevnad mellan vilka de förflyttar sig under olika delar av året. Den typen av förflyttning är i sig en form av spridning som kan studeras, men den typ av spridning som denna analys avsåg att utreda var den mellan lek miljöer, vilket representerar spridning för etablering av nya lek miljöer och för genetiskt utbyte mellan sub-populationer. Det medförde att endast lek miljöer användes som indata till analysen, och de kartlades utifrån följande kriterier:

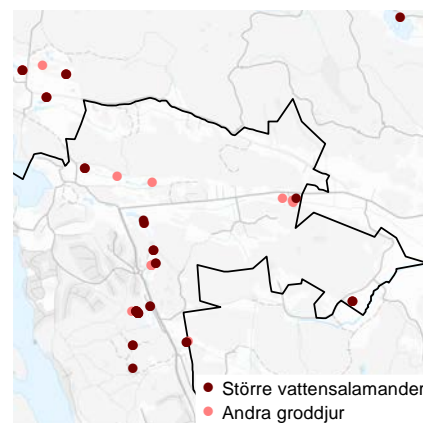
- Småvatten med öppen vattenspegel
- Sänkor med stillastående/lugnflytande vatten i anslutning till dike eller vattendrag
- Vassbälten och vegeterade vikar i större sjöar

Lek miljöerna urskildes i huvudsak från befintliga underlag från Lantmäteriet och genomförda groddjursinventeringar (Ekologigruppen, 2019), men kompletterades med en flygbildstolkning som kartlade ytterligare lek miljöer samt diken och vattendrag som saknades i de övriga underlagen. De kartlagda diken och vattendragen inkluderades i motståndslagret eftersom de bedömdes vara element som groddjuren kan nyttja som spridningsvägar och därmed relevanta för analysen.

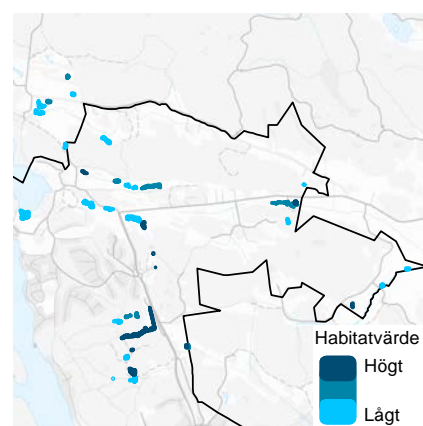
För att bedöma habitatvärdet av lek miljöerna användes tre värdefaktorer: närhet till sommar- och övervintringsmiljöer samt känd förekomst av groddjur. Närheten till sommar- och övervintringsmiljöer, vilka utgjordes av trädklädda betes- och ängsmarker respektive lövskog, graderades i en tregradig skala, där kortare avstånd gav högre poäng och vice versa. Den tredje värdefaktorn, vilken också gav störst utslag, var känd förekomst av groddjur, där lokaler med fynd av större vattensalamander tilldelades högst poäng och lokaler med fynd av andra groddjur ett lägre. Syftet med att vikta förekomst av groddjur högre i habitatvärderingen var för att framhäva lek miljöerna i modellen, eftersom de bedömdes utgöra källmiljöer för spridning, det vill säga från de lokaler individer kommer att förflytta sig. Lek miljöernas habitatvärde erhöles därefter genom multiplicering av de ingående värdefaktorerna, och åskådliggörs i figur 48. För en detaljerad beskrivning av värderingen se bilaga 1 - Teknisk metodbilaga.

Spridningsavstånd

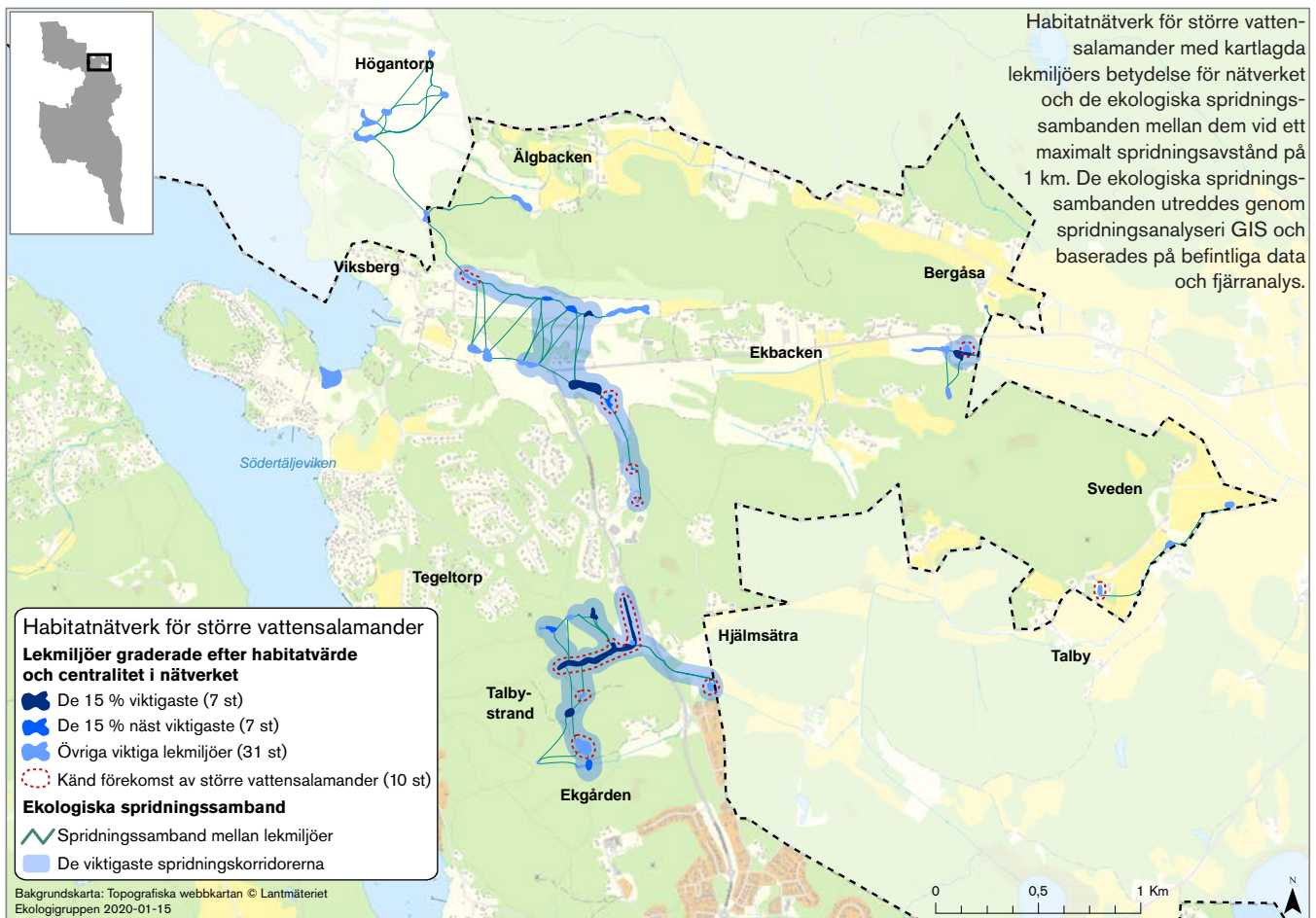
Som tidigare nämnts syftade analysen till att utreda spridningssambanden mellan lek miljöer. Baserat på studierna från Kunfer et al. (2000) och Kovar et al. (2009) bedömdes att det maximala spridningsavståndet skulle vara 1 km, vilket representerar långväga förflyttningar, främst av juveniler, som trots att de är sällsynta ändå är möjliga. För att återspegla artens generella ovilja att röra sig längre avstånd från sin lek miljö, samt inkludera den ökade risken som ett större avstånd medför, applicerades en sannolikhetsfaktor på spridningsavståndet, vilken sattes till 0,5 vid 500 meter. Det medför att sannolikheten för lyckad spridning sjunker med ökat avstånd och vice versa. Ett kartlagt spridningssamband under 500 meter bedömdes representera mer förväntad spridning mellan lek miljöer, medan längre avstånd bedömdes representera långväga och mindre sannolik spridning mellan mer avlägsna sub-



