



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 15001

Examensarbete 30 hp
Mars 2105

Ekosystemtjänster & grönstrukturplanering

Att synliggöra ekosystemtjänsters nytta
och värde i den kommunala planeringen
med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen

Ingrid Boklund

Referat

Ekosystemtjänster & grönstrukturplanering: att synliggöra ekosystemtjänsternas nytta och värde i den kommunala planeringen med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen.

Ingrid Boklund

Ekosystemtjänster är ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande. Ren luft, rent vatten, pollinering och biologisk mångfald är exempel på tjänster som människan är beroende av och vars värde behöver integreras i beslutsprocesser i samhällets alla olika sektioner. Kommunerna har en viktig roll i detta då de genom den fysiska planeringen har möjlighet att på lokal nivå styra utvecklingen mot mer långsiktigt hållbara lösningar.

Syftet med examensarbetet var att synliggöra ekosystemtjänsterna i Knivsta kommuns grönstrukturplan och att med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen analysera den ekologiska konnektiviteten mellan de ekologiska strukturerna. En litteraturstudie lade grunden för arbetet och följdes av en workshop där viktiga ekosystemtjänster för Knivsta kommun identifierades. Utifrån den inlästa kunskapsbasen skapades ekologiska profiler där 11 av de 18 prioriterade ekosystemtjänsterna kunde kopplas till en viss biototyp. Biototypen kunde i sin tur kopplas till en biologisk art eller artgrupp, kallad profilart, med den specifika biotopen som möjlig livsmiljö. Profilartens habitatpreferenser (storlekskrav och spridningsmöjligheter) satte ramarna för hur konnektiviteten för respektive biotop skulle analyseras. Efter insamling av relevant kartunderlag skapades ekologiska nätverk i Matrixgreen. Nätverken analyserades med avseende på patchernas position i nätverket ("Betweenness Centrality"-analys) samt den totala konnektiviteten i kommunen (Komponentanalys).

Gemensamt för de fyra valda biotoperna (våtmark, gräsmark, äldre barrskog och lövskog) är att de indirekt förser oss med de prioriterade stödjande ekosystemtjänsterna *livsmiljöer* och *biologisk mångfald*. De prioriterade ekosystemtjänsterna *vattenrening*, *flödesreglering* och *översvämningsskydd* kunde kopplas till biotopen våtmarker och *material (dekorativa)* och *pollinering* kunde kopplas till biotopen gräsmark. Till biotoperna barrskog och lövskog kunde de prioriterade ekosystemtjänsterna *livsmedel (tama och vilda djur, växter)*, *material (biomassa)*, *bioenergi* och *klimatreglering* kopplas. Nätverksanalyserna visar god konnektivitet i kommunen för våtmarker samt områden med äldre barrskog. För gräsmarker och lövskog är den totala konnektiviteten begränsad. Analyserna visar vidare att för respektive biotop finns ett antal områden som är extra viktiga för konnektiviteten, dessa områden har ett högt så kallat "Betweenness Centrality"-värde.

De ekologiska profiler som ligger till grund för analyserna är teoretiska profiler, inga platsbesök eller inventeringar har gjorts för att se hur verkligheten stämmer överens med teorin. De nätverk som har skapats och analyserats i detta examensarbete ska därför främst ses som en guide till var i kommunen de utvalda ekosystemtjänsterna finns. Nätverken utgör inte fullgoda livsmiljöer för de valda profilarterna och inga direkta slutsatser kan dras om var i kommunen en specifik art finns eller inte. Den biologiska mångfalden är en ekosystemtjänst i sig men utgör också en försäkring för ekosystemen som blir mer resilienta, det vill säga mer stabila och motståndskraftiga mot yttre störningar. Resilienta ekosystem är en förutsättning för de ekosystemtjänster som har studerats. Bristande konnektivitet i landskapet riskerar att leda till ökad fragmentering och en utarmad biologisk mångfald.

Nyckelord: Ekosystemtjänster, grönstrukturplanering, ekologisk konnektivitet, Matrixgreen, nätverksanalys

Institutionen för stad och land, SLU

Ulls väg 28, SE 750 07, Uppsala, Sverige.

Abstract

Ecosystem services & green structure planning: to make the benefits and values of ecosystem services visible in municipal planning using the ArcGIS-tool Matrixgreen.

Ingrid Boklund

Ecosystem services are the direct and indirect contributions of ecosystems to human well-being. Clean air, clean water, pollination and biodiversity are all examples of ecosystem services that humans depend on and whose value needs to be integrated into decision-making processes in all different levels of society. Local authorities have an important role in this as they at local level through spatial planning have the possibility to steer development towards more sustainable solutions.

The aim of this thesis is to make ecosystem services in Knivsta municipality visible through the green structure plan and to analyze the ecological connectivity between the ecological structures using the ArcGIS-tool Matrixgreen. A literature study laid the foundation for further work and was followed by a workshop where important ecosystem services to the municipality of Knivsta were identified. Ecological profiles were created where 11 of the 18 prioritized ecosystem services were associated with specific biotopes which in turn could be linked to a biological species or species groups, called target species, with the specific biotope as possible habitat. The habitat preferences of the target species (size requirements and distribution patterns) worked as a framework for how to analyze the connectivity for each biotope. This was followed by gathering of maps and the making of ecological networks in Matrixgreen. The networks were analyzed with respect to position of the patches in the network (Betweenness Centrality analysis) and the overall connectivity in the municipality (Component analysis).

Common to the four selected biotopes (wetland, grassland, coniferous and deciduous forest) is that they indirectly provide us with the prioritized supporting ecosystem services *habitats* and *biodiversity*. The prioritized ecosystem services *water treatment*, *flow regulation* and *flood control* were linked to the biotope wetlands and materials (ornamental) and pollination were linked to the biotope grasslands. The biotopes coniferous and deciduous forest could be linked to the prioritized ecosystem services food (domestic and wild animals, wild plants), raw materials (fiber), bio-energy and climate control. The network analyses show good connectivity for wetland areas and coniferous forest in the municipality. The total connectivity for grasslands and deciduous forest is limited. The analyzes also show that for each biotope a couple of areas are especially important for the overall connectivity. These areas have a high Betweenness Centrality value.

The ecological profiles upon which the analyzes are based are theoretical profiles, no site visits or surveys have been done to investigate how reality matches theory. The constructed and analyzed networks in this thesis are therefore to be seen mainly as a guide to where in the municipality the selected ecosystem services are available. The networks do not constitute adequate habitats for the selected target species and no conclusions can be drawn as to where in the municipality a specific species exists or not. Biodiversity is an ecosystem service itself but also represents an insurance for the ecosystem that becomes more resilient, i.e. more stable and resilient to external shocks. Resilient ecosystems are essential for the ecosystem services that have been studied. Lack of connectivity in the landscape could lead to increased fragmentation and eventually risk biodiversity depletion.

Key words: Ecosystem services, green structure planning, ecological connectivity, Matrixgreen, network analysis

*Department of Urban and Rural Development, SLU
Ulls väg 28, SE 750 07, Uppsala, Sverige. ISSN 1401-5756*

Förord

Detta examensarbete är det sista och avslutande momentet på civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet och SLU. Ämnesgranskare har varit Antoinette Wärnbäck på institutionen för stad och land, SLU. Handledare har varit Lars Johansson på Ramböll projektledning och Emma Hell Lövgren, miljöstrateg vid Knivsta kommun.

Jag har främst två parter att tacka för att detta examensarbete har varit möjligt att genomföra. Min handledare Lars Johansson på Ramböll som, när vi träffades i våras och jag sa ”jag vill göra något med ekosystemtjänster och GIS”, såg utvecklingsmöjligheter för både Ramböll och Knivsta kommun. Min andra handledare Emma Hell Lövgren på Knivsta kommun, som gett mig en plats i projektgruppen för grönstrukturplanen och varit ett stort stöd när vägen varit krokig, vilken den varit då och då under hösten. Tack, Lars och Emma, för handledning och värdefulla synpunkter på mitt arbete.

Men det är inte säkert att jag hade hamnat här överhuvudtaget om inte min vän och mentor Erik Pettersson så vänligt hade introducerat begreppet ekosystemtjänster för mig för nästan exakt ett år sedan. Stort tack för det, och tack för att du under ett års tid ställde de svåra frågorna som fick mig att verkligen fundera över vart världen är på väg och vad vi kan göra åt det.

Slutligen vill jag tacka hela projektledningsenheten på Ramböll i Uppsala. Ni har gjort att jag känt mig som en i gänget under hösten och har, kanske för all framtid, fått mig att tro att alla arbetsplatser faktiskt har gemensamma träningspass ihop en gång i veckan, massagefåtöljer i skrubben och en gemenskap som sträcker sig långt utanför vanliga arbetstider.

Och tack till familjen, vännerna och Mattias för ständig support och påhejning.

Uppsala, mars 2015

Ingrid Boklund

Copyright © Ingrid Boklund och Institutionen för stad och land, SLU. UPTEC W 15001, ISSN 1401-5756.

Publicerad digitalt vid Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet, 2015.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Ekosystemtjänster och gröstrukturplanering: att synliggöra ekosystemtjänsternas nytta och värde i den kommunala planeringen med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen.

Ingrid Boklund

Med begreppet ekosystemtjänster menas alla de direkta och indirekta bidrag ekosystemen ger till människors välbefinnande. Det kan handla om livsnödvändiga saker som livsmedel och ren, syrerik luft, något vi i Sverige tar för givet, men det kan också handla om rekreation och möjlighet till friluftsliv.

Olika naturtyper förser oss med olika ekosystemtjänster. Exempelvis rymmer en blommande äng en otrolig mängd olika örter, blommor, insekter och fjärilar, arter som bidrar till pollinering och dessutom är en viktig del i vårt kulturarv. En våtmark har andra kvalitéer, som förmågan att svälja stora volymer vatten vid häftiga regn. Alla träd i skogen bidrar till att ge oss ren luft och när regnvattnet sakta får filtreras genom markens olika jordskikt blir det tillslut renat från föroreningar och kan användas som dricksvatten.

Att ersätta de tjänster som naturen ger oss skulle vara dyrt och i många fall omöjligt. Det är därför viktigt att de olika naturtypernas funktioner tas i beaktning när vi bygger ut samhället och förändrar landskapet. Finns det risk för översvämningar i ett område till följd av dess geografiska situation bör den risken inte förstärkas genom att bygga bort flödesutjämmande våtmarker. Istället kanske ytterligare en damm skulle anläggas i området för att öka skyddet mot stora vattenmassor. Investeringar i ekosystemtjänster, i det här fallet i våtmarkernas flödesutjämmande förmåga, är ett sätt att förstärka samhället så att det bättre ska kunna hantera extrema väder.

För Knivsta kommun identifierades 18 ekosystemtjänster som ansågs extra viktiga för kommunen och 11 av dessa har behandlats i det här examensarbetet. För att synliggöra dessa ekosystemtjänster i kommunens planeringsprocesser kopplades de till fyra olika naturtyper: våtmark, gräsmark, äldre barrskog och lövskog. De två stödjande ekosystemtjänsterna biologisk mångfald och livsmiljöer kunde kopplas till alla fyra naturtyper, medan flera av de andra prioriterade tjänsterna endast kunde kopplas till en naturtyp.

De olika naturtyperna utgör också livsmiljöer för olika arter. Genom att skapa ekologiska profiler och låta varje naturtyp representeras av en så kallad profilart kunde riktlinjer för storlek på, och avstånd mellan, olika områden av en viss naturtyp tas fram. Exempelvis valdes stjärtmesen som profilart för lövskog. Stjärtmesen behöver lövskogsområden som är minst 2 ha stora och ligger max 300 m ifrån varandra för att de ska bosätta sig och kunna röra sig i landskapet. För våtmarker valdes artgruppen groddjur som profilart, för gräsmark valdes fjärilar och för barrskog valdes tofsmesen som profilart.

Var och en av de fyra olika naturtyperna kunde i programmet ArcGIS synliggöras på en karta över Knivsta kommun genom att visas som fläckar (patcher, se ordlistan på sida 1) i

landskapet. Sedan användes ArcGIS-verktyget Matrixgreen till att skapa länkar mellan patcherna. Om profilarten kunde röra sig det avståndet som skiljde två patcher åt skapades en teoretisk spridningslänk mellan dessa områden. Om avståndet var för långt skapades ingen länk. På så sätt bildades nätverk av patcher och spridningslänkar där det tydligt gick att se över vilka områden i kommunen profilarterna kunde röra sig.

Nätverken kunde sedan analyseras för att synliggöra hur sammankopplade eller isolerade olika patcher är i förhållande till varandra. Den ena analysen, komponentanalysen, visade hur många komponenter, det vill säga fristående nätverk, det fanns för respektive naturtyp i landskapet. Arten kan röra sig väl inom respektive komponent men då inga länkar finns mellan komponenterna kan den alltså inte röra sig från en komponent till en annan. Många komponenter innebär därför att artens rörelseförmåga i landskapet är begränsad. Det kan också innebära att vissa patcher är helt isolerade i landskapet. Den andra analysen, ”Betweenness Centrality”-analysen, visade områden som är centralt belägna i nätverken. Med det menas att ett stort antal länkar passerar genom just det området och det kan därför pekas ut som en extra viktig passage i landskapet, en så kallad språngbräda eller ”stepping stone”. Om ett sådant centralt område skulle försvinna kan det innebära att det som tidigare varit ett nätverk istället blir två eller flera nätverk, något som skulle påverka arternas rörelseförmåga i landskapet negativt.

De ekologiska profilerna som satte ramarna för analyserna med Matrixgreen bygger på information från litteraturstudien och är därför rent teoretiska. För att vara säkra på vilka arter som finns var i Knivsta kommun hade det krävts fältundersökningar och inventeringar av de utvalda naturtyperna. Eftersom detta inte har gjorts inom ramen för examensarbetet kan kartläggningen och nätverken inte användas för att säga något om arternas utbredning i kommunen. Nätverken kan endast användas som en guide till var i landskapet de utvalda ekosystemtjänsterna finns. Analyserna ger också en överblick över hur väl profilarterna för respektive naturtyp kan röra sig i landskapet. Rörligheten är viktigt för att bevara livskraftiga populationer, något som naturen är beroende av för att i framtiden kunna förse oss med de ekosystemtjänster vi tar för givet idag.

INNEHÅLL

ORDLISTA	1
1. INLEDNING	4
1.1 Syfte	5
1.2 Frågeställning	5
1.3 Avgränsning	5
1.4 Arbetsgång	6
2. ATT SYNLI GGÖRA EKOSYSTEMTJÄNSTER	7
2.1 Fysisk planering och gröna strukturer	7
2.2 Ekosystem, ekosystemtjänster och resiliens	9
2.3 Fragmentering, ekologisk konnektivitet och metapopulationer	11
2.4 Matrixgreen	11
2.5 Ekologiska profiler	13
2.6 Knivsta kommun	13
3. METOD	15
3.1 Workshop	15
3.2 Litteraturstudie	15
3.3 Ekologiska profiler	16
3.4 Bearbetning av kartunderlag	16
3.5 Implementering av ekologiska profiler i Matrixgreen	17
3.6 Nätverksanalyser	18
3.6.1 ”Betweenness Centrality”-analys	18
3.6.2 Komponentanalys	18
4. RESULTAT	18
4.1 Prioriterade ekosystemtjänster för Knivsta kommun	18
4.2 Ekologiska profiler och profilerarter	19
4.2.1 Våtmarker – groddjur	19
4.2.2 Ängs- och betesmark – fjärilar	20
4.2.3 Barrskogshabitat – tofsmes	21
4.2.4 Lövskogshabitat – stjärtmes	22
4.3 Habitatnätverk	23
4.4 Synliggjorda ekosystemtjänster	29
4.5 Ekologisk konnektivitet	29
4.5.1 Våtmarker	30
4.5.2 Gräsmarker	33
4.5.3 Barrskog	36
4.5.4 Lövskog	39
4.6 Metod för att synliggöra Ekosystemtjänster i grönstrukturplanering	42
5. DISKUSSION	44

5.1	Hur ska analysresultaten tolkas?	44
5.1.1	Våtmarkernas konnektivitet	44
5.1.2	Gräsmarkernas konnektivitet	45
5.1.3	Barrskogens konnektivitet	45
5.1.4	Lövskogens konnektivitet	46
5.2	Verktuget Matrixgreen	47
5.2.1	Nätverken är inte dynamiska	47
5.2.2	Avvägningar i de ekologiska profilerna	47
5.2.3	Spridningslänkarnas sträckning	47
5.3	Teroi vs. verklighet	48
5.4	Att prioritera ekosystemtjänster	48
5.5	Alla ekosystemtjänster kan inte synliggöras	48
5.6	Underlagmaterialets varierande ålder	49
5.7	Vad är nytt?	49
5.8	Komplexiteten i denna kartläggning	50
6.	REKOMMENDATIONER TILL KNIVSTA KOMMUN	51
7.	SLUTSATS	51
8.	LITTERATURFÖRTECKNING	53
BILAGA 1 –	BRUTTOLISTA ÖVER EKOSYSTEMTJÄNSTER	59
BILAGA 2 –	INBJUDAN TILL WORKSHOP	61
BILAGA 3 –	VÅTMARKER	62
BILAGA 4 –	GRÄSMARKER	63
BILAGA 5 –	BARRSKOG	64
BILAGA 6 –	LÖVSKOG	66

Ordlista

Aktivitetsområde - Område med tillräckligt innehåll av födoresurser och reproduktionsmiljö som fokusarten använder under sin livscykel.

Biotop – Ett område med relativt enhetlig karaktär, struktur och artsammansättning som gör att den går att avskilja från omgivande områden. En och samma biotop kan innefatta många olika livsmiljöer för växter och djur. Den kan samtidigt utgöra endast en del av en livsmiljö för en annan art.

Betweenness Centrality – En indikator på hur central en nod är i ett nätverk. En nod med högt Betweenness Centrality-värde har en stor inverkan på flödet genom nätverket. Konceptet tillämpas bland annat inom it- och sociala nätverk, biologi och transport.

Buffertzoner - Koloniträdgårdar, villaträdgårdar, skyddszoner mot vägar etc. som kan verka som buffert mot exploateringsintressen och mildra negativa effekter som föroreningar från industriområden eller trafikleder.

Ekologisk profil – Ett begrepp som täcker de egenskaper som har betydelse för arters fortlevnad i ett landskap. Profilerna bygger på så kallade profilarter, vars resurskrav, specialisering eller spridningsförmåga ställer krav på miljön i landskapet

Ekologisk struktur – I denna rapport är begreppet ekologisk struktur synonymt med biotop.

Ekosystem – Ekosystem är dynamiska komplex av växt-, djur- och mikroorganismssamhällen och deras icke-levande miljö som interagerar som en funktionell enhet

Ekosystemskifte – När det ursprungliga ekosystemets förutsättningar förändras och ekosystemet övergår i ett nytt tillstånd eller kollapsar.

Fragmentering - När en tidigare sammanhängande yta delas upp, utan att den totala storleken på ytan påverkas. I naturen är dock fragmentering i regel en effekt av habitatförlust vilket innebär att den totala ytan minskar.