Figur 47. Artfynd av groddjur mellan 1998-2019 registrerade på Artportalen.



Figur 48. Kartlagda lek miljöer för större vattensalamander graderade efter bedömt habitatvärde där en mörkare nyans representerar ett högre värde och vice versa.



Figur 49. Habitatnätverk för större vattensalamander med lekmiljöer graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket samt de ekologiska spridningssambanden mellan dem. Baserat på analysresultaten har de viktigaste spridningskorridorerna identifierats, vilka utformats för att mer pedagogiskt åskådliggöra de lekmiljöer och spridningssamband som bedömts vara av särskild betydelse för konnektiviteten i nätverket.

populationer i nätverket.

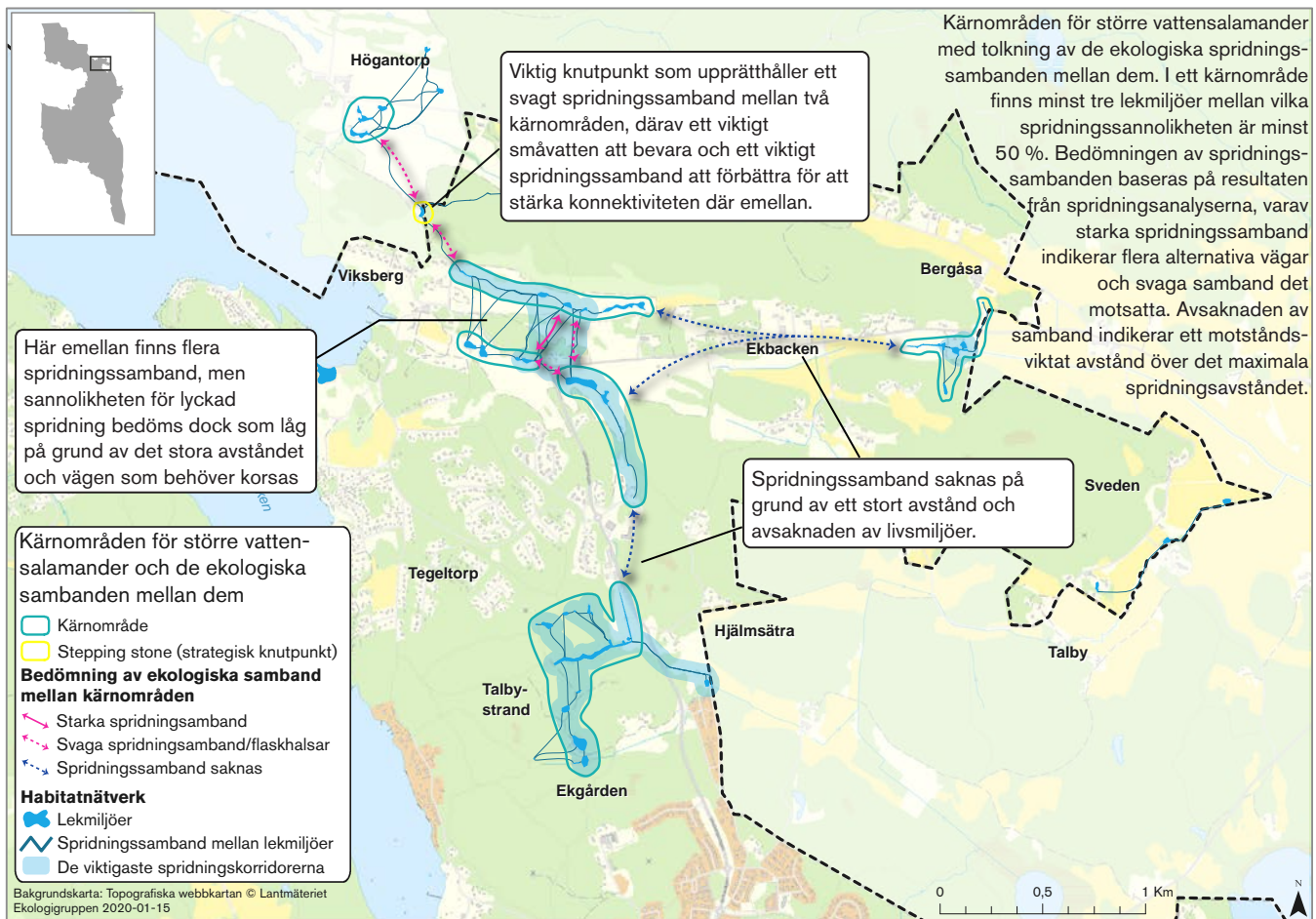
För att kartlägga de effektivaste spridningsvägarna mellan lekmiljöer tilldelades olika marktäckten i motståndslagret olika motståndsvärden, vilka baserades på kunskap om den större vattensalamanderns spridningsförutsättningar. Den bedömdes förflytta sig obehindrat genom lövskog, halvöppen mark och vatten (ej större vattensamlingar) och med ökad svårighet genom öppen mark, barrskog och urban grönsstruktur. Exploaterade områden i form av större vägar och byggnader bedömdes som mycket svåra att passera och tilldelades höga motståndsvärden. För detaljerad motståndsbedömning se bilaga 3.

Resultat

Resultaten från spridningsanalysen för större vattensalamander redovisas i figur 49-50 samt figur 52-54. I figur 49 redovisas de viktigaste ekologiska sambanden, med de livsmiljöer som identifierats graderade efter habitatvärde och centralitet i nätverket samt de viktigaste spridningskorridorerna. I figur 50 visas de kärnområden som kartlagts för större vattensalamander med fokus på de ekologiska spridningssambanden mellan dem.

Habitatnätverket

Resultaten från spridningsanalysen för större vattensalamander visar att det finns fem huvudsakliga kluster av lekmiljöer i Viksbergsområdet. Det största klustret återfinns centralt i området, kring Viksbergs golfbana, där tolv sammanlänkande lekmiljöer har identifierats. Längre söderut, mellan Hjälmståtra och Ekgården, finns ett kluster med tio lekmiljöer. De flesta lokalerna med rapporterade fynd av större vattensalamander finns i dessa kluster. Därutöver finns två mindre kluster, dels söder om Bergåsa dels sydost om Sveden, där större vatten-



Figur 50. Kartlagda kärnområden och bedömning av de ekologiska spridningssambanden mellan dem för större vattensalamander i Viksbergområdet med omnejd.

salamander rapporteras från en lek miljö vardera. I Högantorp, lokaliserat strax norr om kommungränsen, finns det femte klustret. Från det området finns inga fynd av större vattensalamander rapporterade. Mellan klustret vid Högantorp och Viksbergs golfbana har ett spridningssamband kartlagt, vilket hålls upp en av den lek miljö som kartlagt på kommungränsen. I övrigt saknas spridningssamband mellan de identifierade klustren. Det indikerar att det finns lokala små habitatnätverk med metapopulationer för större vattensalamander, men ett sammanbundet nätverk som täcker in Viksbergområdet med omnejd saknas.

Majoriteten av de 30 % viktigaste lek miljöerna återfinns i klustren kring Viksbergs golfbana och Ekgården-Hjälmträ. Det var väntade resultat eftersom det också är där flest lek miljöer inom rimliga avstånd från varandra är lokaliserade, vilket indikerar att det är det lokalt starkaste habitatnätverket för vattensalamander i Viksbergområdet.

Baserat på analysresultaten kartlades sex kärnområden. Inom varje kärnområde finns minst tre lek miljöer mellan vilka spridningssannolikheten är minst 50 % (det vill säga motståndsviktat avstånd om max 500 meter). Därutöver har en strategisk knutpunkt mellan kärnområdet vid Viksbergs golfbana och Högantorp identifierats (figur 50).

Svaga samband och brister

Analysresultaten visar att det i Viksbergområdet med omnejd finns flera av kärnområdena mellan vilka spridningssamband saknas, detta då det motståndsviktade avståndet överstiger en kilometer, således är osannolikt att det sker någon förflyttning av individer mellan dem. Flera av kärnområdena utgör därför enskilda små habitatnätverk med en ytterst lokal utbredning, vilket gör dem särskilt sårbara för negativa förändringar (exempelvis igenläggning av lek miljöer eller exploatering



Figur 51. Exempel på en grodtunnel. För att leda groddjuren till tunneln behöver det finnas en barriär som hindrar dem från att korsa vägen. Foto Ekologigruppen.

utmed spridningsvägar i det mellanliggande landskapet) eftersom även till synes små förändringar har stor inverkan på små nätverk och de lokala metapopulationerna som finns där. Små habitatnätverk är även mer känsliga mot oförutsägbara naturliga händelser, exempelvis uttorkning och sjukdomar, som kan resultera i att lokala metapopulationer helt slås ut. Avsaknaden av spridningssamband kan då medföra att lekmiljöer vars population försvunnit inte återkolonieras av individer från andra kärnområden, vilket har en direkt negativ inverkan på den biologiska mångfalden. Sammanfattningsvis kan därför sägas att Viksbergsområdet med omnejd är ett fragmenterat landskap för större vattensalamander med dålig konnektivitet och isolerade metapopulationer för vilka små förändringar av levnads- och spridningsförutsättningarna kan ha stor negativ inverkan på dem och således på den biologiska mångfalden i området.

Avsaknaden av spridningsvägar beror främst på stora avstånd, som mellan kärnområden öster och väster om Ekbacken. En annan bidragande faktor är begränsad framkomlighet på grund av barriärer som vägar, annan hårdjord mark och hållmark, som mellan kärnområdet vid Viksbergs golfbana och Ekgården som separeras av Viksbergsvägen och den nyetablerade Viksbergsskolan.

Mellan kärnområdena vid Viksbergs golfbana och Högantorp (Salems kommun) har ett svagt spridningssamband identifierats. Det spridningssambandet möjliggörs av det småvatten som ligger på kommungränsen, således är det en viktig knutpunkt för spridningen mellan de två kärnområdena, men eftersom avståndet mellan är stort bedöms att spridningssambandet har begränsad funktionalitet med låg spridnings sannolikhet.