Fokusområden – I den här rapporten likställs fokusområden med de fyra biotoperna våtmark, gräsmark, äldre barrskog och lövskog.

GIS – Geografiska informationssystem. Ett datorbaserat system för att samla in, hantera, analysera och presentera geografiska data. GIS kan sägas vara en kombination av kartor och tabellinformation som lagras och hanteras i datorn.

Grön kil - Den grönstruktur som sträcker sig från landsbygden in mot stadens centrum. Begreppet används främst i Stockholmsregionen som sammanlagt har tio gröna kilar som minskar avståndet mellan stad och natur.

Habitat – Synonym till livsmiljö.

Habitatförlust - Habitatförlust innebär förlust av livsmiljö för en population av en art eller förlust av framtida habitat för arten.

Habitatnätverk – Det nätverk av habitat som uppstår när patcherna i Matrixgreen-projekten kopplas ihop av länkset.

Konnektivitet - Graden av sammankoppling mellan habitatområden, det vill säga hur sammankopplade eller isolerade de är i förhållande till varandra. Med andra ord, i vilken utsträckning landskapet möjliggör för arter att förflytta sig mellan områden av för dem lämplig livsmiljö. Ju närmare habitatområdena ligger varandra desto lättare är det för individer av en art att sprida sig mellan dem.

Legend - Teckenförklaring, till exempel definition av symboler på en karta.

Livsmiljö - Den miljö/det ekosystem som utgör en enskild växt-, djurart eller artgrupps levnadsplats under en viss tid av dess livscykel. Många arter behöver flera olika livsmiljöer för att klara alla sina behov, exempelvis vilo-, reproduktions-, födosöks- och övervintringsplatser. Livsmiljö för en viss art kan bestå av flera biotoper eller endast en del av en biotop.

Marktäckekarta – En karta som beskriver vad marken täcks av, det vill säga markslag och vegetation, och hur den används.

Matrix – Är enligt Bodin och Zetterberg (2014 b) ”den miljö som omger patcherna i ett nätverk. Korridorer som sammanbinder patcherna i nätverket löper genom matrixen. Inom matrixen kan det finnas miljöer som är mer eller mindre framkomliga för invånarna i nätverket. Miljöer som är helt oframkomliga kallas för barriärer.”

Metapopulationer - En metapopulation är ett ekologiskt begrepp för system av lokala populationer som kan ha ett genetiskt utbyte mellan varandra. Metapopulationer är vanliga i det tätortsnära landskapet som ofta består av fragmenterade biotoper.

MG-projekt – projekt i Matrixgreen där analyser på patchset och dess länkar kan utföras.

Patch/Patcher – En patch är enligt Bodin och Zetterberg (2014 b) ”liksom en biotop ett område med vissa urskiljbara miljövariabler som gör att den går att avskilja från omgivande områden. Patcher i ett nätverk omges av ”matrix”, och kan vara förbundna sinsemellan med korridorer genom vilka nätverkets innevånare sprider sig”. Benämningen är hämtad från landskapsekologin.

Polygon – Samlingsnamn för geometriska figurer i form av slutna kurvor. Används för att bygga upp datorgenererad grafik.

Profilart – Är enligt Bodin och Zetterberg (2014 b) en ”modellteknisk representation av en biologisk art (eller artgrupp) som beskriver relevanta ekologiska mått som används för att modellera hur arten sprider sig i landskapet”. Profilarterna är krävande arter vars förekomst innebär att också en stor mängd andra, mindre krävande, arter finns i en viss livsmiljö.

Resiliens - Ett ekosystems förmåga att stå emot stress eller förändring och att återuppbygga viktiga funktioner efteråt.

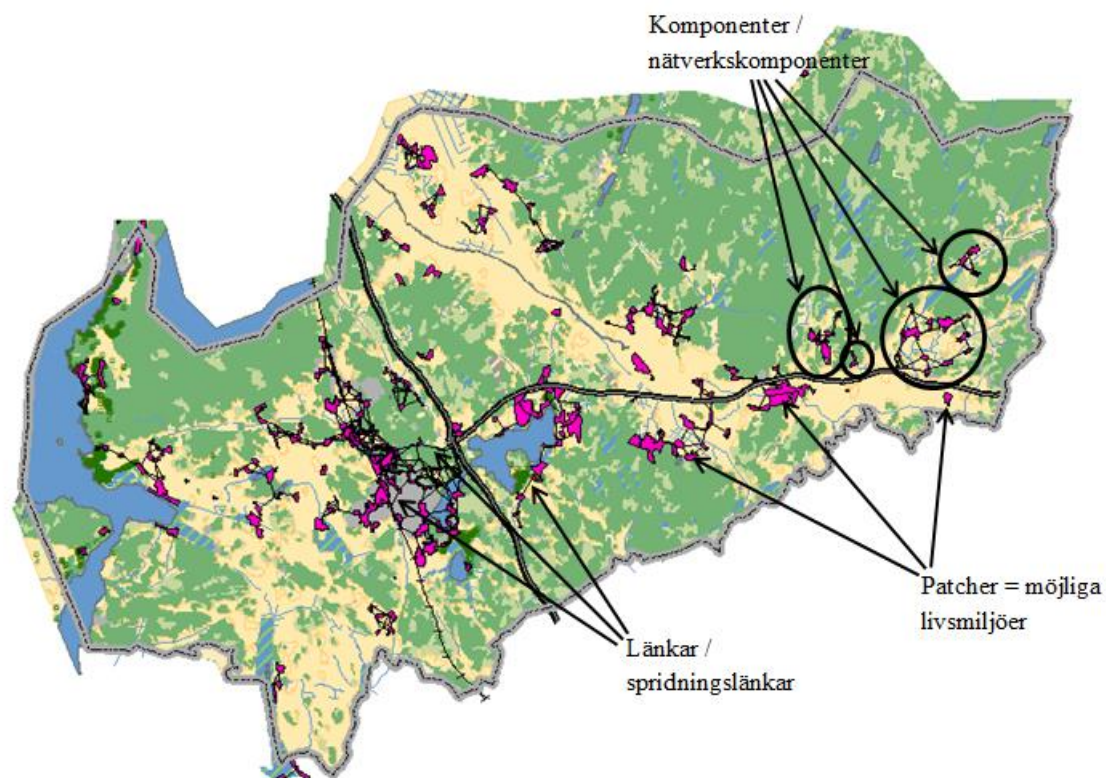
Ruderatmark - Mark som ofta störs av mänsklig verksamhet. Detta gör att marken ligger öppen, utan täckande växtlighet, under stora delar av tiden. Exempel är upplagsplatser, grusgångar, schaktmassor, hamnar, industritomter och soptippar.

Spridningslänk – Symboliserar teoretiska avstånd, fågelvägen, mellan två eller flera patcher, över vilka profilerterna kan röra sig.

Spridningsmodell – Används enligt Bodin och Zetterberg (2014 b) för att ”utforska hur organismerna i ett ekosystem förflyttar sig” genom att med hjälp av ”ekologiskt relevant information” bygga en modell. Modeller är överlag förenklingar av verkligheten och beroende på de antaganden som görs vid utformningen av dem kan de vara mer eller mindre realistiska.

Språngbräddor - Strukturer, som till exempel enstaka lövträd mellan lövskogsdungar i jordbruksmark, som fungerar som ”stepping stones” eller spridningskorridorer mellan avlägsna patcher i landskapet. Kan också utgöras av större områden som länkar samman patcher. Huvudfunktionen är att dessa områden är värdefulla för att upprätthålla ett flöde i nätverken.

Vegetationskarta – Är enligt Bodin och Zetterberg (2014 b) ”en karta framställd med syftet att redovisa olika naturtyper eller biotoper inom karteringsområdet. Beroende på ambitionsnivån i karteringen kan även en större eller mindre mängd människoskapade miljöer finnas med i karteringen.”



Figur 1. Översikt över de olika komponenterna i nätverken.

1. INLEDNING

Begreppet hållbar utveckling är allmänt känt i dagens samhälle. Hållbarhetstänket introduceras för oss redan på förskolorna och följer oss sedan, förhoppningsvis, genom hela livet. Även om vi alla under åren skapar oss en egen uppfattning om begreppet ”hållbar utveckling” definierades det år 1987 av Gro Harlem Brundtland som *”En utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov”* (Brundtland, 1987, p. 41). Detta var i rapporten ”Our Common Future” (1987) från Världskommissionen för miljö och utveckling och denna definition är den som jag valt att använda genom hela detta examensarbete. I samma rapport definieras de tre ömsesidigt beroende delarna av hållbar utveckling – den ekonomiska hållbarheten, som handlar om att långsiktigt hushålla med mänskliga och materiella resurser, den sociala hållbarheten, som innebär att bygga ett långsiktigt stabilt samhälle där de grundläggande mänskliga behoven uppfylls, samt den miljömässiga hållbarheten, som handlar om att långsiktigt bevara vattnens, jordens och ekosystemens produktionsförmåga och att minska den mänskliga påverkan på naturen (Brundtland, 1987). Det kan verka självklart att en långsiktig hållbarhet ska genomsyra våra beslut och redan år 2002 erkändes begreppet av FN som en överordnad princip för FN:s arbete (Miljö- och energidepartementet, 2012 a).

Ett annat begrepp som blivit allt mer aktuellt de senaste åren, och som är en naturlig del och ett verktyg för arbetet med hållbar utveckling, är ekosystemtjänster. Ekosystemtjänsterna blev kända utanför akademiska kretsar i början av 2000-talet genom Millennium Ecosystem Assessment, en omfattande studie om ekosystemens betydelse för mänskligt välbefinnande (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Studien initierades av FN:s dåvarande generalsekreterare Kofi Annan och blev något av ett startskott där ekosystemtjänsterna introducerades för internationella beslutsfattare och inom FN (Miljödepartementet, 2014 a). Denna studie följdes av att G8-länderna år 2007 tog initiativ till studien ”The Economics of Ecosystems and Biodiversity”, TEEB, vilken var mer ekonomiskt orienterad än Millennium Ecosystem Assessment (TEEB, 2008). Dessa omfattande internationella studier har enligt Miljödepartementet (2014 a) gett incitament till nationella initiativ. På hemmaplan kom Sveriges regering i mars 2014 med en proposition där landets samlade strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster redovisades. Ekosystemtjänsterna fick därmed en tydlig roll i ekonomiska ställningstaganden, politiska avvägningar och andra beslut i samhället (Miljödepartementet, 2014 a).

En ny syn på naturen växer fram där den inte längre ses som ett särintresse utan en grundförutsättning för vår välfärd. I rapporten ”Synliggöra värdet av ekosystemtjänster” (SOU 2013:68) framgår att det i takt med att jordens resurser utarmas blir alltmer uppenbart hur beroende vi är av ekosystemens långsiktiga förmåga att leverera ekosystemtjänster, varför det blir mer och mer brådskande att inkludera ekosystemtjänsterna i alla samhällssektioner, både offentliga och privata. På frågan om *hur* vi ska jobba med ekosystemtjänster är det dock lite mer oklart. Enligt Statens offentliga utredningar (SOU 2013:68) förväntas den fysiska planeringen bli ett viktigt verktyg för att synliggöra ekosystemtjänsternas värde inom urbana områden. Då kommunerna, enligt det kommunala planmonopolet, själva väljer inriktningen på den fysiska planeringen finns stora möjligheter att på en lokal nivå fokusera utvecklingen

mot långsiktigt hållbara strukturer (Boverket & Naturvårdsverket, 2000). Detta kan också generera positiva synergieffekter mellan till exempel attraktiva boendemiljöer och klimatanpassning (SOU 2013:68).

Detta examensarbete är en del i Knivsta kommuns projekt om att kartlägga ekosystemtjänsterna i kommunen i samband med framtagandet av en grönstrukturplan. Syftet med kommunens projekt, som antogs av kommunfullmäktige i januari 2014, är att skapa en medvetenhet om vad olika beslut i kommunen har för påverkan på nödvändiga och naturliga funktioner och processer som har långsiktig betydelse för välfärd, hälsa och miljö (Knivsta kommun, 2014 a). Grönstrukturplanen ska omfatta kommunens mark- och vattenområden och fungera som ett övergripande styrdokument för olika typer av planerings- och åtgärdsprojekt som berör dessa områden för att på så sätt få ett helhetsgrepp på den fysiska planeringen. Denna rapport syftar till att bidra till att ta till vara på de gröna och blåa sambanden i kommunen och därigenom trygga en god tillgång till och hushållning med de ekosystemtjänster de bistår med.

1.1 SYFTE

Syftet med examensarbetet är att synliggöra ekosystemtjänsternas nytta och värde i den kommunala planeringen genom att identifiera ekologiska strukturer i landskapet och analysera konnektiviteten mellan dessa med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen.

1.2 FRÅGESTÄLLNING

Arbetet med att uppfylla syftet utgår från följande frågeställningar:

- Hur synliggör man ekosystemtjänster och konnektivitet i ett grönstrukturplanearbete?
- Hur synliggör man ekosystemtjänster och konnektivitet i ArcGIS?
- Vilka ekologiska strukturer är viktiga för de ekologiska processerna reproduktion och spridning?
- Vilka ekosystemtjänster kan geografiskt kopplas till dessa ekologiska strukturer?
- Hur ser konnektiviteten i landskapet ut för de ekologiska strukturerna?
- Vilka profilarter är intressanta att studera i Knivsta för att göra analyser enligt ovan?
- Hur varierar profilarternas livsmiljöer och spridningsmönster under ett år samt under en livscykel?

1.3 AVGRÄNSNING

Projektet begränsas geografiskt till Knivsta kommun.

De prioriterade ekosystemtjänsterna är utvalda i samråd med Knivsta kommuns projektgrupp för grönstrukturplanen, vilken jag varit en del av under hösten. Det första urvalet av ekosystemtjänster gjordes under den workshop som genomfördes tillsammans med kommuntjänstemän, kommunala politiker och engagerade medborgare. De markerade ekosystemtjänsterna i Tabell 1: livsmedel, material, bioenergi, klimatregering, fluvial flödesreglering, översvämningsskydd, vattenrening, upprätthållande av livsmiljöer och

pollinering fungerar som exempel på ekosystemtjänster som kan synliggöras i de ekologiska strukturerna med hjälp av Matrixgreen. Fler ekosystemtjänster kan med säkerhet kopplas till de markklasser som valts ut och än fler kan täckas in genom att analysera fler biotoptyper. De prioriterade stödjande ekosystemtjänsterna biologisk mångfald och livsmiljöer synliggörs indirekt genom de ekologiska nätverk som skapas, medan de prioriterade kulturella ekosystemtjänsterna inte synliggörs i detta examensarbete.

Kartunderlagets varierande ålder begränsar analysernas aktualitet. Svenska Marktäckedata, SMD, har exempelvis referensår 2000 och i en expansiv kommun som Knivsta kan mycket ha hänt med markanvändningen sedan dess.

Analyserna i Matrixgreen begränsas genom att bygga på teoretiska profiler. Profilarterna som valts bör kunna finnas i området och har, enligt studerad litteratur, de habitatpreferenser och spridningsmönster som analysen bygger på. Inga inventeringar eller observationer har dock gjorts inom ramen för examensarbetet.

Spridningslänkarna som använts i analysen visar kortaste vägen mellan två patcher. Inget motståndsraster har gjorts för att definiera den troligaste spridningsvägen eller eventuella barriärer i landskapet då tidsramarna för examensarbetet inte räckte till det.

1.4 ARBETSGÅNG

Den metod som använts under examensarbetet har vuxit fram under arbetets gång. Knivsta kommun hade ett behov av att synliggöra ekosystemtjänsterna i grönstrukturplanen och idén att göra detta med hjälp av Matrixgreen kom till i samråd med min handledare på Ramböll projektledning i Uppsala. Inspiration har hämtats från exempelprojekt där Matrixgreen använts och från kartläggningar av ekologiska nätverk, i de flesta fall utförda av Calluna och Ekologigruppen. Att använda verktyget till att synliggöra ekosystemtjänster har vad som känns till inte gjorts förut.

2. ATT SYNLIIGGÖRA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Som nämnts inledningsvis kan synliggörandet av ekosystemtjänster angripas på olika sätt och olika nivåer. Runt om i landet finns exempel på pågående projekt i kommuner, länsstyrelser, myndigheter och företag. I Nacka kommun utarbetas en modell för att använda ekotjänstbegreppet i kommunal planering (Nacka kommun, 2014). I Skåne arbetas på en regional nivå med strategier för den gröna strukturen, där ekosystemtjänsterna finns med som en naturlig och självklar del (Blomberg m.fl., 2012). Svenskt Vatten Utveckling, SVU, har i projektet ”Samhällsekonisk värdering av rent vatten – Fallstudier av Vombsjön och Mälaren” utarbetat en metod för att visualisera det samhällsekoniska värdet av ekosystemtjänsten rent vatten. Denna metod resulterade i en totalsiffra på 127 miljarder kronor per år för den producerande nyttan kring Mälaren (Löfmarck & Svensson, 2014). Ett ytterligare exempel på vad som händer inom detta område är ett aktuellt projekt i Finland där regionen Nyland ska granska den enhetliga grönstrukturen i landskapet och där ett delmål är att förbättra utbudet av ekosystemtjänster i regionen (Nylands förbund, 2015). Det sistnämnda projektet har många likheter med detta examensarbete vilket tyder på ett behov av metoder för att kunna synliggöra den gröna strukturen och dess ekosystemtjänster som en del av samhällsstrukturen.

Då många ämnesområden berörs inom detta examensarbete ger de sex kunskapsblocken nedan en grund för att gå vidare i processen med att synliggöra ekosystemtjänsterna i Knivsta kommuns grönstrukturplan.

2.1 FYSISK PLANERING OCH GRÖNA STRUKTURER

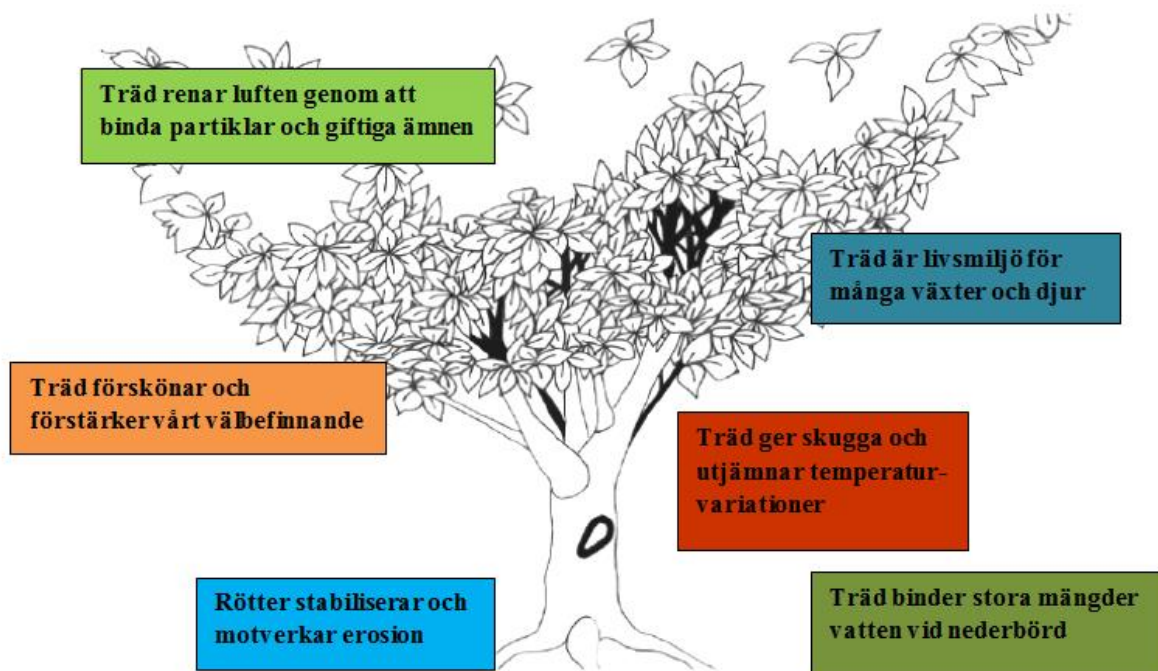
Kommunernas fysiska planering är enligt Länsstyrelsen (2015) ett viktigt verktyg för att säkerställa en hållbar förvaltning av naturområden och gröna ytor. Den planeringen utgörs av olika planer, bland annat översiktsplanen och detaljplaner och inriktningen på dessa bestämmer kommunerna själva enligt det kommunala planmonopolet (Länsstyrelsen, 2015). Översiktsplanen ligger bland annat till grund för hur miljöfrågorna ska hanteras i relation till frågor om markanvändning, samhällsekonomi och sociala förhållanden genom att kommunen här konkretiserar och anpassar miljömål och miljökvalitetsnormer till lokal nivå (Boverket & Naturvårdsverket, 2000).

En typ av fysisk struktur som får en allt mer självklar roll i kommunernas planering är den gröna strukturen (Boverket & Naturvårdsverket, 2000). Boverket (2010 a) beskriver grönstrukturen som ett så kallat grönt nätverk av små och stora gröna områden med olika karaktär och funktion. Det kan till exempel vara förgårdar och innergårdar i bostadskvarter, villaträdgårdar, buffertzoner, ruderatmarker, parker eller gröna kilar (Boverket, 2010 a). Det gröna nätverket med olika typer av vegetationsbeklädda ytor bildar en helhet och är, liksom bebyggelse- och trafikstruktur, en överordnad struktur i den kommunala eller regionala planeringen (Boverket, 2010 a). En rik grönstruktur tillhandahåller många tjänster och har många värdefulla ekologiska, sociala och kulturella funktioner. Grönstrukturens ekologiska funktioner avser dess betydelse för ett rikt och varierat växt- och djurliv, för den biologiska mångfalden och för stadens närklimat och luftkvalitet. Även potentialen för

kretsloppsbaseade lösningar gällande exempelvis dagvatten och omhändertagande av organiskt avfall räknas till strukturens ekologiska funktion. Grönstrukturens sociala funktioner rymmer dess betydelse för hälsa och välbefinnande, lek och rekreation samt dess roll som mötesplats med eventuell möjlighet till bostadsnära odling. Till dess kulturella funktioner räknas betydelsen för städers historia och identitet, för estetiska upplevelser i stort och som stadsbyggnadselement (Boverket & Naturvårdsverket, 2000; Boverket, 2010 a).

En kommunal grönstrukturplan syftar enligt Boverket (2012) till att koppla samman de olika gröna delarna i staden eller kommunen med varandra samt redovisa hur kommunen strategiskt vill planera och förvalta sina grönområden ur ett socialt och ekologiskt perspektiv. En väl fungerande sammankoppling mellan värdefulla grönområden ligger till grund för att grönstrukturen ska kunna upprätthålla sina funktioner och ökar möjligheten för arter att röra sig och sprida sig inom och över kommunens gränser (Blomberg m.fl., 2012).

Det ekonomiska värdet av grönstrukturen avser alla de tjänster och förutsättningar naturen bidrar med som ger samhällsekonomiska vinster och tillväxt. Parker, träd och annan närmatur har, enligt Jansson m.fl. (2013), till exempel kommit att spela allt större roll för städers och kommuners marknadsföring och varumärkesbyggande då dessa gröna miljöer på många sätt bidrar till ett större välbefinnande. Exempelvis lockas företag av att kunna erbjuda sina anställda kontorsutsikt mot gröna omgivningar då detta har visat sig ge ökad trivsel på jobbet samt en upplevelse av högre livskvalitet. Attraktiviteten visar sig i ökade hyresnivåer och fastighetsvärden, vilket i förlängningen leder till ökade skatteinkomster (Jansson m.fl., 2013). Grönska har också många funktioner som kan förbättra tätorternas lokalklimat. I rapporten ”Låt staden grönska - klimatanpassning genom grönstruktur” (Boverket, 2010 b) menas att grönytor exempelvis håller lägre temperatur än omgivande byggnader och hårdgjorda ytor och därför har en temperaturutjämnande verkan mellan ytorna. Andra exempel på ekonomiska bidrag från grönstrukturen är att den kan ta hand om dagvatten, skyddar mot skadligt UV-ljus genom att ge skugga från solen, renar luften och dämpar buller (Figur 2) (Jansson m.fl., 2013; Boverket, 2010 b). Alla de nyttor grönytorna förser oss med kallas gemensamt för ekosystemtjänster. Ekosystemtjänsterna är ett viktigt verktyg för att rusta samhället inför de väntade klimatförändringarna som innebär höga ekonomiska kostnader. För att minska samhällets sårbarhet måste det planeras för hållbara fysiska strukturer som säkerställer grönyternas funktioner (Blomberg m.fl., 2012; Boverket, 2010 b).



Figur 2. Träden och dess många funktioner visar betydelsen av en väl fungerande grönstruktur. Bild efter inspiration av Boverket 2010 b.

2.2 EKOSYSTEM, EKOSYSTEMTJÄNSTER OCH RESILIENS

I denna rapport används termen ekosystem enligt definitionen i artikel 2 i "Konventionen om biologisk mångfald" (FN, 1992, p. 3): "ekosystem är dynamiska komplex av växt-, djur- och mikroorganismssamhällen och deras icke-levande miljö som interagerar som en funktionell enhet". Människan är en integrerad del av ekosystemen i och med att våra handlingar formar dem och då vårt välbefinnande är beroende av dem. Ekosystem är invecklade på så sätt att de innefattar mycket mer än de först kan verka göra. Av Millennium Ecosystem Assessment (2007) beskrivs till exempel ett skogsekosystem inte bara som träd, utan till det räknas förutom träden även marken, vattnet i marken, regnet, djur- och växtlivet och allt det som leder fram till att virket kan skördas, till att samhället får rent vatten från dess filtreringsprocess och till den ekonomiska vinningen som fås från ekoturismen. Fungerande ekosystem utgör grunden för vårt välbefinnande och i stort sett all ekonomisk verksamhet, då praktiskt taget alla de resurser som används på daglig basis direkt eller indirekt beror av naturen (TEEB, 2011; Miljödepartementet, 2014 b).

Ekosystemtjänster definieras enligt TEEB (2010 a) som "ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande", en definition som används genom hela denna rapport. Denna definition rymmer de processer och funktioner i ekosystemen och dess arter som bidrar till den biologiska mångfalden samt produktionen av nyttigheter som till exempel livsmedel och rent vatten. Som framgår av definitionen är ekosystemtjänsternas nyttoaspekt antropocentrisk, den sätter människan i centrum. Detta skiljer begreppet från mer klassiska begrepp inom ekologin rörande ekosystemens processer och funktioner

(Naturvårdsverket, 2012). Ekosystemtjänsterna delas in i fyra kategorier i enlighet med den indelning som gjorts av Millennium Ecosystem Assessment (2005). Kategorierna är *försörjande tjänster* som livsmedel, vatten och timmer, *reglerande/upprätthållande tjänster* som klimatreglering och pollinering och *kulturella tjänster* som rekreation, friluftsliv och spirituella upplevelser. Den fjärde kategorin, *stödjande tjänster*, är de processer och funktioner som ligger till grund för alla andra ekosystemtjänster. De skiljer sig från de andra kategorierna genom att deras påverkan på människor ofta är indirekt eller sker över en mycket lång tid jämfört med att ge relativt direkta och kortvariga konsekvenser för människan (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Hit räknas till exempel fotosyntesen, vattnets kretslopp samt evolutionära processer (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; TEEB, 2008; Naturvårdsverket, 2012). En mer utförlig lista på vilka ekosystemtjänster som hör till vilken kategori finns i Bilaga 1.

Ekosystemtjänsterna räknas enligt Naturvårdsverket (2012) generellt som förnybara naturresurser. Ett överdrivet nyttjande av en ekosystemtjänst, förändringar i den biologiska mångfalden eller annan yttre påverkan på det underliggande ekosystemet kan dock leda till att ekosystemets funktioner och processer förändras (Naturvårdsverket, 2012). Ett mått på hur stor buffertkapacitet ett ekosystem har mot störningar kallas resiliens (Koffman, 2012). Resiliens definieras enligt Stockholm Resilience Centre (2008) som ”*ett ekosystems förmåga att stå emot stress eller förändring och att återuppbygga viktiga funktioner efteråt*”. Enligt Koffman (2012) är resiliens med andra ord ett mått på den hastighet med vilken ett ekosystem återgår till sitt föregående tillstånd efter att ha utsatts för en störning. För till exempel en skog kan det handla om förmågan att återhämta sig efter störningar i form av stormar, bränder eller föroreningar (Stockholm Resilience Centre, 2008). Förändringar i den biologiska mångfalden påverkar ekosystemens förmåga till resiliens då mångfalden ger fler möjligheter till att upprätthålla systemets funktioner och processer efter en störning. Mångfalden fungerar med andra ord som en försäkring för ekosystemen (Naturvårdsverket, 2012).

Enligt Millennium Ecosystem Assessment (2005) ökar den mänskliga belastningen på ekosystemtjänsterna snabbt och av de 24 ekosystemtjänster som utvärderas i rapporten ”Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis” är det hela 15 stycken, det vill säga 60 %, som används på ett icke hållbart sätt och därmed är under nedbrytning. Förändras ekosystemens förutsättningar tillräckligt mycket, det vill säga om systemet förlorar sin resiliens, kan ett så kallat ekosystemskifte inträffa (Stockholm Resilience Centre, 2008). Det innebär enligt Naturvårdsverket (2012) att det ursprungliga ekosystemet övergår i ett nytt tillstånd eller helt kollapsar. Denna övergång är som regel irreversibel och svår att förutse då den ofta sker när ett visst tröskelvärde överskrids. Det nya ekosystemet är oftast mindre önskvärt, både ur biologisk och ur ekonomisk synvinkel (Naturvårdsverket, 2012). Då ekosystemtjänsterna utgör en bas för samhällsekonomin och välfärden kan förlorad biologisk mångfald och förändrade ekosystem därmed leda till höga samhällsekonomiska kostnader (Miljödepartementet, 2014 a).

Med bakgrund av detta bör stor hänsyn tas till hur ekosystem förvaltas för att i största möjliga mån säkra en framtida produktion av ekosystemtjänster och öka ekosystemens resiliens (Naturvårdsverket, 2012).

2.3 FRAGMENTERING, EKOLOGISK KONNEKTIVITET OCH METAPOPOPULATIONER

En enskild växt-, djurart eller artgrupps levnadsplats under någon del av dess livscykel benämns som dess livsmiljö eller dess habitat. Många arter är beroende av flera olika livsmiljöer för att tillgodose sina behov, till exempel kan de behöva olika miljöer för vila, reproduktion, födosök och övervintring (Koffman, 2012). Förlusten av livsmiljöer till följd av bebyggelse, jord- och skogsbruk eller infrastruktur brukar benämnas fragmentering, och bedöms av Millennium Ecosystem Assessment (2005) utgöra ett av de stora hoten mot den biologiska mångfalden i världen. Fragmentering innebär rent definitionsmässigt att en tidigare sammanhängande yta delas upp, utan att den totala storleken på ytan påverkas. I naturen är dock fragmentering i regel en effekt av habitatförlust (Jordbruksverket, 2005). Förutom en direkt förlust av livsmiljöer lokalt leder fragmentering enligt Lundin m.fl. (2005) också till habitatisolation, det vill säga till att livsmiljöerna blir separerade från varandra. Detta försämrar sambanden mellan olika grönområden och innebär att arter som lever i ett fragmenterat landskap inte har samma möjligheter till utbyte av individer och gener som tidigare (Bergquist, 2011; Mörtberg & Ihse, 2006; Lundin m.fl., 2005).

Begreppet ekologisk konnektivitet avser just i vilken utsträckning landskapet möjliggör för arter att förflytta sig mellan områden av för dem lämplig livsmiljö. Begreppet kan enligt Koffman (2012) definieras som graden av sammankoppling mellan livsmiljöområden, det vill säga hur sammankopplade eller isolerade de är i förhållande till varandra. Livsmiljöerna kan ses som fläckar, ”patcher”, som befinner sig i ett omgivande, mer eller mindre ogästvänligt, landskap (Bergquist, 2011). Ju närmare områdena ligger varandra desto lättare är det för individer av en art att sprida sig mellan dem, vilket förhindrar den genetiska utarmningen som annars sker vid isolering av små populationer (Bergquist, 2011). En hög ekologisk konnektivitet är alltså avgörande för att arter på lång sikt ska kunna fortleva och för att det fragmenterade landskapet ska kunna upprätthålla grundläggande ekologiska processer och även i fortsättningen bistå oss med de ekosystemtjänster vi är beroende av (Bergquist, 2011; Koffman, 2012).

Spridningsmöjligheter mellan habitatfragment gör att geografiskt uppdelade populationer, delpopulationer, ändå har förutsättning att påverka varandra och utbyta individer. En sådan konstellation kallas metapopulation (Mörtberg & Ihse, 2006; Bergquist, 2011). Vilken effekt fragmenteringen får på en metapopulation beror på artens rörlighet och förmåga att utnyttja det omgivande landskapet. Vissa strukturer, som till exempel enstaka lövträd mellan lövskogsdungar i jordbruksmark, kan fungera som spridningskorridorer mellan patcher i landskapet medan andra strukturer, som en motorväg, istället utgör barriärer för spridningen. Vad som fungerar som vilket varierar mellan olika organismer (Bergquist, 2011).

2.4 MATRIXGREEN

Matrixgreen är ett insticksprogram till ESRI:s ArcGIS som har utvecklats av Örjan Bodin och Andreas Zetterberg på Stockholms Resilience Centre respektive SLU. Matrixgreen skapades enligt Bodin och Zetterberg (2014 a) med syftet att vara ett lättanvänt verktyg som på ett

pedagogiskt sätt synliggör teoretiska och ekologiska samband i landskapet. Matrixgreen gör det möjligt att analysera vilka effekter förändringar i landskapet skulle kunna få för spridningen av djur och växter inom en grönstruktur (Bodin & Zetterberg, 2014 a). I analyserna behövs karterat vegetationsunderlag för det område som ska studeras. En vegetationskarta eller en marktäckeskarta ger enligt manualen ”Matrixgreen – bakgrund” (2014 a) en god grund och viktigt är att ha material av rätt ålder, klasstydlighet samt täckningsgrad. Nyare material är i regel bättre då markförhållandena, särskilt i expansiva stadsregioner, kan förändras snabbt. Det är också viktigt att alla vegetationsklasser i materialet är tydligt definierade och beskrivna samt att hela studieområdet täcks av karteringsunderlaget då det är ett kriterium för att kunna utföra GIS-analysen (Bodin & Zetterberg, 2014 a).

Programmet är i första hand en verktygslåda till ArcGIS och används för att välja ut fokusområden, till exempel habitat eller biotoper, att använda i en spridningsmodell. Om fokusområdena har konnektivitet kopplas de ihop med varandra med hjälp av länkar och länkarna kan sedan analyseras med avseende på bland annat avstånd för att spegla profilartens maximala spridningsförmåga (Bodin & Zetterberg, 2014 b).

Det finns enligt Bodin och Zetterberg (2014 a) tre typer av ekologisk information som krävs för att skapa en spridningsmodell för den profilart som ska studeras. Dessa är:

1. Var lever arten? Är den specialist eller generalist? Går dess livsmiljö att identifiera i det GIS-material som finns tillgängligt?
2. Hur sprider sig arten? Finns det vetenskapliga belägg för att arten maximalt förflyttar sig en viss distans mellan lämpliga livsmiljöer?
3. Finns det någon typ av miljö som arten har svårare att förflytta sig genom? Finns det någon typ av barriär för artens spridning i landskapet?

Exempel på egenskaper hos profilarter som gör dem lämpliga som modellorganismer i en spridningsmodell är till exempel area- och spridningsbegränsade organismer, habitatspecialister, barriärkänsliga arter och ekologiskt viktiga arter. Dessa kan vara beroende av en livsmiljö av en viss storlek eller av en viss typ, de kan vara begränsade i sin förmåga till förflyttning, ha svårt att passera fysiska hinder av olika sorter eller helt enkelt ha en nyckelfunktion i sitt ekosystem (Bodin & Zetterberg, 2014 a).

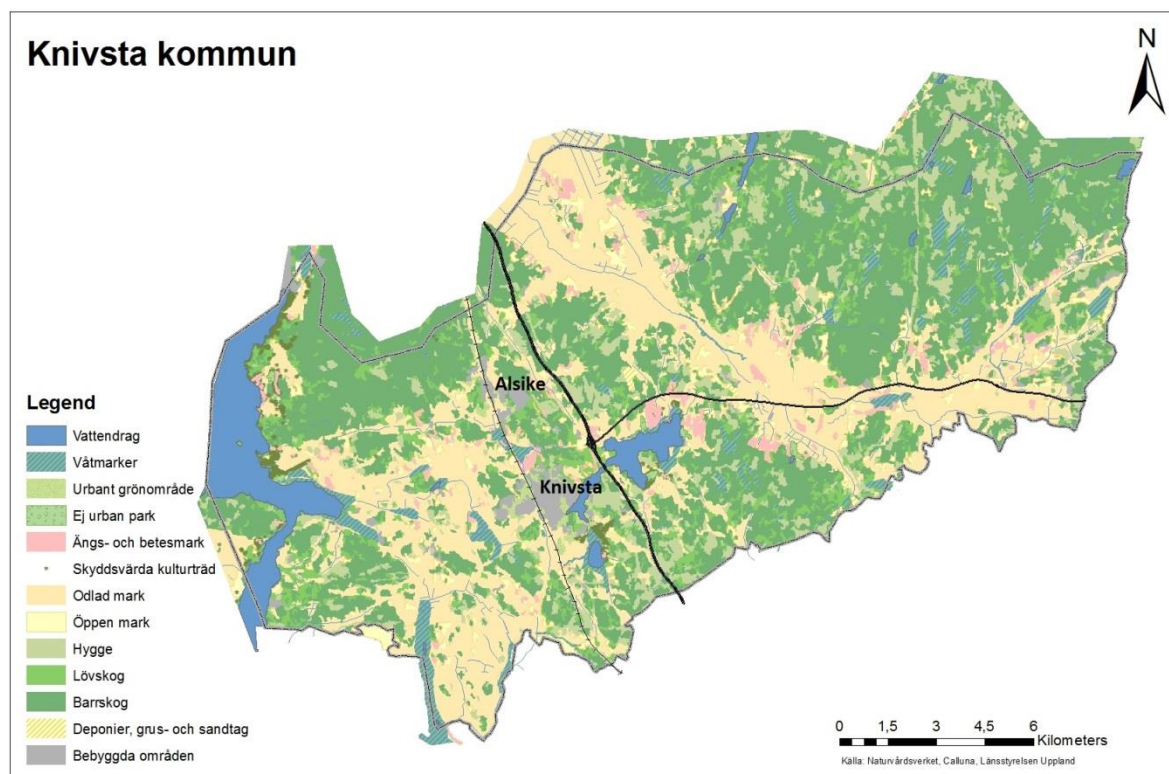
Analysen med Matrixgreen ger en helhetsbild över hur landskapet hänger ihop genom att först identifiera särskilt värdefulla områden och sedan skapa länkar i landskapet som visar mellan vilka områden det är möjligt för arterna att röra sig. Kärnområdena kopplas alltså ihop till grupper eller nätverk som visar fungerande och sammanhängande livsmiljöer. Samtidigt visas vilka områden som är isolerade i landskapet eller har få, sköra, kopplingar till resterande nätverk (Blomberg m.fl., 2012).