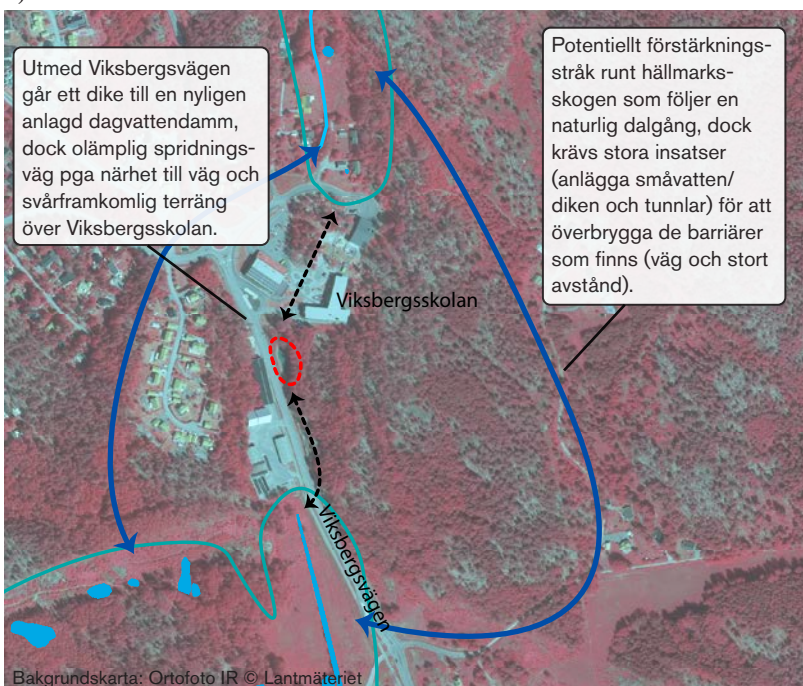
Utvecklingsmöjligheter

De utvecklingsmöjligheter som identifierats syftar främst till att möjliggöra spridning mellan kärnområden och således förbättra de ekologiska sambanden ur ett lokalt perspektiv. För detta behövs förstärkningsåtgärder främst i form av fler lekmiljöer. Spridningsanalysen kan ligga till grund för prioritering av var småvatten kan anläggas eller restaureras för att på sikt stärka både populationen och spridningsförutsättningarna. Ett sätt att förenkla den större vattensalamanderns förflyttning genom landskapet är att överbygga barriärer, till exempel större bilvägar. Det kan med fördel göras genom att bygga passager under vägar, exempelvis tunnlar genom vilka groddjur kan passera (figur 51). För större vattensalamander kan även kulvertar som de kan simma genom vara lämpliga. De får dock ej vara helt vattenfyllda eftersom groddjur andas vid ytan. Groddjurstunnlar kan vara kostsamma investeringar och kan därför föreslås för den myndighet som ansvar för vägen som en anpassning som kan göras i samband med annat inplanerat underhållsarbete, exempelvis omläggning av väg.

Sammantaget har tre områden med utvecklingsmöjligheter identifierats: 1) mellan kärnområdena vid Ekgården och Viksbergs golfbana och 2) mellan Viksbergs golfbana och Bergåsa där samband i dagsläget saknas, samt 3) mellan kärnområdet vid Viksbergs golfbana och Högantorp där ett svagt samband finns.

Avsaknaden av samband mellan Viksbergs golfbana och Ekgården beror, som tidigare nämnts, i huvudsak på långa avstånd i kombination med svårframkomlig terräng. Den närmaste vägen (fågelvägen) går längs med Viksbergsvägen och över Viksbergsskolan. Från den avlånga

lekmiljön i det södra kärnområdet tycks det gå ett dike med kulvert under Viksbergsvägen som leder fram till den nyligen anlagda dagvattendammen (figur 52). Det är strukturer som skulle kunna gynna spridningen, dock medför närheten till vägen en del risker, dels för trafikdöd och dels för att förorenat dagvatten kan ansamlas i dammen och göra den olämplig som lekmiljö. Den svårframkomliga terrängen från dagvattendammen över Viksbergsskolans område utgör ytterligare ett hinder som inverkar negativt på sannolikheten för lyckad spridning, således bedöms det vara en olämplig spridningsväg. Om spridnings samband är eftersträvarvärt kan det lämpligast upprättas öster om hällmarken och följa en naturlig sänka (figur 52 blå pil). Nackdelarna med detta alternativ är dels det stora avståndet, vilket kan medföra omfattande insatser (anlägga småvatten och diken) behövs för att ett spridningssamband ska kunna etableras och dels att Viksbergsvägen fortfarande behöver korsas, vilket skulle kunna undvikas med en groddjurstunnel.

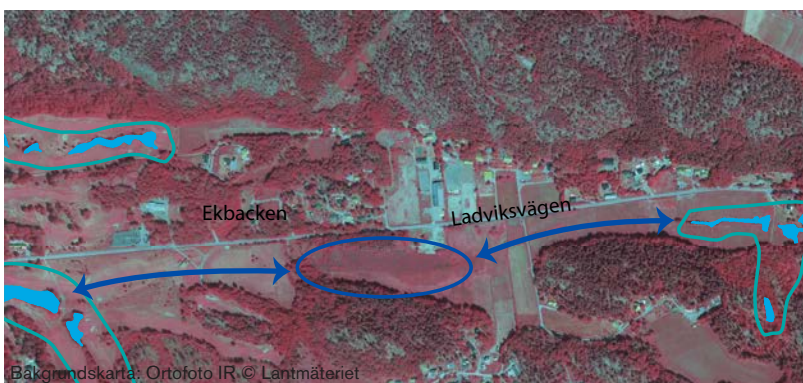


Teckenförklaring för figurer på detta uppslag

-  Förstärkningsområden
-  Förstärkningsstråk
-  Olämplig spridningsväg
-  Lekmiljö
-  Kärnområde
-  Dagvattendamm

Figur 52. Potentiella spridningssamband i området kring Viksbergsvägen och Viksbergsskolan.

Mellan kärnområdena vid Viksbergs golfbana och Bergåsa är avståndet, ca 1,5 km (fågelvägen), för långt för att spridning ska vara sannolik för större vattensalamander. Förslagsvis skulle en spridningskorridor kunna etableras genom den öppna marken söder om Ladviksvägen genom att anlägga ett eller flera småvatten i den fuktäng som ligger centralt i området och som identifierats som ett potentiellt förstärkningsområde (figur 53). Det skulle stärka upp sambanden mellan kärnområdena genom att utgöra en ny lekmiljö och knutpunkt för spridning.

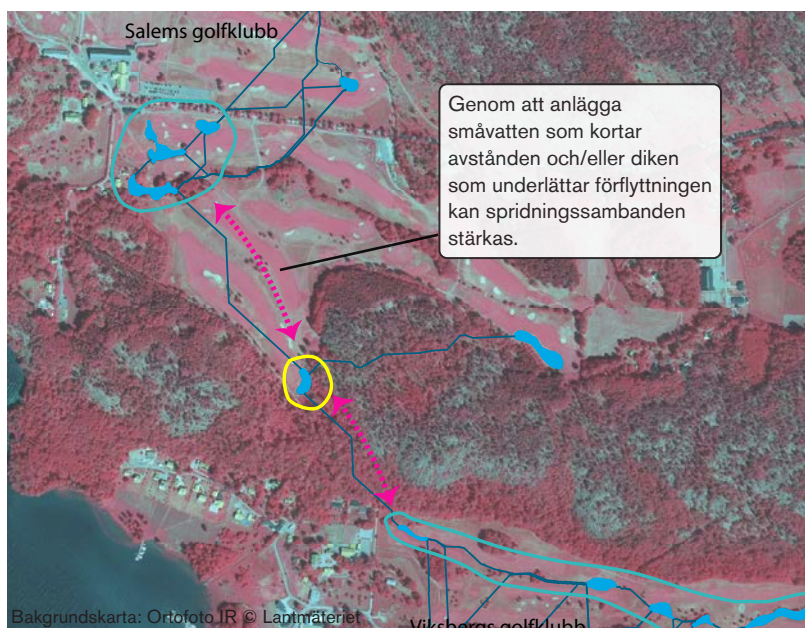


Figur 53. Potentiellt förstärkningsområde och stråk för att upprätta spridningssamband mellan två kärnområden över Ekbacken.

Mellan kärnområdena vid Viksbergs golfbana och Högantorp (Salems golfklubb) är det motståndsviktade avståndet för stort för att ett direkt spridningssamband ska vara möjligt. I samband med spridningsanalysen kunde ändå ett spridningssamband dock kunna etableras mellan dem genom att använda det småvatten som ligger lokaliserat mellan de två kärnområdena som en stepping stone (figur 54). Det småvattnet är således en viktig knutpunkt för långväga spridning i nätverket och är därför viktig att bibehålla. Spridningssambandet mellan de två kärnområden bedömdes dock som svagt eftersom alternativa vägar saknas, och avståndet till och från knutpunkten överstiger 500 motståndsviktade meter, vilket inverkar negativt på sannolikheten för lyckad spridning. Eftersom landskapet i detta område i dagsläget inte är hårdgjort bedöms det finnas förutsättningar för att skapa lösningar som skulle kunna stärka upp de ekologiska spridningssambanden, förslagsvis genom att anlägga ytterligare småvatten (exempelvis på Salems golfbana) och/eller genom att anlägga diken/vattendrag omgärdade av en mindre intensivt skött skyddszon som kan underlätta förflyttningen för större vattensalamander och andra groddjur. Starkare ekologiska spridningssamband mellan de två kärnområdena skulle ha en mycket positiv inverkan på den samlade konnektiviteten för större vattensalamander i Viksbergsområdet, således även för andra spridningsbegränsade arter kopplade till småvatten.

Teckenförklaring

-  Svaga spridningssamband
-  Lekmiljö
-  Spridningssamband mellan lekmiljöer
-  Kärnområde
-  Stepping stone
-  Dagvattendamm



Figur 54. Potentiella spridningssamband i området kring Viksbergs och Salems golfklubb.

De samlade ekologiska sambanden i Södertälje kommun

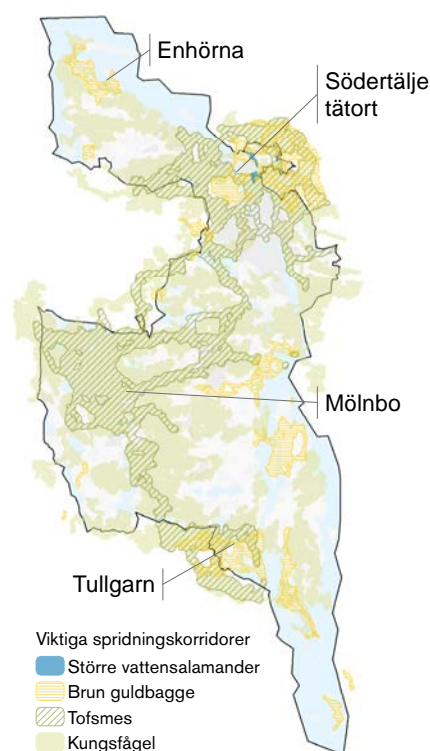
Resultaten visar, som tidigare nämnts, på relativt goda spridningssamband för barrskogsarterna kungsfågel och tofsmes med spridningskorridorer som löper genom stora delar av kommunen, dock med en tydlig fördel för kungsfågel (figur 55). För tofsmes är spridningskorridorerna betydligt smalare och täcker inte in lika stora delar av kommunen som för kungsfågel, vilket indikerar på generellt svagare ekologiska spridningssamband och ett mer skört habitatnätverk för den mer specialiserade tofsmesen som behöver gammal barrskog, främst tallskog. Baserat på det kan tänkas att de ekologiska spridningssambanden för än mer specialiserade barrskogsarter, exempelvis reliktböck som är en insekt knuten till gammal solbelyst tall, är ännu svagare och skörare. För att utveckla och stärka de ekologiska sambanden för specialiserade barrskogsarter behövs lång skoglig kontinuitet säkras på fler i ställen i kommunen eftersom det genererar högre naturvärden som i sin tur är positivt för den biologiska mångfalden. I de större sammanhängande skogsområdena kring Mölnbo kan detta göras genom att undanta skog från omfattande kalavverkning, och i mer tätbebyggda områden, kring Järna och Södertälje tätort, genom att undanta skog från exploatering. Skogsområdena i, eller i nära anslutning till de korridorer som överlappar för kungsfågel och tofsmes, är de områden som förslagsvis bör prioriteras för att bevara och stärka sambanden, eftersom det är där de högre naturvärdena och sambanden för mer specificerade barrskogsarter återfinns.