2.5 EKOLOGISKA PROFILER

Begreppet ekologisk profil har valts för att täcka de egenskaper som har betydelse för arters fortlevnad i ett landskap. Profilerna bygger på så kallade profilarter vars resurskrav, specialisering eller spridningsförmåga ställer krav på miljön i landskapet (Bodin & Zetterberg, 2014 a). Profilarten är en förenklad beskrivning av den biologiska arten utifrån tillgängliga data. Den biologiska arten är enligt Bodin och Zetterberg (2014 a) i regel mer komplex än vad spridningsmodellen kan spegla och därför är det viktigt att skilja på profilarten och dess biologiska art. De ekologiska profilerna väljs för att definiera hur mycket av en viss livsmiljö de mest krävande arterna behöver för att överleva inom ett givet landskap. De önskade syftet med att definiera en profilart är att andra arter med lägre krav automatiskt ska bevaras om de mer krävande arterna trivs i landskapet (Angelstam m.fl., 2010). I och med att profilarten och dess biotop skyddas skapas ett så kallat ”skyddande paraply” för många andra arter, varför de biologiska arterna som profilarterna bygger på kallas just paraplyarter i andra sammanhang (Angelstam & Mikusinski, 2001; Angelstam m.fl., 2010). Varför begreppet profilart används istället för paraplyart är för att profilarten är en förenkling av den biologiska paraplyarten, som nämnt ovan. Genom att använda profilarter för olika livsmiljöer i landskapet ökar förutsättningarna att bevara den biologiska mångfalden, vilken ligger till grund för alla ekosystemtjänster (Colding & Marcus, 2013).

2.6 KNIVSTA KOMMUN

Studieområdet Knivsta kommun ligger i Uppsala län och är till ytan 284 km² stort (Knivsta kommun, 2014 b). Kommunen ligger i klimatzon fyra och består mestadels av slättlandskap uppblandat med småkuperad skogsmark. Inom kommungränsen finns två tätorter, Alsike och Knivsta (Figur 3), som tillsammans har runt 15 000 invånare (Knivsta kommun, 2013).



Figur 3. Översiktlig karta över Knivsta kommun med de två tätorterna Alsike och Knivsta markerade.

Knivsta kommun är Sveriges yngsta kommun och bildades 1 januari 2003 när Uppsala kommun delades i två. Knivsta ligger mitt i tillväxtregionen Stockholm-Uppsala med goda förbindelser till de större grannstäderna men också till Arlanda. Sedan kommunbildningen har invånarantalet vuxit från 12 000 till dagens 15 000 invånare, vilket gör Knivsta till en av de snabbast växande kommunerna i Sverige (Knivsta kommun, 2013). Den 21 mars 2013 slog kommunen fast en vision om att till år 2025 ha vuxit till upp mot 25 000 invånare. Visionen, som genomsyras av det hållbara samhället, lyder i sin helhet:

”Den moderna och kunskapsintensiva småstaden med förankring i en aktiv och levande landsbygd – mitt i tillväxtregionen Stockholm-Uppsala – skapar attraktionskraft både för boende och företag och befäster Knivsta som en föregångskommun för det hållbara samhället.” (Knivsta kommun, 2014 c).

I Knivsta kommun finns lättillgängliga sjöar, skogar, stränder och ångsmarker, men den löpande exploateringen i tätorterna medför en risk för att grönområden och naturområden som är viktiga för produktion av olika ekosystemtjänster byggs bort. Ett verktyg för att förhindra detta är den fysiska planeringen. En hållbar fysisk samhällsplanering möjliggör utveckling där belastning på mark, vatten och luft minimeras, där områden med skyddsvärda natur- och kulturmiljöer bevaras och utvecklas och där marken används till det som den är bäst lämpad för (Knivsta kommun, 2014 d).

3. METOD

Arbetsgången kan delas upp i en teoretisk och en praktisk del. Till den teoretiska delen räknas litteraturstudien och även workshopen då resultatet från dessa har satt ramarna och ligger till grund för den praktiska delen. Den praktiska delen innefattar bearbetning av kartunderlaget i ArcMAP, implementering av de ekologiska profilerna i Matrixgreen samt de nätverksanalyser som utförts. Det har varit en iterativ process och egentligen inföll workshopen mitt under den pågående litteraturstudien. Workshopen presenteras dock först för att underlätta för läsaren att följa med i arbetsgången.

3.1 WORKSHOP

En workshop genomfördes under eftermiddagen den 10 oktober (Bilaga 2 – Inbjudan till Workshop). Workshopen (workshop 2) planerades och leddes av Emma Hell Lövgren, miljöstrateg i Knivsta kommun och var en sedan tidigare planerad aktivitet i kommunens arbete med grönstrukturplanen. Under våren 2014 genomfördes en inledande workshop (workshop 1) med syfte att initiera en dialog om frågor kopplade till grönstrukturplanen och detta var fortsättningen på den. Deltagande var kommunpolitiker, kommunala tjänstemän samt initierade medborgare med kunskap inom naturvård, ekologi och Knivsta kommun.

Workshopen inleddes med en inspirationsdel för att presentera ekosystemtjänsterna för de som inte tidigare var insatta i ämnet. Därefter delades deltagarna in i grupper om fyra där alla gruppdeltagare hade olika bakgrund för att få in olika perspektiv i diskussionen. Utifrån den sammanfattade bruttolistan över ekosystemtjänster (Bilaga 1 – Bruttolista över ekosystemtjänster) diskuterades vilka tjänster i respektive kategori som är viktigast för Knivsta kommun. Därefter redovisade varje grupp sina prioriteringar och alla fick rösta på vilka 3-4 ekosystemtjänster som de tyckte var viktigast.

I nästa diskussionsomgång utgick grupperna från en karta över kommunen där de ekosystemtjänster som prioriterats i omgång ett skulle placeras ut. Detta för att ta reda på var i kommunen ekosystemtjänsterna finns och om vissa områden är viktigare än andra. Även detta material presenterades sedan för de andra deltagarna och än en gång genomfördes en röstning på vilka 3-4 tjänster som var och en av deltagarna tyckte var viktigast. Workshopen avslutades med en summering och en sammanfattning av hur arbetet med grönstrukturplanen skulle fortsätta.

3.2 LITTERATURSTUDIE

En litteraturstudie genomfördes för att samla in relevant information om studieområdet. I första hand studerades vetenskapliga artiklar och nationella utredningar och rapporter men även internationella dokument inkluderades.

Litteraturstudien kompletterades med insamling och bearbetning av kartunderlag till ArcGIS. Från Naturvårdsverket hämtades Svenska Marktäckedata, SMD, bestående av 58 olika markklasser (Naturvårdsverket, 2014). Från Länsstyrelsernas karttjänster hämtades de

kompletterande underlagen våtmarksinventering, ängs- och betesmarkinventering, sumpskogar, skyddsvärda kulturträd samt markavvattningsföretag. Från Knivsta kommun erhöles en biotopkartering gjord av Calluna (2014), över ett område i anslutning till Knivsta tätort.

3.3 EKOLOGISKA PROFILER

Utifrån studerad litteratur (t.ex. Koffman (2012) och Mörtberg m.fl. (2006)) utformades sedan så kallade ekologiska profiler för att implementeras i Matrixgreen. För att ringa in de 11 ekosystemtjänsterna livsmedel, material, bioenergi, klimatreglering, fluvial flödesreglering, översvämningsskydd, vattenrening, upprätthållande av livsmiljöer, pollineringsfunktion, biologisk mångfald och livsmiljöer (Tabell 1 avsnitt 4.1) valdes fyra olika livsmiljöer/biotoper att utgå från: våtmarker, ohävdade gräsmarker samt två typer av skog; lövskogsdominerade områden och områden med äldre barrskog. Våtmarker valdes främst för dess viktiga reglerande funktioner (IVL, 2014 a), gräsmarkerna för dess artrikedom och förmåga att utgöra livsmiljö för pollinerare (Aronsson, 2006) och de två skogstyperna valdes främst för dess försörjande funktioner (IVL, 2014 b). För respektive habitattyp identifierades en profilart för att möjliggöra analyserna i Matrixgreen. För våtmarker valdes groddjur, för gräsmarker fjärilar, för äldre barrskog valdes tofsmesen och för lövskog valdes stjärtmesen.

3.4 BEARBETNING AV KARTUNDERLAG

Svenska Marktäckedata hämtades från Naturvårdsverket och öppnades i ArcMAP. Filen ”packades upp” genom att Attribute table öppnades och markklasserna valdes var för sig och extraherades från huvudfilen genom Analysis Tools: Extract. Denna procedur upprepades för alla 36 markklasser i Knivsta kommun. SMD-underlaget täckte hela Uppsala län och för att endast få med Knivsta kommun skapades en ny shapefil i ArcCatalog. Det nya polygonet hämtades till ArcMAP och ritades in efter kommungränsen som fanns angiven i SMD-materialet. Då SMD-underlaget laddas ned länsvis kunde en viss marginal behållas norr om kommungränsen in mot resterande Uppsala län men inte där kommunen gränsar mot Stockholms län. Sedan klipptes markklasserna efter det nya polygonet genom Analysis Tools: Extract: Clip. Denna procedur upprepades för alla aktuella klasser.

Från länsstyrelsernas karttjänster hämtades sedan kompletterande underlag: Våtmarksinventering, Ängs- och betesmarksinventering, Sumpskogar, Skyddsvärda kulturträd och Markavvattningsföretag. Dessa klipptes till enligt samma princip som SMD-klasserna för att endast täcka Knivsta kommun.

En biotopkartering, gjord av Calluna (2014), över ett område i centrala Knivsta lades också in i ArcMAP för att komplettera det andra underlaget.

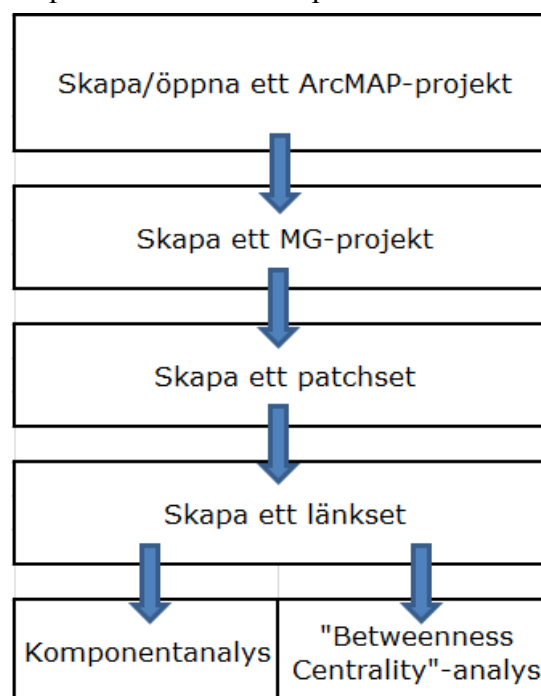
Därefter sorterades underlaget för att tydligare visa och representera de olika vegetationstyperna och markanvändningsområdena.

De markklasser som identifierats som möjliga habitat (Tabell 2 och 3, Tabell 4, Tabell 5 och 6, Tabell 7 och 8) slogs samman till ett gemensamt skikt genom att i ArcMAP-fönstret gå till Geoprocessing: Merge och i Input Datasets välja de identifierade habitatstyperna och i Output Dataset döpa dessa till "groddjurs-/fjärils-/tofsmes-/stjärtmeshabitat_merge". För tofsmeshabitaten gjordes denna sammanslagning för alla barrskogsbiotoper utom "Barrskog ej på lavmark >15 m". För fjärilshabitaten slogs ängs- och betesinventeringen ihop med "Urbana grönområden" och "Naturliga gräsmarker".

3.5 IMPLEMENTERING AV EKOLOGISKA PROFILER I MATRIXGREEN

För varje ekologisk profil skapades ett Matrixgreen-projekt genom att i ArcMAP klicka ArcToolbox: Matrixgreen: Project: Create Project.

För respektive ekologisk profil skapades därefter ett "patchset" där habitatpreferenser specificerades, baserade på information från litteraturstudien. Detta gjordes genom att i verktygslådan till Matrixgreen välja Patch: Patches from Feature Class. I pop-up-fönstret valdes det aktuella MG-projektet som "Project" och som "Patch Feature Class" sattes de sammanslagna skikten (groddjurs-/fjärils-/tofsmes-/stjärtmeshabitat_merge). Habitatpreferenser specificerades genom att ange minsta habitatstorlek (Tabell 9) på "Min Area" för alla ekologiska profiler utom fjärilshabitaten. Output blev en Matrixgreenfil med patch-set med en viss storlek. För tofsmeshabitaten skapades förutom patchsetet med äldre barrskog på 3 ha även ett patchset på 10 ha, för att visa kraven för reproduktions- samt födosöksområden.



Figur 4. Enkel schematisk beskrivning av arbetsprocessen i Matixgreen.

Efter att patchset hade skapats med rätt habitatstorlek skapades länkar genom att välja Link: Find links EE i Matrixgreens verktygslåda. EE-länkar står för "Edge-to-Edge" och innebär att avståndet mellan patcherna beräknas från kant till kant, vilket i naturen kan innebära avståndet från till exempel en skogskant till en annan. Det nyss skapade patchsetet valdes som "Patch Set" för respektive ekologisk profil, och den teoretiska rörelseförmågan för profilerna (Tabell 9) matades in under "Max Distance".

3.6 NÄTVERKSANALYSER

När både patch-set och länkar var skapade kunde två olika analyser göras på habitatnätverken, ”Betweenness Centrality Analysis” samt ”Component Analysis” (Komponentanalys).

”Betweenness Centrality”-analysen är ett sätt att identifiera områden som är centralt belägna inom nätverket utifrån ett konnektivitetsperspektiv. Patcher genom vilka många spridningslänkar passerar får ett högt BC-värde (”Betweenness Centrality-värde) vilket betyder att dessa områden är centrala för att flödet genom nätverket ska fungera. Patcher med höga BC-värden kan därför utgöra potentiella noder eller språngbrädor i landskapet.

Komponentanalysen identifierar separata nätverk i landskapet. En komponent kan utifrån ett konnektivitetsperspektiv ses som en isolerad del av landskapet då varje patch i komponenten kan nås från alla andra delar av komponenten genom spridningslänkarna, men inte från patcher utanför komponenten.

3.6.1 ”Betweenness Centrality”-analys

”Betweenness Centrality”-analysen gjordes genom att i verktygslådan för Matrixgreen välja Analysis: Betweenness Centrality och i ”Link Set” välja det aktuella patchsetet och dess länkar (Figur 9, 14, 16 & 18).

3.6.2 Komponentanalys

Komponentanalysen (Component Analysis) gjordes genom att välja Analysis: Component Analysis i Matrixgreens verktygslåda och som ”Link Set” välja det aktuella patch-setet och de dithörande länkarna, på samma sätt som i den första analysen (Figur 10, 15, 17 och 19).

4. RESULTAT

Resultaten som presenteras nedan har uppkommit av den iterativa process som detta examensarbete har varit. De prioriterade ekosystemtjänsterna är ett resultat av workshopen och de ekologiska profilerna utgår från de 9 ekosystemtjänster som kunde kopplas till respektive biototyp. Habitatnätverken bygger helt på de ekologiska profilerna, liksom analysresultaten.

Sist i detta kapitel presenteras det övergripande resultat som detta examensarbete kan sammanfattas i, nämligen ett tillvägagångssätt för att synliggöra ekosystemtjänster i grönstrukturplaner.

4.1 PRIORITERADE EKOSYSTEMTJÄNSTER FÖR KNIVSTA KOMMUN

Workshopen genererade ett urval av ekosystemtjänster som deltagarna på workshopen röstat fram som extra viktiga för Knivsta kommun. Det urvalet bearbetades sedan av den interna projektgruppen för grönstrukturplanen genom att väga ekosystemtjänsterna mot varandra och diskutera om vissa tjänster fyllde samma funktion i kommunen. Tillsammans enades

projektgruppen om 18 ekosystemtjänster (Tabell 1) som fick representera prioriterade värden i kommunen.

Av de 18 prioriterade ekosystemtjänsterna bedömdes sedan 11 vara möjliga att koppla geografiskt till en viss biotop. Dessa ekosystemtjänster är markerade med blått i tabell 1 nedan och dessa har legat till grund för analyserna med Matrixgreen.

Tabell 1. Prioriterade ekosystemtjänster i Knivsta kommun. Blåmarkerade rutor visar de tjänster som ingår i GIS-analyserna.

<u>Stödjande ekosystemtjänster</u>		
Biokemiska kretslopp		
Biologisk mångfald		
Livsmiljöer		
<u>Försörjande</u>	<u>Reglerande/upprätthållande</u>	<u>Kulturella</u>
Livsmedel	Klimatreglering	Rekreation
Dricksvatten	Fluvial flödesreglering	Friluftsliv
Material (timmer, dekorativa material)	Översvämningsskydd	Lärande
Bioenergi	Vattenrening	Sociala relationer
	Upprätthållande av livsmiljöer	"Sense of place"
	Pollinering	

4.2 EKOLOGISKA PROFILER OCH PROFILARTER

För att ringa in de 11 ekosystemtjänsterna livsmedel, material, bioenergi, klimatreglering, fluvial flödesreglering, översvämningsskydd, vattenrening, upprätthållande av livsmiljöer, pollinering, biologisk mångfald och livsmiljöer (Tabell 1) valdes fyra olika livsmiljöer/biotoper att utgå från: våtmarker, ohävdade gräsmarker samt två typer av skog; lövskogsdominerade områden och områden med äldre barrskog.

4.2.1 Våtmarker – groddjur

I Sverige finns åtta olika arter groddor, tre arter paddor och två arter vattensalamandrar. Dessa kallas gemensamt för groddjur och utmaningen i bevarandearbetet för groddjuren ligger i att de är beroende av många olika småbiotoper under sin livscykel (Mörtberg m.fl., 2006). Nio av totalt tretton arter är hotade och hela gruppen är fridlyst i Sverige.