För brun guldbagge är de viktigare spridningskorridorerna som kartlagts begränsade till kärnområden som är helt avsnörda från varandra och därför saknas kommuntäckande spridningssamband (figur 55). Av naturliga skäl återfinns de viktigare spridningskorridorerna för brun guldbagge i områden där barrskog inte är lika dominerande, vilket i Södertälje är utmed strandlinjen österut där landskapet är mer präglat av jordbruk. I dessa områden finns dessutom relativt många ädellövsskogsområden som på sikt skulle kunna utvecklas till livsmiljöer och då stärka upp de ekologiska spridningssambanden både inom och mellan kärnområden. Observera dock att det kan ta lång tid för ädellövsträd att på naturlig väg utveckla de strukturer som ädellövträdlevande insekter generellt behöver (död ved och mulm), men med riktad skötsel, exempelvis veteranisering av träd och med mulmholkar, kan processen påskyndas.

Vid Tullgarn och områdena runt Södertälje återfinns viktiga livsmiljöer och spridningskorridorer för både barrskog- och ädellövträdlevande arter. Detta gör dem särskilt intressanta eftersom det är områden med en högre diversitet av naturområden med höga naturvärden, och således utgör områden där den biologiska mångfalden kan antas vara större. I dessa områden är det särskilt viktigt att behoven för både barr- och ädellövsarter tillgodoses så att de ekologiska sambanden och den biologiska mångfalden i området kan säkerställas även över tid.

Identifierade värdetrakter

Baserat på analysresultaten för de olika fokusarterna identifierades fem värdetrakter i Södertälje kommun (figur 56). En värdetrakt utgör ett område där flera viktiga livsmiljöer för flera fokusarter påträffats och är



Figur 55. En samlat karta med de viktigaste spridningskorridorerna för de fyra fokusarterna. I figuren framgår att korridorer för olika arter emellanåt överlappar och utgör således områden som är särskilt viktiga för de ekologiska sambanden som helhet i kommunen. Observera att större vattensalamander enbart analyserats i del av kommunen.

således områden av särskild betydelse för de samlade ekologiska spridningssambanden i kommunen, men även för den biologiska mångfalden i kommunen. Nedan följer en kort beskrivning av de identifierade värdestrakterna.

1. Enhörna

Längst norrut i kommunen präglas landskapet av ett odlingslandskap med åkerholmar, gårdsmiljöer och skogsbryn med ädellövträd samt hållmarksområden med barrskog. I området har en värdestrakt med viktiga livsmiljöer för brun guldbagge, kungsfågel och tofsmes identifierats kring orten Enhörna. Analysresultaten indikerar dock att endast ett fåtal barrskogar uppnår de kvaliteter som tofsmes behöver, således är tofsmesmiljöerna mer fragmenterade här, men förutsättningarna för att fler barrskogar ska utvecklas till lämpliga livsmiljöer för tofsmes är här goda.

2. Ekeby-Viksberg med omnejd

Värdestrakten kring Ekeby-Viksberg innefattar ett relativt stort område beläget strax norr om Södertälje tätort. Landskapet utgörs, liksom kring Enhörna, av ett odlingslandskap med öar av skog, främst barrskog, samt av golfbanor. I området finns viktiga livsmiljöer för alla fokusarterna. Eftersom värdestrakten ligger strax utanför Södertälje tätort kan tänkas att de icke skyddade naturområdena ligger i riskzon för exploatering när staden växer, vilket då skulle kunna resultera i ökad fragmentering och sämre konnektivitet och vilket således bör beaktas i samband med eventuellt planarbete. Sämre konnektivitet i detta område skulle även kunna få regional påverkan genom att inverka negativt på den öst-västliga spridningen över kommunen, även för arter som inte studerats inom ramen för detta uppdrag.

3. Skogsområdet norr om Mölnbo

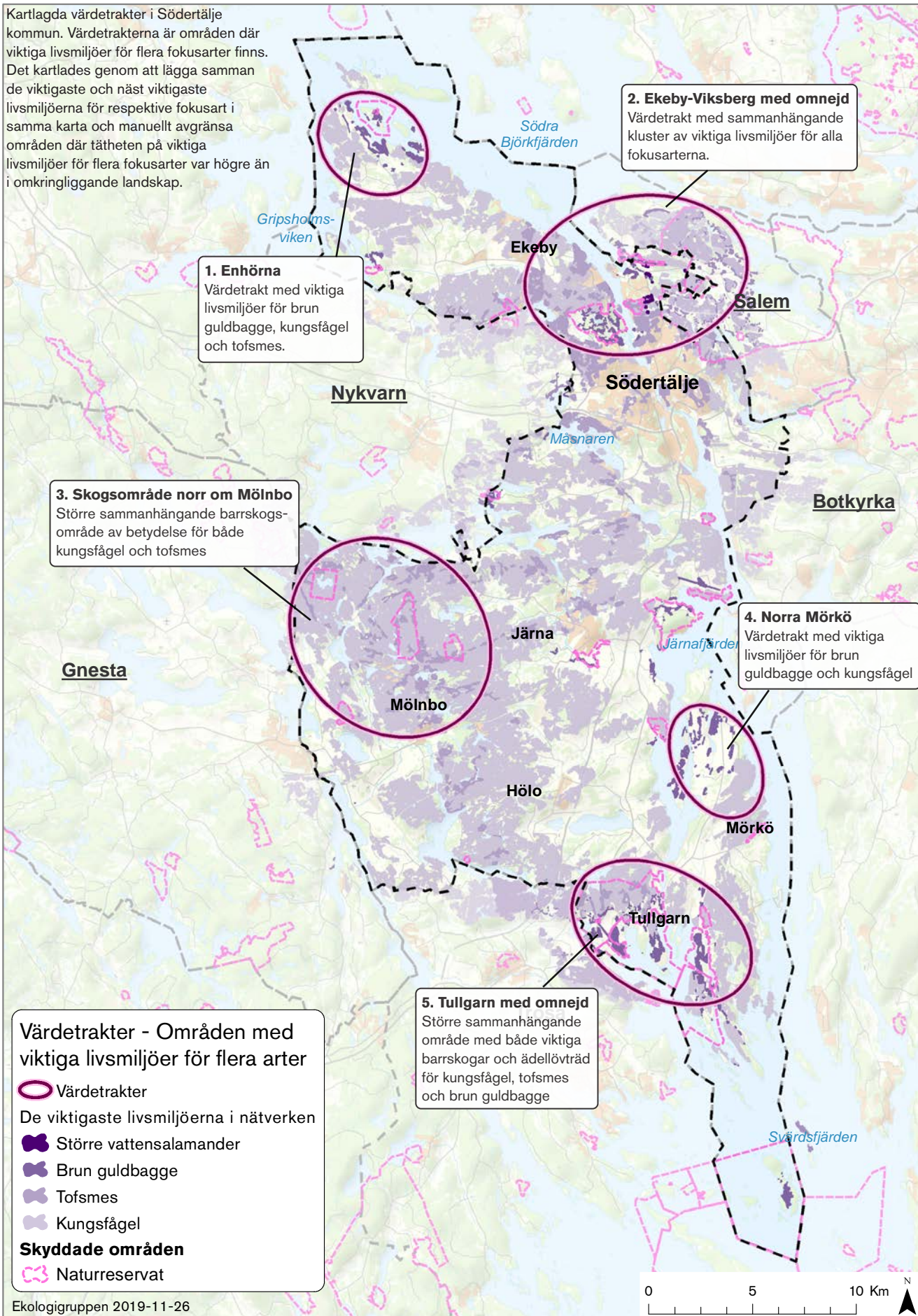
Värdestrakten utgörs av ett stort skogsområde som domineras av barrskog, men med visst ädellövsinslag i skogsbrynen. I dagsläget är området framförallt viktig för kungsfågel och tofsmes eftersom de stora skogsområdena kan tänkas hysa större populationer och därmed vara viktiga källmiljöer för spridning till andra områden. Det största potentiella hotet som identifierats är intensivt skogsbruk utan riktad naturhänsyn, eftersom det kan resultera i omfattande omdaning av livsmiljöer och fragmentering som skulle missgynna många arter, framförallt tofsmes. För att undvika att så sker bör skogsbruket anpassas så att det inte bidrar till fragmentering genom att ta för stora sammanhängande områden i anspråk för kalavverkning.