Groddjuren är främst knutna till det öppna och halvöppna odlingslandskapet. För fortplantning och yngelstadiet behöver de akvatiska miljöer och för födosökning och övervintring behöver de lämpliga landmiljöer (Koffman, 2012; Mörtberg m.fl., 2006). Solbelysta småvatten som värms upp tidigt är väsentliga för att groddjuren ska komma igång med fortplantningen på våren. Vattensamlingarna bör vara så pass stora att de inte torkar ut under sommaren eftersom det tar några månader innan grodynglen omvandlas till landlevande

groddor. De bör också vara tomma på fisk och kräftor då dessa annars äter groddagg och larver. Generellt är rinnande vatten för kalla för groddjuren men är vattendragen rika på vegetation kan groddjur förekomma i omgivningen som ofta innehåller blötare marker (Jordbruksverket, 2005). Även i anslutning till insjöar kan groddjuren hittas i så kallade strandbeten och strandängar där vegetationen skyddar från fiskpredation (Koffman, 2012). Naturbetesmarker är en annan miljö där groddjuren trivs som både lämpar sig för födosök och övervintring. De består ofta av en mosaik av småbiotoper som förutom småvatten innehåller träd, buskar, stenrösen, dikeskanter och öppna marker. Även lövskogsmiljöer och skogsbryn som erbjuder skuggiga och fuktiga retriättplatser klassas som typiska groddjurshabitat. Trädgårdar med kompost- och rishögar där djuren kan gräva ner sig erbjuder bra övervintringsplatser (Koffman, 2012; Jordbruksverket, 2005; Mörtberg m.fl., 2006).

Enligt Mörtberg m.fl. (2006) varierar groddjurens habitatkrav beroende på ålder och födotillgång. Ungdjuren kan röra sig längre sträckor, 2–6 km enligt Koffman (2012), för att söka nya fortplantningsområden men är sedan mycket trogna sina lekplatser och rör sig inte mer än några hundra meter i landskapet (Mörtberg m.fl., 2006; Koffman, 2012).

Utifrån broschyren ”Grod- och kräldjur i landskapet” utgiven av Jordbruksverket (2005) identifierades möjliga lekplatser (reproduktionsområden) för groddjur i det framtagna kartunderlaget (Tabell 2 och 3). Dessa områden kompletterades med två lager från länsstyrelsen; våtmarksinventeringen (VMI) och sumpskogar. En detaljerad beskrivning av de olika markklasserna finns i Bilaga 3 – Våtmarker.

Tabell 2. Markklasser i SMD för groddjurshabitat

Svenska Marktäckedata	
Kod	Beskrivning
70	Limnogen vätmarker
80	Vattendrag
82	Sjöar och dammar, igenväxande yta

Tabell 3. Groddjurshabitat i Callunas (2014) biotopkartering

Biotopkartering	
Kod	Biotop
340	Sötvattensstrandäng, halvöppen
450	Sötvattensstrandäng, öppen
620	Vattenvegetation

4.2.2 Ängs- och betesmark – fjärilar

I Sverige finns ca 2800 olika arter fjärilar (Vanhoenacker, 2014) och de nordliga breddgraderna gör att de allra flesta är mycket sol- och värmeberoende. De lever på värdväxter som örter, buskar och träd men kräver också en rik tillgång på nektarkällor i form av olika blomväxter för att kunna överleva (Rosqvist, 2003). Ängs- och betesmarkens ogödslade och välhåvade gräsmarker har goda förutsättningar för att hysa en rik fjärilsfauna (Franzén & Ranius, 2004; Mörtberg m.fl., 2007 b) och har därför använts som det huvudsakliga underlaget till denna ekologiska profil där fjärilar får agera som profilart.

Ängs- och betesmarksinventeringen utfördes av Jordbruksverket och länsstyrelserna på uppdrag av regeringen under åren 2002-2004. Ängs- och betesmarker innefattar marker som

uteslutande används som betesmark eller slåtterängar och som inte är lämpliga att plöja och inte ingår i växtföljd. Ängsmarkernas vegetation påverkas främst av slåtter medan betesmarkernas utseende och sammansättning formas av de betande djuren (Persson, 2005).

Fjärilar behöver en varierad miljö för att klara sig. Artrikedomen, värmen och ljuset på de öppna gräsmarkerna och i de glesa träd- och buskskikten gör dessa miljöer ideala för födosök medan igenväxande vallar erbjuder skydd och lämpliga platser för ägg och larver (Aronsson, 2006; Schneider, 2003). Förekomst av skog eller tätt växande träd har visat sig ha ett negativt samband med antalet fjärilar (Schneider, 2003; Jonasson m.fl., 2010; Franzén & Ranius, 2004). Likaså klarar sig de flesta arterna inte på gödslade marker där deras väd- och nektarväxter konkurreras ut och försvinner (Rosqvist, 2003).

Fjärilar rör sig över landskapet för att nå reproduktionsområden och övernattningsplatser eller för att söka föda. Rörelsen kan ske inom en viss livsmiljö men också mellan olika patcher. Olika arter rör sig olika långa sträckor. Skogsmark fungerar som en barriär för många fjärilsarter men över åkrar och öppna fält kan avstånd på flera hundra meter korsas beroende på art och mängden språngbräddor på vägen. Längre avstånd mellan livsmiljöer liksom isolering av livsmiljöer har visat sig påverka det genetiska utbytet mellan patcher negativt (Schneider, 2003). Schneider (2003) visade i sin studie på en maximal rörelseförmåga på 2,1 km och en genomsnittlig rörelseförmåga på 359 m över öppen mark. Mörtberg m.fl. (2007 b) har i rapporten "Landskapsekologisk analys: underlag för regionala landskapsstrategier" antagit att de flesta fjärilar vanligen rör sig endast några hundra meter.

I Knivsta finns nära 700 ha ängs- och betesmark inventerad av Jordbruksverket, vilka har goda förutsättningar att fungera som livsmiljö för många fjärilsarter (Jordbruksverket, u.d.). Utifrån de naturtyper som Rosqvist (2003) identifierat som möjliga fjärilshabitat har även klasserna Urbana grönområden (kod 14) och Naturlig gräsmark (kod 51) från SMD kompletterat underlaget (Tabell 4). En detaljerad beskrivning av de olika markklasserna finns i Bilaga 4 – Gräsmarker.

Tabell 4. Markklasser i SMD för fjärilshabitat

Svenska Marktäckedata	
Kod	Beskrivning
14	Urbana grönområden
51	Naturlig gräsmark

4.2.3 Barrskogshabitat – tofsmes

Som profilart för den barrskogsdominerade biotopen valdes tofsmesen. Tofsmesen är enligt Suhonen m.fl. (1993) starkt bunden till barrskog och föredrar äldre skog med varierande struktur som erbjuder högre tillgång på mat och större volymer för födosök (Rodríguez m.fl., 2001). Ett viktigt inslag i barrskogsbiotopen är förekomsten av död ved, även i stående form, där arten kan bygga sitt bo (Mörtberg m.fl., 2007 a). Tofsmesen rör sig sällan över öppna fält, hyggen, buskmark eller skogsplantage utan håller sig till skogen och skiktade skogsbryn där den lätt kan söka skydd (Rodríguez m.fl., 2001). Enligt Rodríguez (2001) flyger tofsmesen

inte gärna längre än några hundra meter över öppna eller halvöppna områden ens om det finns enstaka stora träd som fungerar som språngbräddor längs sträckan.

Tofsmesen är en stannfågel och den sparsamma födotillgången vintertid gör att dess habitat varierar över året och blir ungefär dubbelt så stort under vintermånaderna (Koffman, 2012). För att öka möjligheterna att hitta mat under vintern följer tofsmesen med så kallade meståg, artblandade flockar på 10-30 individer barrskogslevande fåglar som gemensamt söker föda i vinterlandskapet (Mörtberg m.fl., 2007 a; Mörtberg m.fl., 2007 b). Meståget ger förutom ökad chans till föda även ökat skydd mot predatorer och då fåglarna är nischade mot olika delar av trädkronan konkurrerar de inte om matutbudet (Segerstedt, 2013). Förutom tofsmes ingår ofta flera blåmesar och talgoxar samt någon eller några individer talltita, entita, svartmes och kungsfågel i meståget (Mörtberg m.fl., 2007 a; Mörtberg m.fl., 2007 b; Segerstedt, 2013). Dessa arter har alltså liknande habitatkrav som tofsmesen.

Härdelin (1998) listar i ”Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog” landskapskriterier för mesfåglar. Han skriver bland annat att ett bestånd gammelskog, skog äldre än 80 år, bör vara minst 25 ha stort i Mellansverige för att överhuvudtaget kunna hysa ett hållbart bestånd av barrskogsmesar. Jansson och Andrén (2003) framhåller i sin studie att tofsmesen gynnas när andelen barrskog äldre än 40 år ökar.

Enligt Koffman (2012) kräver tofsmesen minst tre hektar sammanhängande aktivitetsområde för att kunna häcka. Dessutom bör detta område ligga i anslutning till ett minst 10 ha stort barrskogsbestånd för födosök. Utifrån detta har endast en markklass använts från SMD, Barrskog ej på lavmark >15 m (kod 45), för aktivitetsområdet. För att skapa skiktet ”Barrskogsområden 10 ha” (Figur 7) användes övriga barrskogsdominerade markklasser från SMD (Tabell 5) och barrskogsområden från biotopkarteringen (Tabell 6). Dessa patcher är alltså minst 10 ha stora och en detaljerad beskrivning av de olika markklasserna finns i Bilaga 5 – Barrskog.

Tabell 5. Markklasser i SMD för barrskogshabitat.

Svenska Marktäckedata	
Kod	Beskrivning
43	Barrskog på lavmark
44	Barrskog ej på lavmark 7-15 m
46	Barrskog på myr
47	Barrskog på berg i dagen
48	Blandskog ej på myr eller berg i dagen
49	Blandskog på myr
50	Blandskog på berg i dagen

Tabell 6. Tofsmeshabitat i Callunas (2014) biotopkartering.

Biotopkartering	
Kod	Biotop
210	Hällmarkbarrskog
212	Barrskog, torr-frisk
213	Barrskog, fuktig-våt
222	Blandskog, torr-frisk
223	Blandskog, fuktig-våt

4.2.4 Lövskogshabitat – stjärtmes

Stjärtmesen valdes som profilart för lövskogsdominerade biotoper. Stjärtmesen är en insektsätande stannfågel bunden till varierade lövskogsbestånd med högre andel lövträd än vad som vanligtvis förekommer i brukade skogar (Jansson & Andrén, 2003; Manton m.fl.,

2005; Angelstam m.fl., 2003). Mellansvenska brukade skogsmarker har ett lövinslag på ungefär 10 procent, medan stjärtmesen behöver minst 15 procent lövrik skog och/eller mindre än 300 meter mellan enskilda lövrika bestånd (Jansson, 2000; Angelstam m.fl., 2010). Lövskogsbestånden ska helst vara 2-15 ha stora och den kritiska tröskelnivån uppskattas enligt Manton m.fl. (2005) vara 20 % möjligt habitat per kvadratkilometer för att möjliggöra ett hållbart bestånd stjärtmesar.

När det inte är häckningsperiod lever stjärtmesar enligt Gaston (1972) vanligtvis i flockar om 6–30 fåglar som enligt Hernández (2010) huvudsakligen utgörs av besläktade individer. I mitten av vintern bryter flocken upp och bildar häckande par. Stjärtmesen samarbetar kring uppfödningen av nya kullar och utöver det häckande paret kan en eller flera vuxna individer hjälpa till med utfordringen av ungfåglarna (Hernández, 2010).

Skog med minst 15 % lövskogsinslag samt markklasser kända för att kunna hysa stjärtmesar identifierades i underlaget från SMD (Tabell 7) samt biotopkarteringen (Tabell 8). Mer information om de olika markklasserna finns i Bilaga 6 – Lövskog.

Tabell 7. Markklasser i SMD för stjärtmeshabitat

Svenska Marktäckedata	
Kod	Beskrivning
14	Urbana grönområden
19	Ej urban park
40	Lövskog, ej på myr eller berg-i-dagen
41	Lövskog på myr
42	Lövskog på berg-i-dagen
48	Blandskog, ej på myr eller berg-i-dagen
49	Blandskog på myr
50	Blandskog på berg i dagen

Tabell 8. Stjärtmeshabitat i Callunas (2014) biotopkartering

Biotopkartering	
Kod	Biotop
222	Blandskog, torr-frisk
223	Blandskog, fuktig-våt
232	Lövskog, torr-frisk
233	Lövskog, fuktig-våt
242	Ädellövskog ≥ 70 % KT
243	Ädellövskog 50-70 % KT
244	Ädellövskog 30-50% KT

De olika ekologiska profilerna sammanfattades sedan i Tabell 9 för att tydliggöra vilka habitatpreferenser som användes för habitatnätverken i Matrixgreen.

Tabell 9. Patch-begränsning och rörelseförmåga för de ekologiska profilerna

Ekologisk profil	Patch-begränsning [ha]	Rörelseförmåga [m]
Groddjurshabitat (våtmarker)	-	2000
Fjärilshabitat (gräsmarker)	-	500
Tofsmeshabitat (äldre barrskog)	≥ 3	500
Stjärtmeshabitat (lövskog)	≥ 2	300

4.3 HABITATNÄTVERK

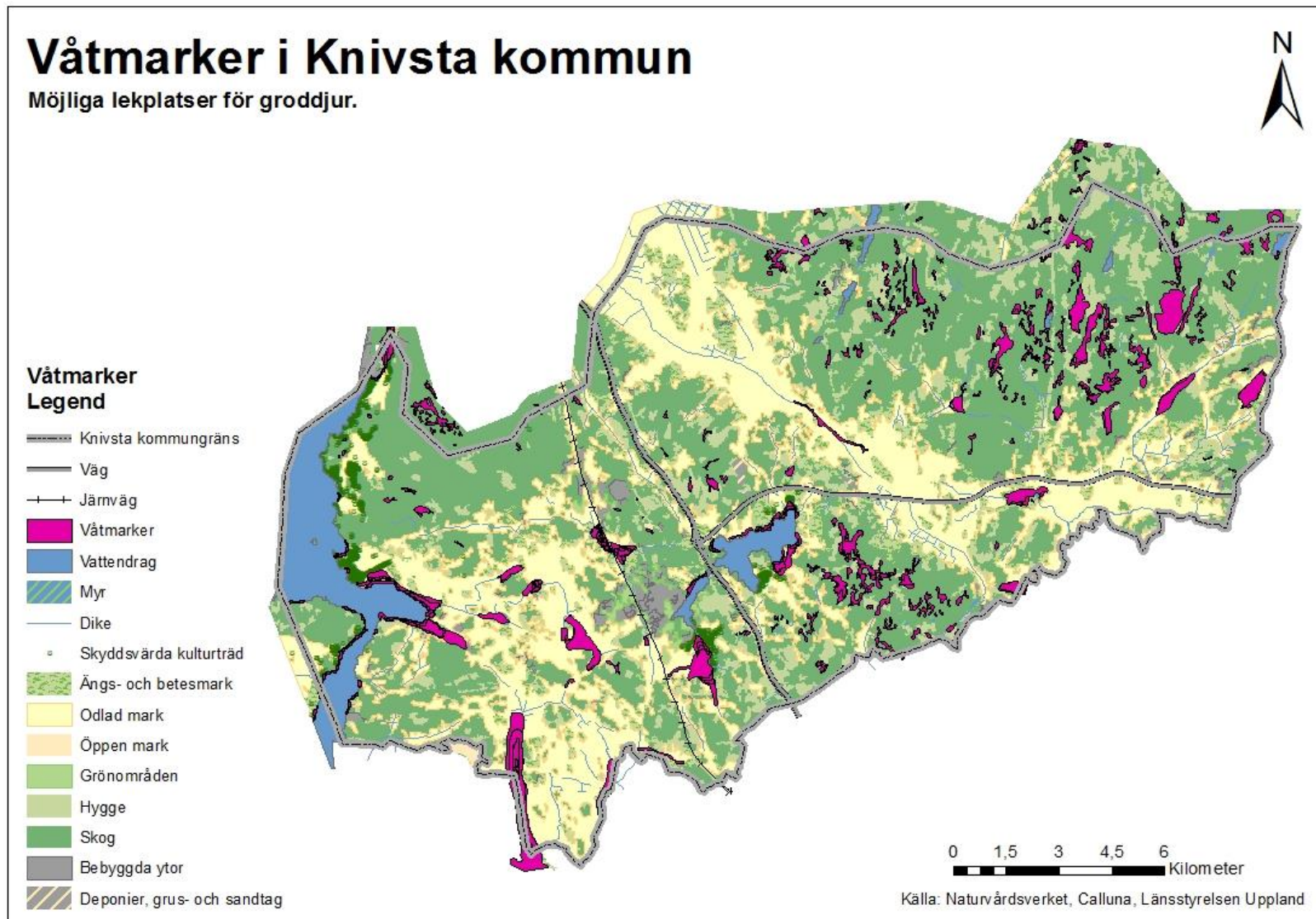
De habitatnätverk som skapades bygger alltså på de ekologiska profilerna (Tabell 9). Nätverken visar var i kommunen profilerarna teoretiskt sett kan leva och mellan vilka habitatpatcher de teoretiskt sett kan röra sig.

För profilartern groddjur finns möjliga lekplatser över i stort sett hela kommunen (Figur 5). De är bland annat lokaliserade i skogslandskapet i nordöstra och mellersta kommunen, i anslutning till sjöarna Valloxen, Säbysjön och Ekoln och norr om Knivsta tätort. De möjliga lekplatserna är av varierande storlek.

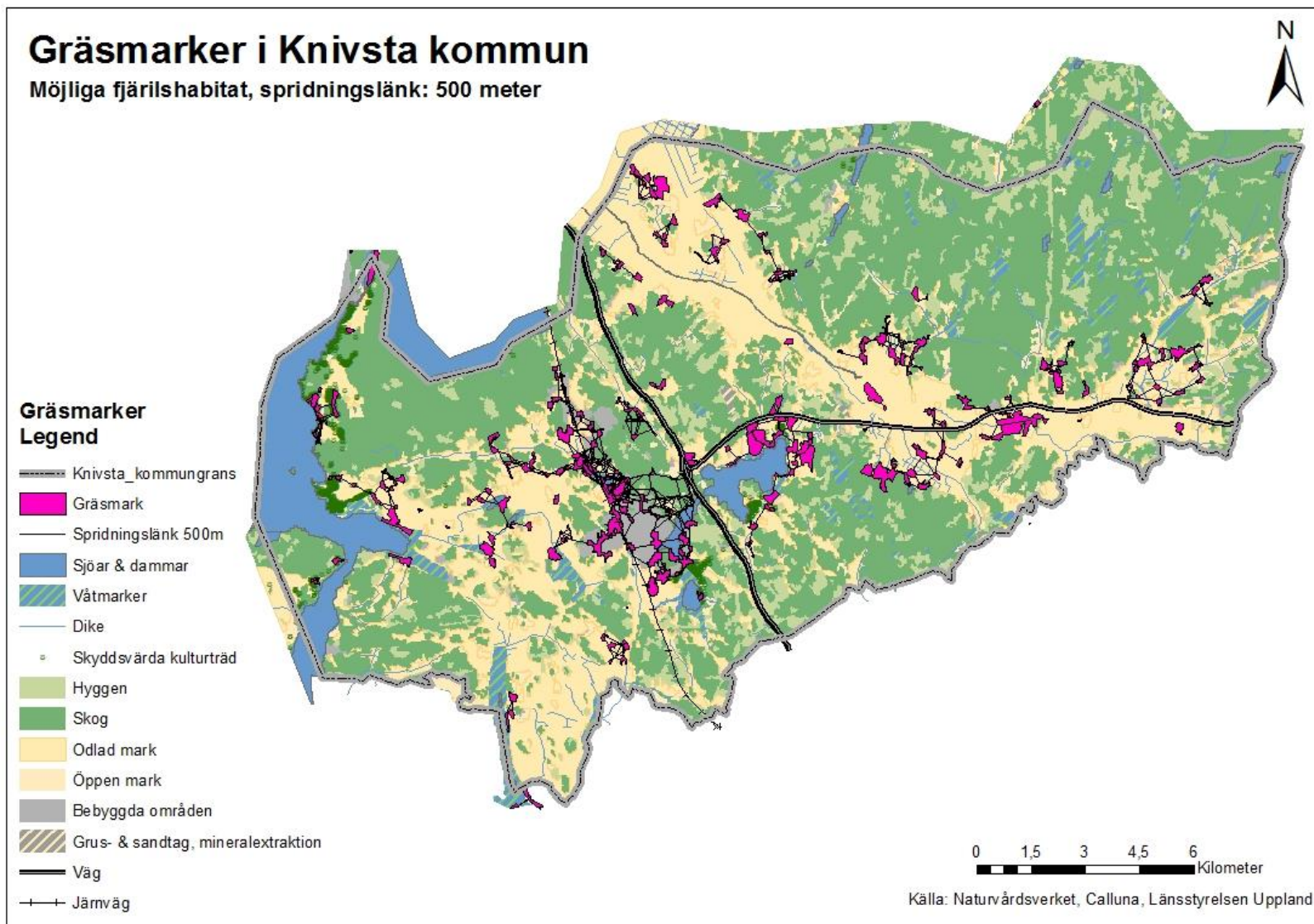
De potentiella fjärilshabitaten har begränsad utbredning i kommunen (Figur 6). De ohävdade gräsmarkerna finns främst i anslutning till odlingslandskapet men också i närheten av tätorterna Knivsta och Alsike. Spridningslänkarna binder samman många av patcherna och skapar fläckvis mindre nätverk.

För tofsmesen finns många, både större och mindre, möjliga reproduktionsområden utspridda över kommunen (Figur 7). De allra flesta ligger i anslutning till skogslandskapen och de större patcherna för födosök (Tabell 5 och 6) syns som de ljusrosa områdena i kartan.

Stjärntmesens möjliga habitat är även de väl utspridda över kommunen men små till ytan (Figur 8). Patcherna återfinns i anslutning till skogslandskapet, tätorterna Knivsta och Alsike samt i närheten av sjöarna Valloxen och Ekoln i centrala respektive västra delen av kommunen.



Figur 5. Möjliga lekplatser för groddjur i Knivsta kommun. Våtmarker tillhandahåller ekosystemtjänsterna flödesreglering, översvämningsskydd och vattenrening.



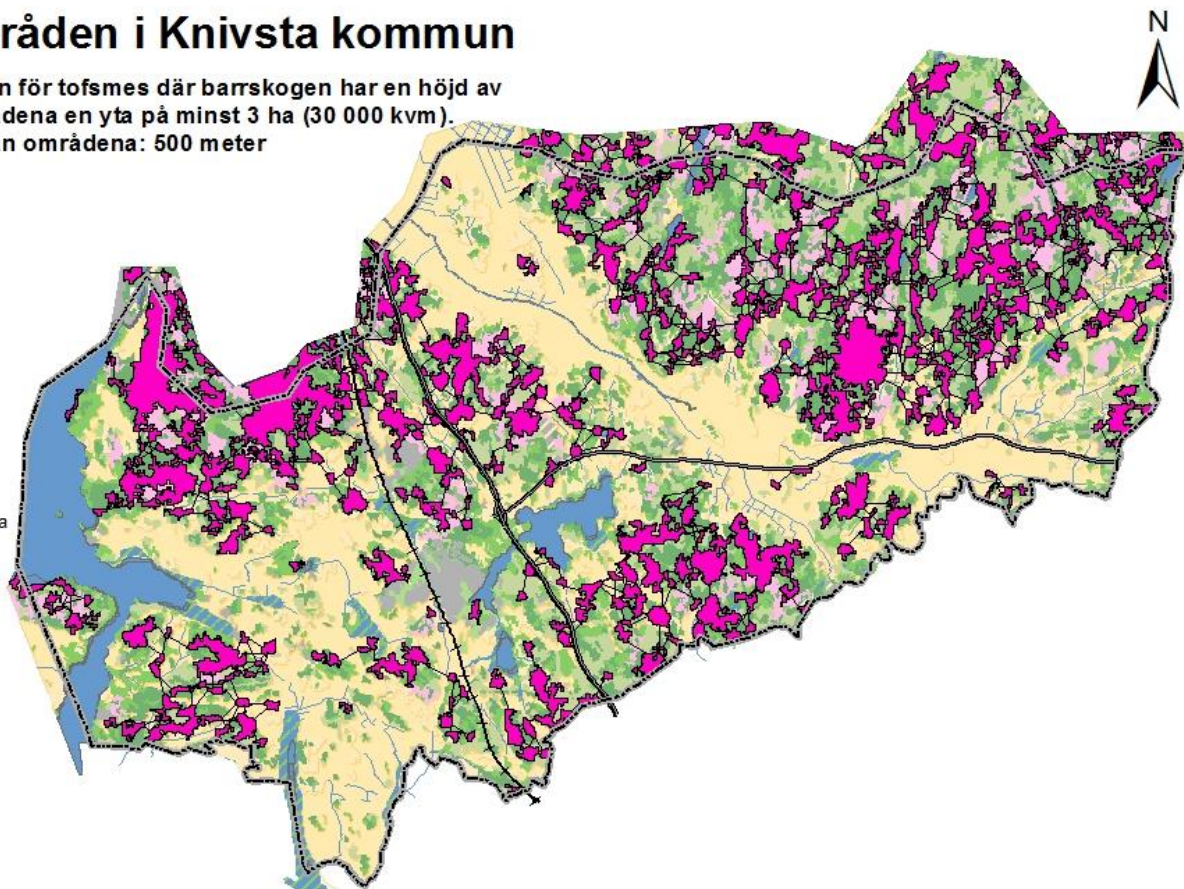
Figur 6. Möjliga fjärilshabitat i Knivsta kommun med spridningslänkar på 500 m. Gräsmarker tillhandahåller ekosystemtjänsterna dekorativa material och pollinering.

Barrskogsområden i Knivsta kommun

Möjliga aktivitetsområden för tofsmes där barrskogen har en höjd av minst 15 meter och områdena en yta på minst 3 ha (30 000 kvm).
Spridningsavstånd mellan områdena: 500 meter

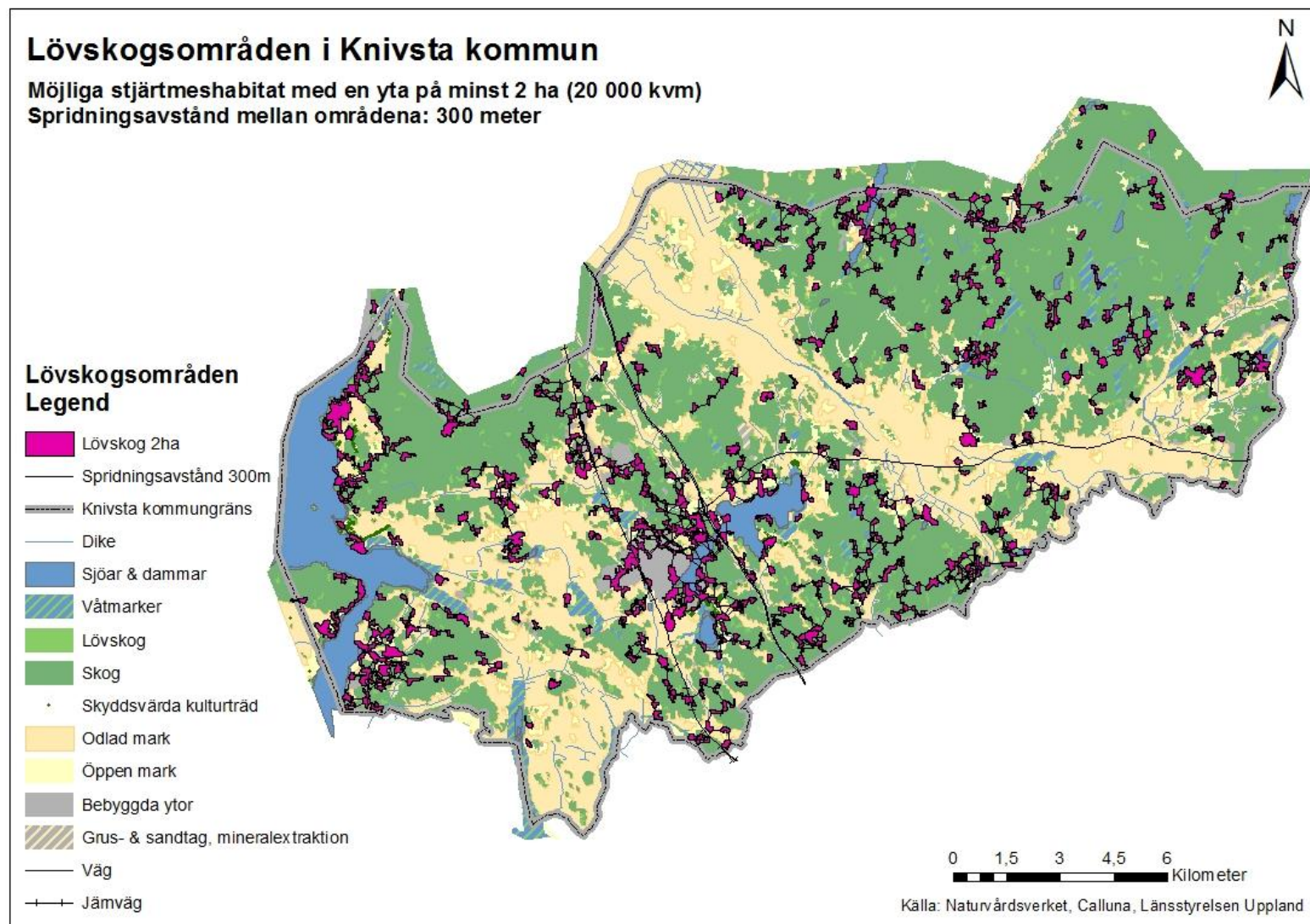
Barrskogsområden Legend

- Knivsta kommungräns
- Äldre barrskogsområden 3ha
- Spridningsavstånd 500m
- Barra skogsområden 10ha
- Lövskog
- Hyggen
- Dike
- Sjöar & dammar
- Våtmarker
- Öppen mark
- Odlad mark
- Grönområden
- Bebyggda ytor
- Grus- & sandtag, mineralextraktion
- Väg
- Järnväg



0 1,5 3 4,5 6
Kilometer
Källa: Naturvårdsverket, Calluna, Länsstyrelsen Uppland

Figur 7. Möjliga aktivitetsområden för tofsmesen på minst 3 ha i Knivsta kommun med spridningslänkar på 500 m. Möjliga födosöksområden på minst 10 ha visas som ljusrosa områden i kartan. Barrskog tillhandahåller ekosystemtjänsterna livsmedel, material, bioenergi och klimatreglering.



Figur 8. Möjliga stjärtmeshabitat i Knivsta kommun med spridningslänkar på 300 m. Lövskog tillhandahåller ekosystemtjänsterna livsmedel, material, bioenergi och klimatreglering

4.4 SYNLIGGJORDA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Var och en av de fyra biotoperna kunde med bakgrund av litteraturstudien kopplas ihop med flera ekosystemtjänster utifrån bruttolistan (Bilaga 1 – Bruttolista över ekosystemtjänster).

Gemensamt för de valda biotoperna är att de tillhandahåller de prioriterade stödjande ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer (upprätthållande av livscyklar, skydd av habitat och genpooler)* och *Biologisk mångfald*.

Utöver de stödjande ekosystemtjänsterna bidrar olika biotoper med olika tjänster. I tabell 10 har resterande 9 prioriterade ekosystemtjänster (Tabell 1, avsnitt 4.1) kopplats till någon eller några av de fyra olika biotoperna.

Tabell 10. Sammanställning över vilka ekosystemtjänster som synliggörs i Figur 5–11.

Habitattyp	Kategori	Ekosystemtjänst
Våtmarker	Reglerande & upprätthållande	Fluvial flödesreglering
		Översvämningsskydd
		Vattenrening
Gräsmarker	Försörjande	Material (dekorativa material)
	Reglerande & upprätthållande	Pollinering
Barrskog	Försörjande	Livsmedel
		Material (timmer, dekorativa mat.)
		Bioenergi
	Reglerande & upprätthållande	Klimatreglering (kolbindning- & lagring)
Lövskog	Försörjande	Livsmedel
		Material (timmer, dekorativa mat.)
		Bioenergi
	Reglerande & upprätthållande	Klimatreglering (kolbindning- & lagring)

4.5 EKOLOGISK KONNEKTIVITET

Analyserna i Matrixgreen visar hur habitattyperna hänger ihop i landskapet, det vill säga hur väl profilarterna kan röra sig mellan dem. Varje länk (Figur 5–8) visar en teoretisk koppling mellan patcherna, alltså en sträcka som teoretiskt är möjlig för profilarten att ta sig utan skydd av sin hembiotop.

”Betweenness Centrality”-analysen ger ett högre värde för patcher som är centralt belägna i nätverket och därmed fungerar som språngbrädor i landskapet. Dessa patcher har en sådan placering att om de skulle tas bort ur analysen skulle antalet nätverkskomponenter i kommunen öka vilket skulle minska konnektiviteten i landskapet.

Komponentanalysen visar mellan vilka patcher profilarterna kan röra sig genom att ge de patcherna samma färg. Patcher som ligger längre ifrån varandra än profilarternas teoretiska rörelseförmåga (Tabell 9) har olika färg.

4.5.1 Våtmarker

”Betweenness Centrality”-analysen (Figur 9) visar ett fåtal patcher med höga BC-värden, markerade med röd färg i kartan. Dessa patcher utgör viktiga språngbräddor i landskapet då de är centralt belägna inom nätverket. Det är främst områdena kring Säbysjön och Tomtasjön sydöst respektive sydväst om Knivsta tätort och området söder om vägen i östra delen av kommunen.

Komponentanalysen på de möjliga lekplatserna visar att alla patcher hänger ihop via spridningslänkarna då de bildar en komponent, markerad med röd färg (Figur 10). Teoretiskt sett kan profilartern röra sig över hela denna nätverkskomponent, vilket tyder på god ekologisk konnektivitet.

Våtmarker i Knivsta kommun

Möjliga lekplatser för groddjur.
Spridningsavstånd mellan områdena: 2 km.

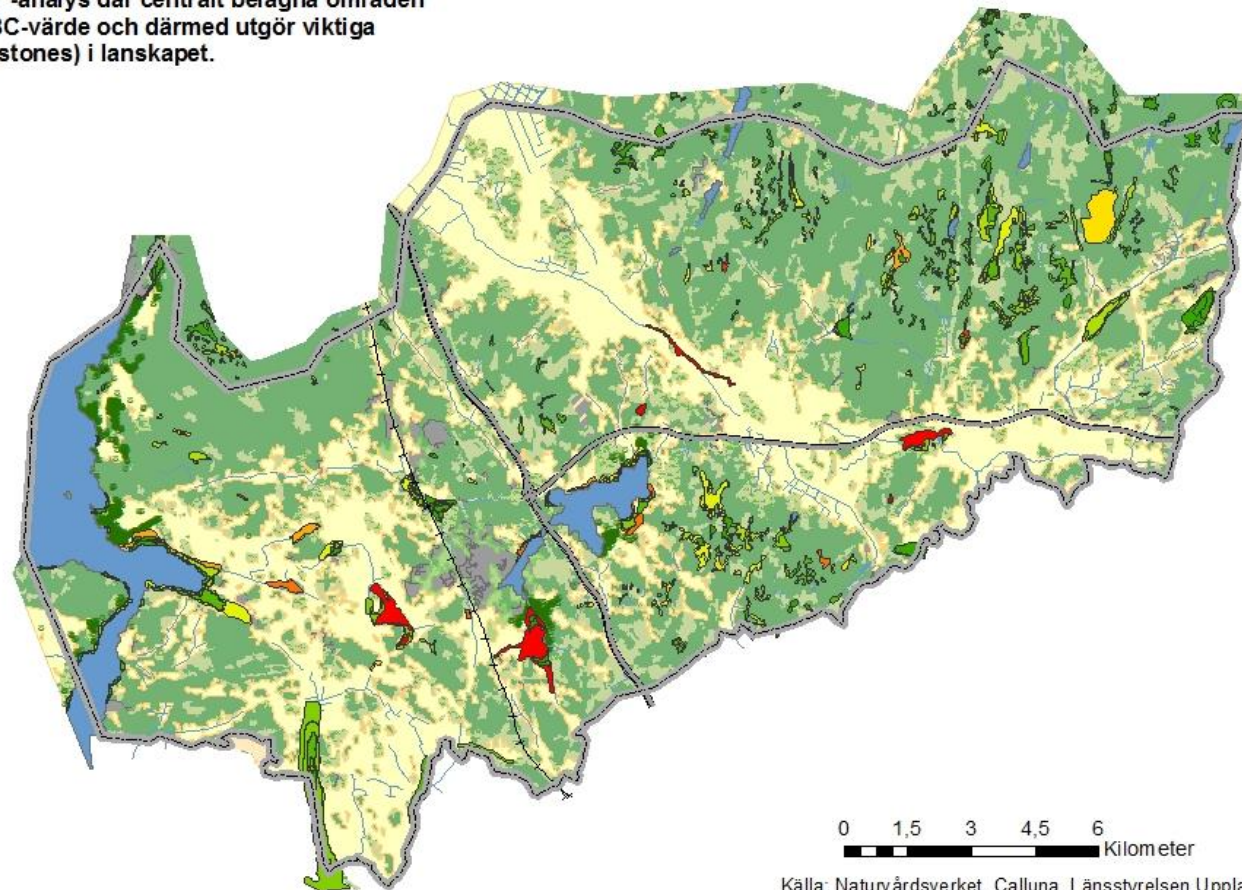
"Betweenness centrality"-analys där centralt belägna områden i nätverket har ett högt BC-värde och därmed utgör viktiga språngbrädor (stepping stones) i landskapet.