4. Norra Mörkö

Området kring Norra Mörkö liknar det vid Enhörna där odlingslandskapet är dominerande. Värdestrakten är till ytan mindre än de andra, men inhyser viktiga livsmiljöer för kungsfågel, tofsmes och brun guldbagge. Värdestrakten har även ett strategisk läge för långväga spridningssamband över Järnåfjärden och är därför viktig att bevara och utveckla.

5. Tullgarn med omnejd

Tullgarn med omnejd utgörs av ett skogs- och odlingslandskap där många viktiga livsmiljöer för brun guldbagge, kungsfågel och tofsmes kartlagts. Eftersom området är skyddat, både som Natura 2000-



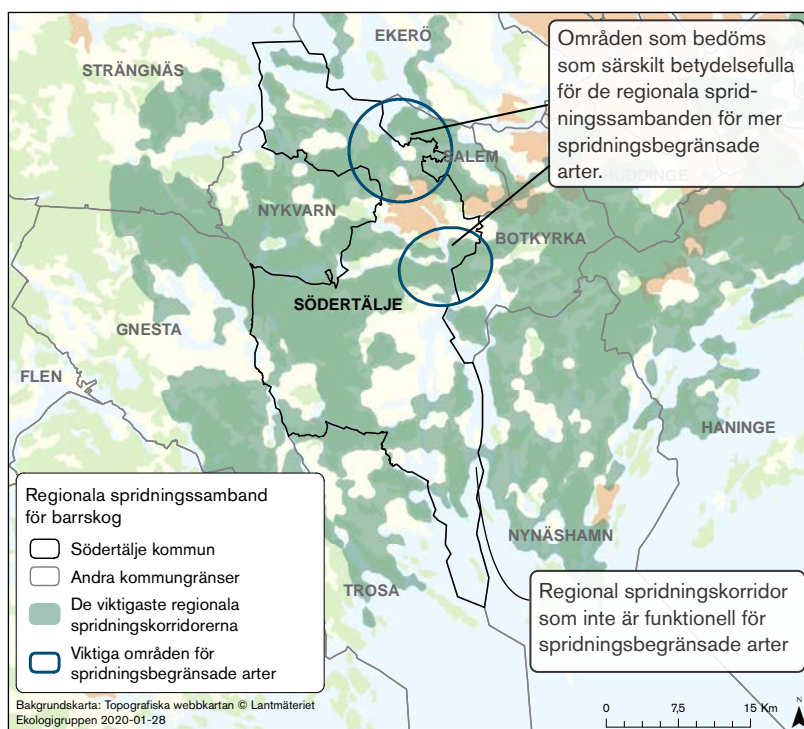
Figur 56. Kartlagda värdeetrakter i Södertälje kommun. En värdeetrakt är ett område som hyser viktiga livsmiljöer för flera fokusarter, det vill säga ett område med olika naturtyper av hög kvalitet och således av särskild betydelse för den biologiska mångfalden.

område och naturreservat, har inga direkta hot identifierats, men för brun guldbagge är det viktigt att säkerställa förekomst av efterträdare, det vill säga ädellövträd som kan utvecklas till livsmiljöer och ta vid när gamla träd försvinner.