Våtmarker Legend

- Knivsta kommungräns
- Väg
- Järnväg
- Vattendrag
- Myr
- Dike
- Skyddsvärda kulturträd
- Ängs- och betesmark
- Odlad mark
- Öppen mark
- Grönområden
- Hygge
- Skog
- Bebyggda ytor
- Deponier, grus- och sandtag

Betweenness Centrality

- 0 - 0,00179
- 0,0018 - 0,00469
- 0,0047 - 0,00849
- 0,0085 - 0,0139
- 0,014 - 0,0219
- 0,022 - 0,0369
- 0,037 - 0,0549
- 0,055 - 0,0939
- 0,094 - 0,159
- 0,16 - 0,26



Källa: Naturvårdsverket, Calluna, Länsstyrelsen Uppland

Figur 9. "Betweenness Centrality"-analys av möjliga lekplatser för groddjur i Knivsta kommun.

Våtmarker i Knivsta kommun

Möjliga lekplatser för groddjur.
Spridningsavstånd mellan områdena: 2 km.

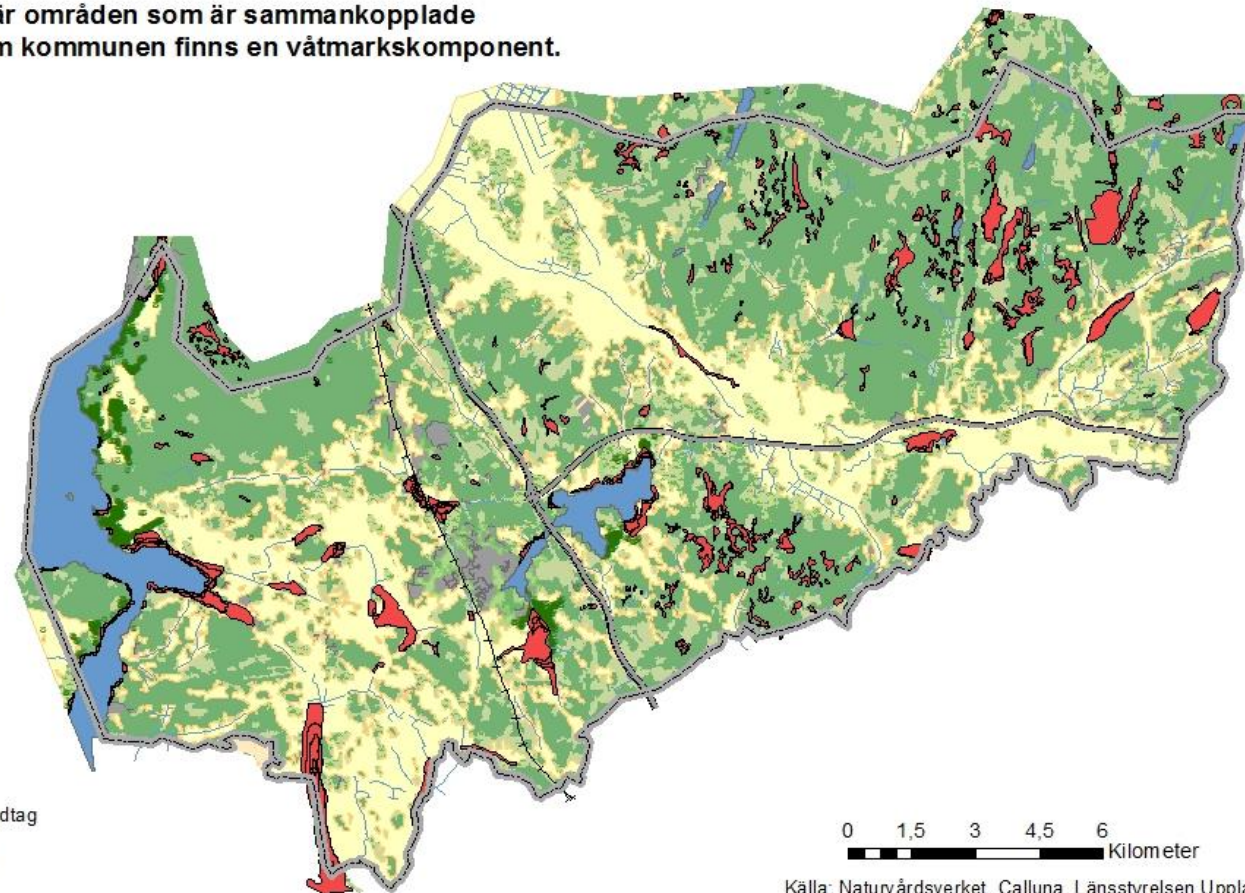
Komponentanalys där områden som är sammankopplade
har samma färg. Inom kommunen finns en våtmarkskomponent.

Våtmarker Legend

- Knivsta kommungräns
- Väg
- Järnväg
- Vattendrag
- Myr
- Dike
- Skyddsvärda kulturträd
- Ängs- och betesmark
- Odlad mark
- Öppen mark
- Grönområden
- Hygge
- Skog
- Bebyggda ytor
- Deponier, grus- och sandtag

Komponenter (nätverk)

- 1

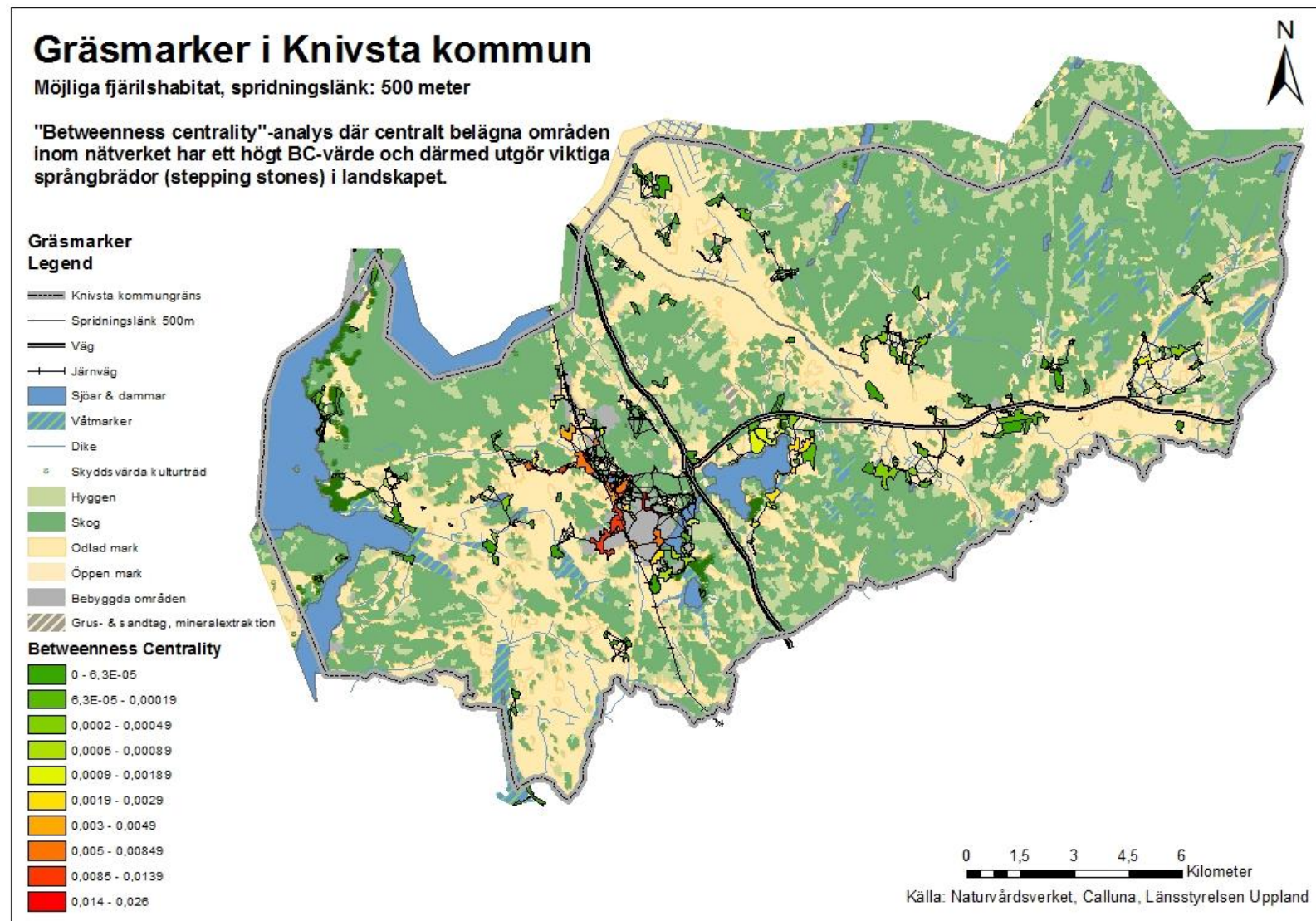


Figur 10. Komponentanalys av möjliga lekplatser för groddjur i Knivsta kommun.

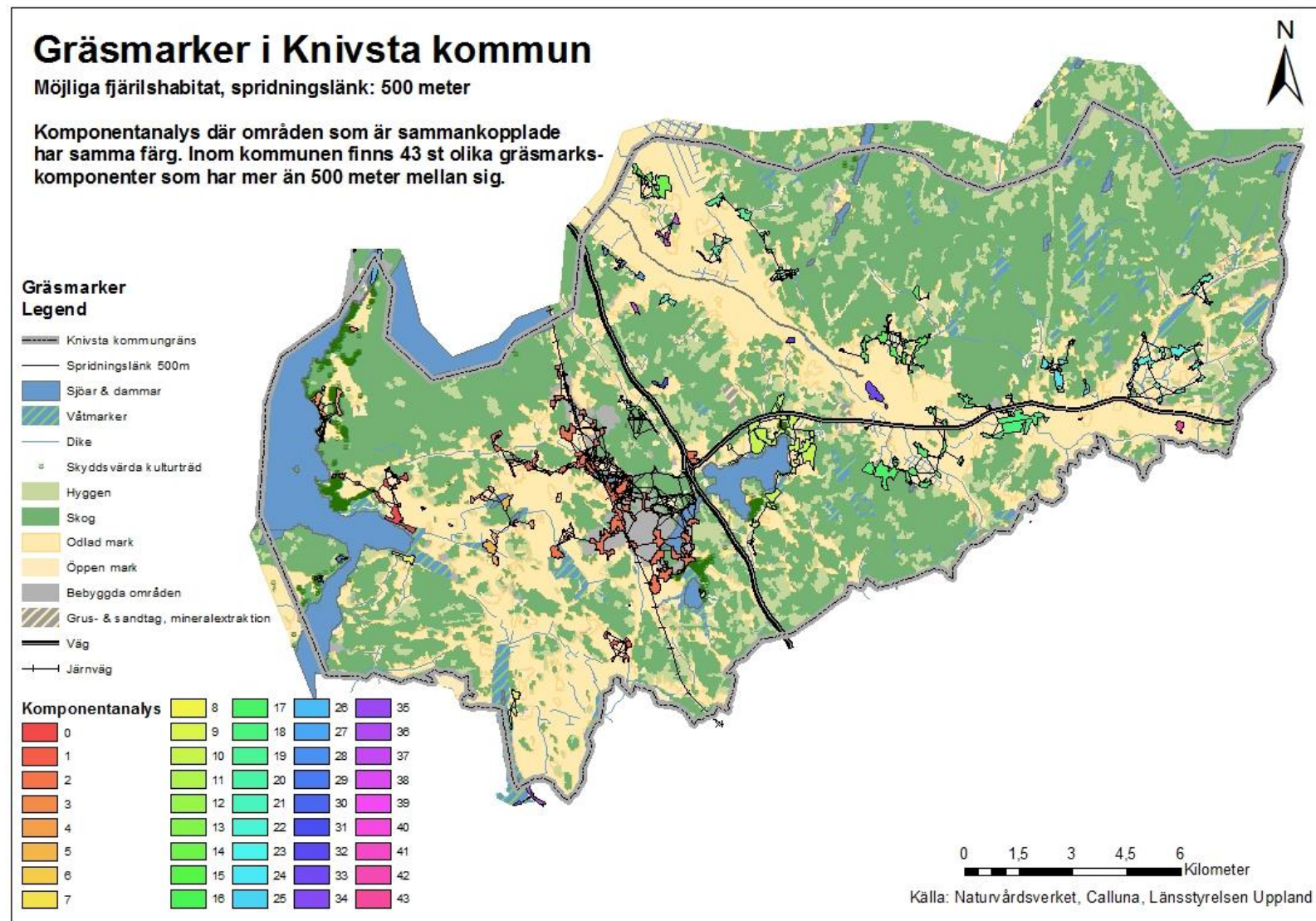
4.5.2 Gräsmarker

”Betweenness Centrality”-analysen (Figur 11) visar endast ett fåtal gräsmarks-patcher med högt BC-värde, i närheten av Knivsta tätort. De allra flesta patcherna har låga BC-värden och visas därmed som gröna i kartan.

Komponentanalysen visar att det finns 42 olika nätverkskomponenter i Knivsta kommun (Figur 12), vilka inte är sammankopplade genom spridningslänkarna. Vissa komponenter sträcker sig över järnvägen i mellersta delen av kommunen samt över motorvägen i östra delen av kommunen. Många mindre komponenter bestående av endast ett fåtal patcher finns utspridda över landskapet medan en större komponent finns i anslutning till tätorterna Knivsta och Alsike.



Figur 11. "Betweenness Centrality"-analys av möjliga fjärilshabitat i Knivsta kommun.

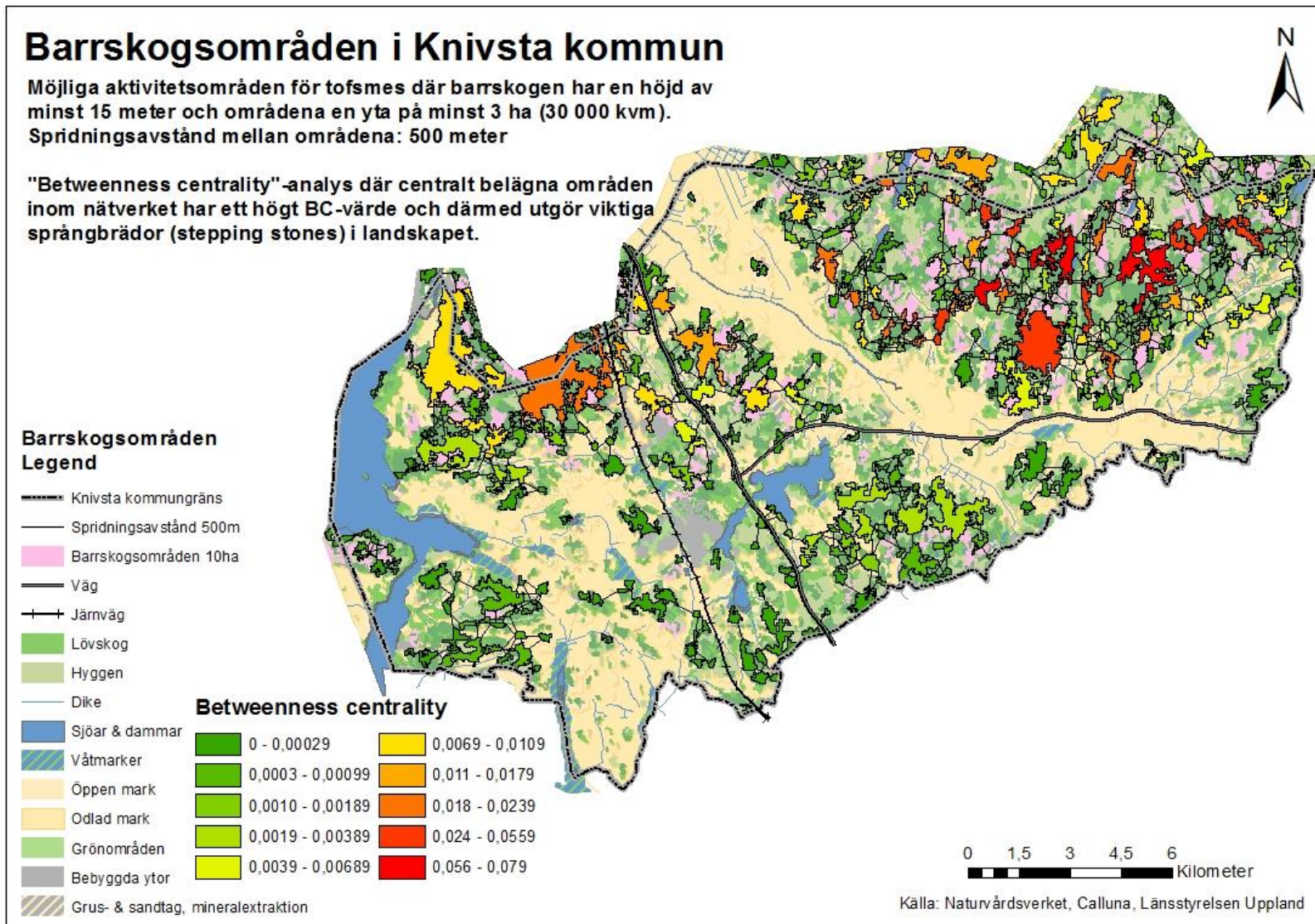


Figur 12. Komponentanalys av möjliga fjärilshabitat i Knivsta kommun.

4.5.3 Barrskog

”Betweenness Centrality”-analysen visar ett 10-tal större patcher med höga BC-värden i nordöstra delen av Knivsta kommun (Figur 13). I vissa fall ligger dessa i anslutning till *”barrskogsområden 10 ha”*. I de mellersta och södra delarna av kommunen har patcherna lägre BC-värden.

Komponentanalysen av barrskogs-patcherna visar att det finns 21 nätverkskomponenter i kommunen som inte är sammankopplade genom spridningslänkarna (Figur 14). I nordöstra delen av kommunen finns ett stort sammanhängande nätverk, likaså i nordvästra delen av kommunen. Några mindre till synes isolerade patcher återfinns i odlingslandskapet.



Figur 13. "Betweenness Centrality"-analys av möjliga aktivitetsområden för tofsmes i Knivsta kommun.