Regionala spridningssamband

De regionala spridningssambanden har inom ramen för detta uppdrag inte utretts ingående, men år 2017 utreddes de regionala spridningssambanden för barrskogmiljöer i Stockholms län (Ekologigruppen 2017). Den utredningen visar att det genom Södertälje kommun går flera viktiga spridningskorridorer för arter kopplade till barrskog som binder ihop skogsområden närmare Stockholm med områden i Gnesta och Strängnäs (figur 57, vilket indikerar att Södertälje kommun är viktig för de regionala spridningssambanden och således för den biologiska mångfalden i länet. Eftersom kommunen angränsar till vatten både i norr och söder kan de regionala spridningssambanden, framförallt för spridningsbegränsade arter, inte heller förskjutas åt ettdera hållet eftersom det skulle medföra att de bryts, således har Södertälje en också viktig roll i att säkerställa att de regionala spridningskorridorerna bibehålls. Flera av de viktiga regionala spridningskorridorerna mellan Södertälje och Botkyrka kommun korsar dock sundet på platser där det är relativt brett, vilket medför att de inte är särskilt funktionella för spridningsbegränsade arter. För dessa bedöms de bästa regionala spridningskorridorerna istället vara de som går strax norr och söder om Södertälje centrum, eftersom sundet där är betydligt smalare. Det är således områden med en särskilt viktig funktion för de regionala spridningssambanden som bör beaktas i samband med kommunens planeringsarbete, exempelvis för översikts- och detaljplaner, eftersom omfattande exploatering och avverkning kan medföra att de regionala spridningssambanden för spridningsbegränsade arter helt bryts. De områdena bedöms även vara viktiga för spridningsbegränsade arter knutna till andra naturtyper, exempelvis ädellöv och gräsmarker eftersom de troligtvis inte heller kan förflytta sig stora avstånd över vatten.

Figur 57. Regionala spridningssamband för barrskogsarter i Stockholms län som utreddes 2017 (Ekologigruppen 2017) med fokus på Södertälje kommun. Strax norr och söder om Södertälje centrum går viktiga regionala spridningskorridorer som bedöms som särskilt betydelsefulla för spridningsbegränsade arter, eftersom avståndet över sundet som går genom kommunen här är smalare. De områdena bedöms därför också som särskilt viktiga att bevara för att dessa spridningssamband inte ska brytas.



Hur kan rapporten användas?

De ekologiska spridningssamband som presenteras i denna rapport återger en bild av Södertälje kommuns befintliga gröna infrastruktur för fyra olika arter och tillhörande naturtyper. Resultaten kan fungera som stöd för beslut kring restaurering och skötsel av naturmiljöer. De kan också utgöra en bas för planering och förvaltning av kommunens gröna infrastruktur, och för strategiska beslut kring bebyggelseutveckling och kompensation av naturvärden.

Ett spridningssamband visar i vilken utsträckning landskapets livsmiljöer för en art är sammankopplade. Genom att fokusarter används får man också en bild av en hel naturtyps funktionella konnektivitet i landskapet, vilket är en förutsättning för upprätthållandet av kommunens biologiska mångfald.

Generellt kan sägas att de kortare mer sannolika spridningsavstånden representerar ett mer troligt spridningsavstånd för respektive fokusart, medan det maximala spridningsavståndet indikerar en möjlig men inte särskilt trolig spridning. Eftersom de kartlagda livsmiljöerna är viktiga även för andra organismer kan de olika spridningsavstånden också användas för att förstå spridningsförutsättningarna i landskapet för olika arter. De kortare spridningsavstånden representerar då spridningsförutsättningarna för mer svårspredda arter, och de längre visar förutsättningarna för mer rörliga arter. De längre spridningsavstånden kan också indikera var i landskapet det finns strategiska platser för att stärka den gröna infrastrukturen och på så sätt visa var restaurering eller andra skötselinsatser bör riktas.

Referenser

Tryckta källor

- 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.
- Ekologigruppen 2017. Regional grön infrastruktur i Stockholm län. Bakgrund för analyser av värdekärnor och spridningszoner. Uppdragsansvarig: Erik Zachariassen. På uppdrag åt Länsstyrelsens i Stockholms län.
- Ekologigruppen 2019. Inventering av större vattensalamander kring Viksberg, Södertälje kommun. Översiktlig inventering av större vattensalamander som stöd i framtida översikts- och detaljplanearbete. Uppdragsansvarig: Erik Zachariassen. Stockholm.
- 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.
- Leidenberger, S., Käck, M., Karlsson, B. & Kindvall, O. 2016. The Analysis Portal and the Swedish LifeWatch e-infrastructure for biodiversity research. *Biodiversity Data Journal* 4: e7644. doi: 10.3897/BDJ.4.e7644.
- 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.
- Kovar, R., Brabec, M., Bocek, R., & Vita, R. (2009). Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia-reptilia*, 30(3), 367-378.
- Kupfer, A., & Kneitz, S. 2000. Population ecology of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape: dynamics, pond fidelity and dispersal. *Herpetological Journal*, 10(4), 165-171.
- Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M. 2006. Landskapsekologisk analys i Stockholms stad: Metodutveckling med groddjur som exempel, Stockholm: Miljöförvaltningen, Stockholms stad.
- Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M. 2007. Landskapsekologisk analys i Stockholms stad: Habitatnätverk för eklevande arter och barrskogsarter, Stockholm: Miljöförvaltningen.
- Naturvårdsverket 2007. Rapport 5636. Åtgärdsprogram för bevarande av större vattensalamander och dess livsmiljöer. Mars 2007 Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5636-0.pdf?pid=3248>.
- Oleksa A., Chybicki I. J., Gawronski R., Svensson G. P., Burczyk J. 2013. Isolation by distance in saproxylic beetles may increase with niche specialization. *Journal of insect conservation* 17: 219-33.
- Ottoson, U., Ottvall, R., Elmberg, J., Green, M., Gustafsson, R., Hass, F., Holmqvist, N., Lindström, Å., Nilsson, L., Svensson, M., Svensson, S & Tjernberg, M. 2012. Fåglarna i Sverige: Antal och förekomst. Halmstad: Sveriges Ornitologiska Förening.
- Ranius, T. & Hedin J. 2001. The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia* 126: 363-70.
- 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 2017. Arfaktablad *Protaetia marmorata*, brun guldbagge. Tillgänglig: <https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/101216>. Senast hämtad: 2018-01-11.
- Artdatabanken 2019a. Arfaktablad *Regulus regulus*, kungsfågel. Tillgänglig: <https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/101216>. Senast hämtad: 2019-10-30.

Artdatabanken 2019b. Arfaktablad Triturus cristatus, större vattensalamander Tillgänglig:
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/triturus-cristatus-100141>. Senast hämtad:
2019-10-30.

Ekologiska samband i Södertälje
Slutversion
27 februari 2020

Muntliga källor

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

GIS- och kartmaterial

Analysportalen för biodiversitet 2019. Uttag av artdata som Esri-shapefiler. se Leidenberger et al. 2016 för detaljerad referens och se metodbilaga för beskrivning av artuttag.