Barrskogsområden i Knivsta kommun

Möjliga aktivitetsområden för tofsmes där barrskogen har en höjd av minst 15 meter och områdena en yta på minst 3 ha (30 000 kvm).
Spridningsavstånd mellan områdena: 500 meter

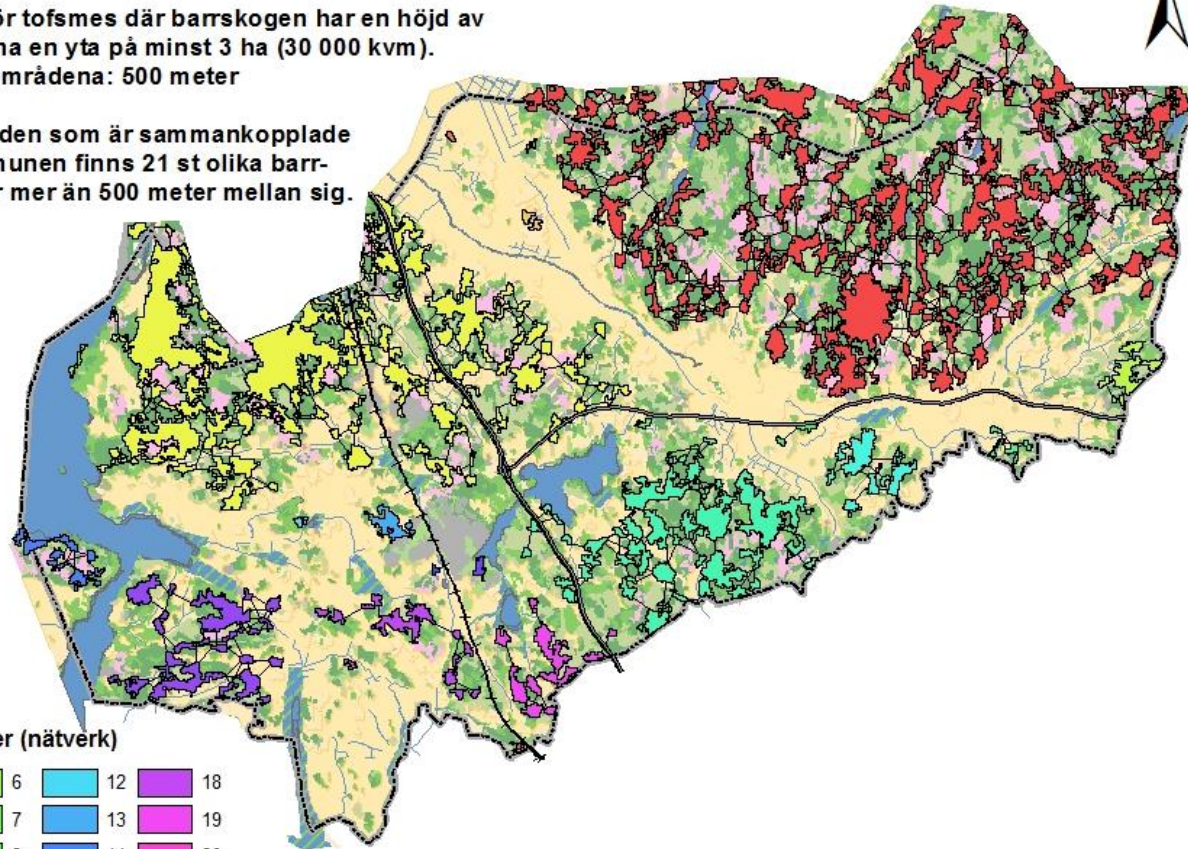
Komponentanalys där områden som är sammankopplade har samma färg. Inom kommunen finns 21 st olika barrskogsområden som har mer än 500 meter mellan sig.

Barrskogsområden Legend

- Knivsta kommungräns
- Spridningsavstånd 500m
- Barrskogsområden 10ha
- Väg
- Järnväg
- Lövskog
- Hyggen
- Dike
- Sjöar & dammar
- Våtmarker
- Öppen mark
- Odlad mark
- Grönområden
- Bebyggda ytor
- Grus- & sandtag, minalextraktion

Komponenter (nätverk)

0	6	12	18
1	7	13	19
2	8	14	20
3	9	15	21
4	10	16	
5	11	17	



0 1,5 3 4,5 6 Kilometer

Källa: Naturvårdsverket, Calluna, Länsstyrelsen Uppland

Figur 14. Komponentanalys av möjliga aktivitetsområden för tofsmes i Knivsta kommun.

4.5.4 Lövskog

”Betweenness Centrality”-analysen visar ett fåtal patcher med högt BC-värde i närheten av Knivsta tätort samt i sydöstra delen av kommunen, nära kommungränsen (Figur 15).

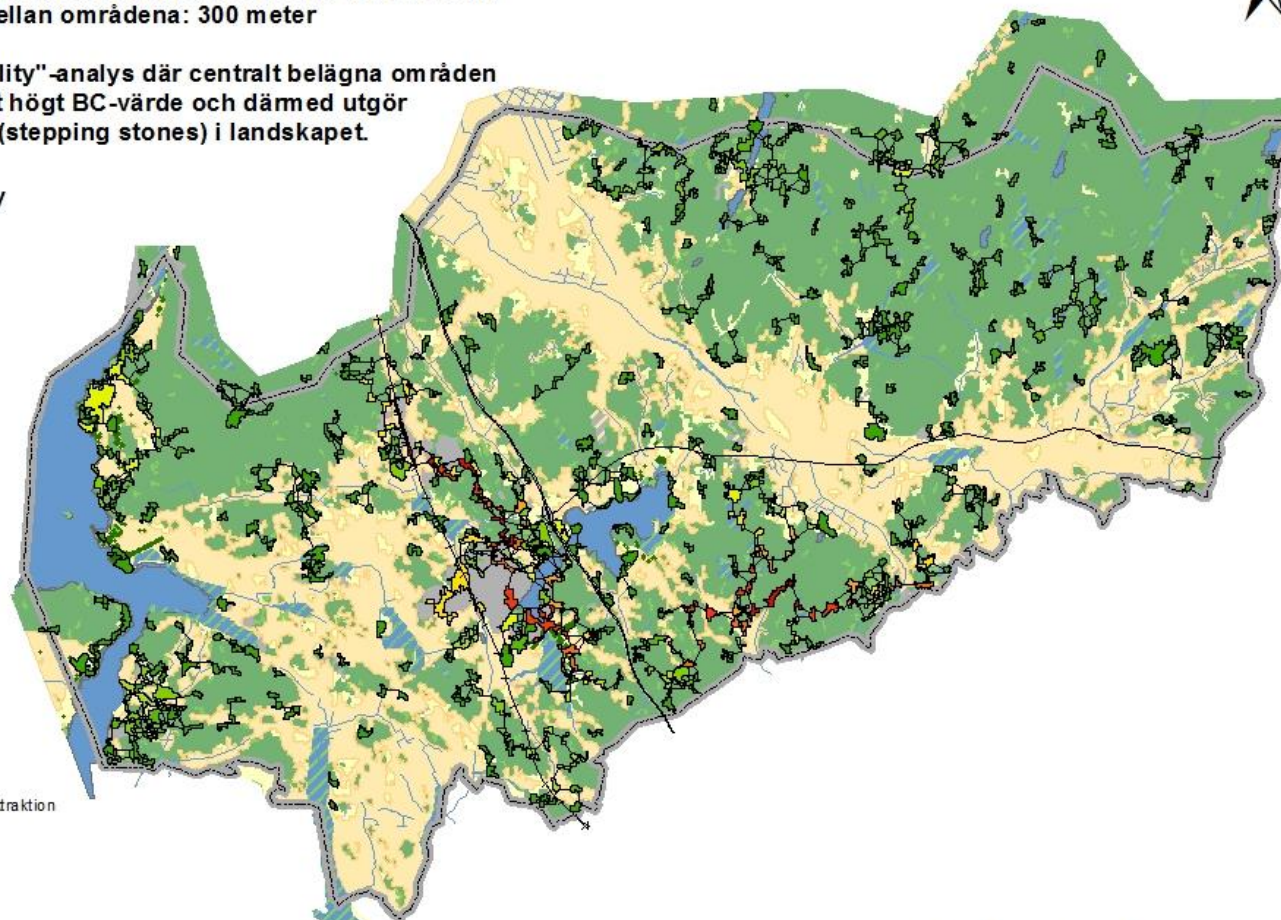
Komponentanalysen resulterade i 120 olika nätverkskomponenter i kommunen vilka inte hänger samman genom spridningslänkarna (Figur 16). Två större komponenter kan identifieras i kommunen, en i närheten av tätorterna Knivsta och Alsike (röd) och en i södra delen av kommunen (orange). Mindre komponenter bestående av en eller ett par patcher finns utspridda över hela kommunen.

Lövskogsområden i Knivsta kommun

Möjliga stjärtneshabitat med en yta på minst 2 ha (20 000 kvm)
Spridningsavstånd mellan områdena: 300 meter

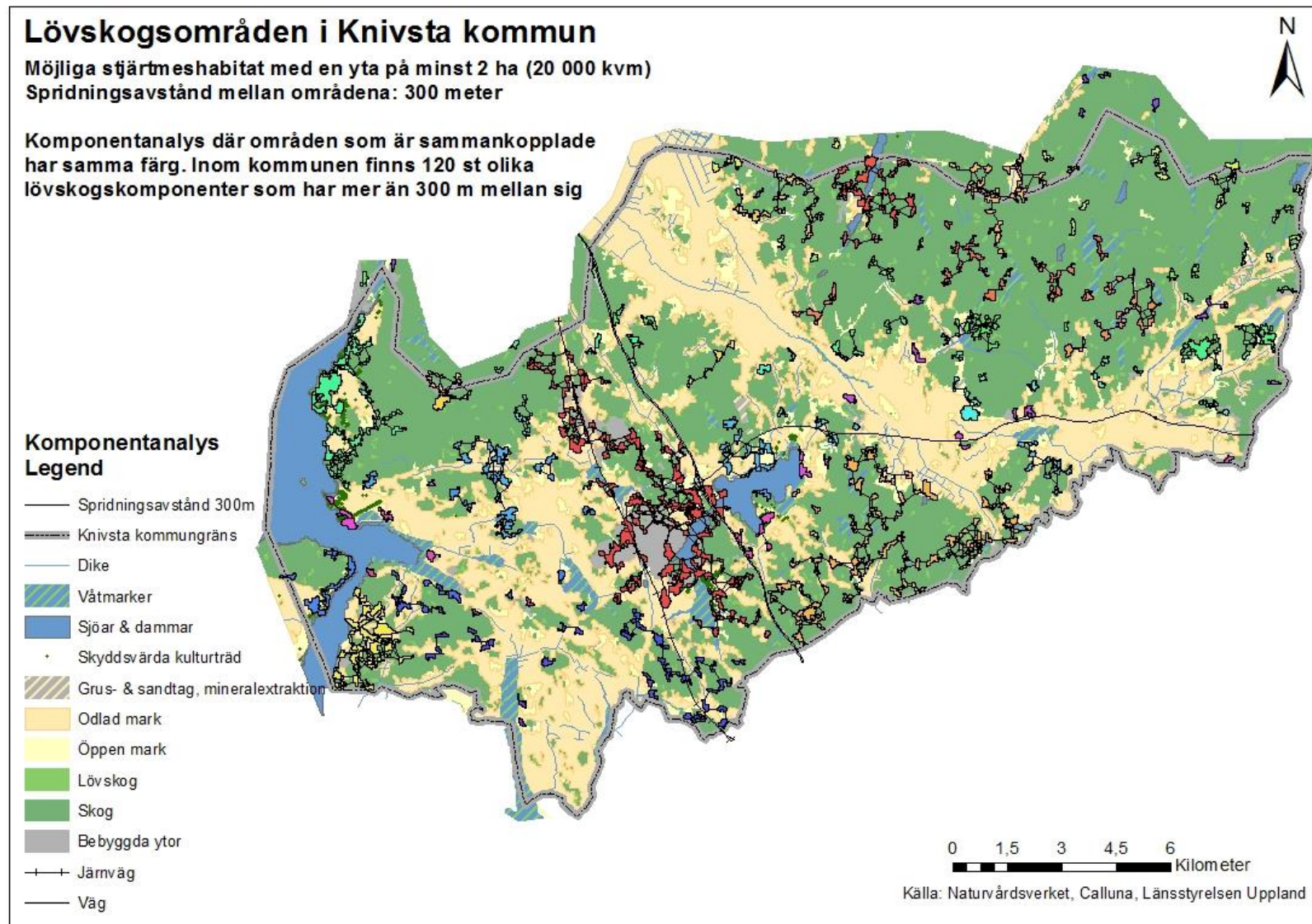
"Betweenness Centrality"-analys där centralt belägna områden inom nätverket har ett högt BC-värde och därmed utgör viktiga språngbräddor (stepping stones) i landskapet.

Betweenness Centrality Legend



0 1,5 3 4,5 6 Kilometer
Källa: Naturvårdsverket, Calluna, Länsstyrelsen Uppland

Figur 15. "Betweenness Centrality"-analys av möjliga stjärtneshabitat i Knivsta kommun.



Figur 16. Komponentanalys av möjliga stjärtmeshabitat i Knivsta kommun. Legenden för komponenterna är inte med i kartan då den var alltför omfattande.

4.6 METOD FÖR ATT SYNLIIGGÖRA EKOSYSTEMTJÄNSTER I GRÖNSTRUKTURPLANERING

Metoden som använts för att synliggöra ekosystemtjänsterna i den kommunala planeringen har vuxit fram under arbetes gång. En kontinuerlig dialog har förts med Knivsta kommun för att tillgodose kommunens behov och säkerställa att resultatet blir användarvänligt.

Kombinationen av input från Ramböll projektledning i Uppsala och Knivstas projektgrupp för grönstrukturplanen har lett fram till den metod som sammanfattas i följande steg:

1. Identifiera ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster som är viktiga för kommunen på olika sätt identifieras, till exempel genom en workshop där deltagarna får diskutera sig fram till vilka tjänster som bedöms viktiga att trygga eller stärka i framtiden. Ekosystemtjänsterna kopplas sedan till en biotoptyp i den grad det är möjligt.

2. Insamling av relevant kartunderlag

Karterat vegetationsunderlag för de områden som ska studeras, där vegetationsklasserna är tydligt definierade och beskrivna, samlas in. Svenska Marktäckedata (SMD) finns tillgängligt från Naturvårdsverket och innefattar totalt 58 klasser med en redovisningsenhet på 1, 2, 5 eller 25 ha. Länsstyrelserna har nedladdningsbart material i form av till exempel nationella riksintressen, biotopskydd, Natura 2000-områden och ängs- och betesmarksinventeringen. Även länsvisa geodata finns tillgängliga men utbudet varierar mellan de olika länen. Kommunernas underlag är ofta mer aktuella än de som finns tillgängliga för allmänheten men kan vara svårare att få tillstånd att använda.

3. Identifiera profilerarter

Biotoper som tycks inrymma de ekosystemtjänster som prioriterats i steg 1 identifieras i det insamlade kartunderlaget. En biotoptyp har ofta många funktioner och kan inrymma flera ekosystemtjänster. Utifrån de definierade biototyperna, till exempel äldre barrskog eller våtmarker, väljs profilerarter som har just dessa biotoper som möjliga livsmiljöer. Arter med höga habitatkrav passar oftast bra som profilerarter och vid svårighet att identifiera en specifik art kan även artgrupper som groddjur eller dagfjärilar användas till analysen. Utifrån profilarten kan sedan minsta habitatstorlek och längsta spridningsavstånd bestämmas.

4. Skapa nätverk i Matrixgreen

Det insamlade kartmaterialet laddas in i ArcMAP och bearbetas vid behov för att underlätta vidare hantering. För vald biotoptyp skapas ett MG-projekt där ett möjligt habitatnätverk för profilarten definieras utifrån habitatpreferenserna (storlekskrav och spridningsavstånd).

För respektive habitatnätverk görs analyser utifrån landskapets totala konnektivitet (Komponentanalys) samt nätverkets inbördes rangordning (Betweenness Centrality).

5. Återkoppla till ekosystemtjänsterna

Tre olika GIS-lager finns nu: ett som geografiskt synliggör *var* i landskapet en viss typ av biotop finns, ett som visar hur dessa områden *hänger ihop* med varandra, det vill säga vilken

konnektivitet de har, och ett som visar vilka områden som utgör möjliga *språngbräddor* i landskapet.

Habitatnätverken synliggör med andra ord var i landskapet ekosystemtjänsterna ”produceras” medan ”Betweenness Centrality”- och Komponentanalysen ger en förståelse för hur landskapet systematiskt hänger ihop samt ger en bild av hur resilienta de ekologiska strukturerna är.

5. DISKUSSION

Då syftet med examensarbetet var att synliggöra ekosystemtjänsterna i Knivsta kommun har samtliga val rörande den biologiska spridningsmodell som Matrixgreen möjliggör gjorts med just det i bakhuvudet. Det finns därför säkerligen brister i det ekologiska resonemanget och argument både för och emot de val som gjorts. I denna studie har det dock varit viktigt att försöka se landskapet som ett system och hellre innesluta områden i analysen än exkludera dem på grund av osäkerheter rörande habitatpotential, storlek eller avstånd.

5.1 HUR SKA ANALYSRESULTATEN TOLKAS?

Bristande konnektivitet i landskapet riskerar att leda till förlorade habitat, ökad fragmentering och till slut en utarmad biologisk mångfald. Den biologiska mångfalden är en ekosystemtjänst i sig men utgör också en försäkring för ekosystemen som blir mer resilienta, det vill säga mer stabila och motståndskraftiga mot yttre störningar, om de stöttas av ett rikt växt- och djurliv. Resilienta ekosystem är en förutsättning för de ekosystemtjänster som har studerats. Glöms detta perspektiv bort är det lätt att ifrågasätta betydelsen av att bevara de olika profilarnas livsmiljöer. Förutom de ekosystemtjänster som direkt kan kopplas till biotoperna understödjer nätverken en rik biologisk mångfald.

5.1.1 Våtmarkernas konnektivitet

Utmaningen med groddjur är att de är beroende av flera typer av livsmiljöer beroende på var i sin livscykel de befinner sig. Analysen har endast gjorts utifrån en typ av livsmiljö: våtmarker och småvatten, som fungerar som lekplatser för groddjuren. Denna biotoptyp utgör inte en fullgod livsmiljö för groddjuren som behöver lämpliga födosöks- och övervintringsplatser i anslutning till reproduktionsområdena. Om fokus för detta examensarbete hade varit att göra en riktig kartläggning och analys över groddjuren i kommunen skulle detta faktum vara problematiskt. Men då målet för arbetet varit att synliggöra de ekosystemtjänster som finns i landskapet är det inte ett lika stort problem då groddjurens lekplatser inte nödvändigtvis måste ligga i anslutning till de andra biotoperna för att bistå oss med ekosystemtjänster som till exempel flödesutjämning. För att vara en teoretisk modell anser jag att denna brist bör noteras men inte fästas allt för stor vikt vid.

Då groddjur använder lekvatten av väldigt varierande storlek (se sida 19) sattes ingen storleksbegränsning på våtmarkerna i analysen.

Vad gäller analyserna som gjorts på nätverket av patcher och spridningslänkar syns i ”Betweenness Centrality”-analysen (Figur 9) att de patcher som markerats som extra viktiga i nätverket, med röd färg, är separerade från varandra av vägar och järnväg. Dessa patcher skulle antagligen fått ett annat BC-värde om det hade gått att justera länkar som sträcker sig över tydliga barriärer. En tillämpning av analysen som den ser ut idag är att undersöka om och hur groddjuren faktiskt kan ta sig över de vägar som finns i närheten av dessa lekplatser.

Komponentanalysen (Figur 10) visar en god konnektivitet över kommunen. På denna teoretiska nivå är det aldrig längre än 2 km från en våtmark till en annan vilket betyder att det

teoretiskt är möjligt för ungdjur att röra sig över hela kommunen. De barriärer som finns i landskapet tyder dock på att det i verkligheten inte är så god konnektivitet som analysen visar. Mest troligt består nätverket av fyra olika komponenter, en i nordöstra kommunen, en i sydöstra kommunen och en komponent på respektive sida av järnvägen i västra delen av kommunen.

5.1.2 Gräsmarkernas konnektivitet

Ingen storleksbegränsning sattes på de möjliga fjärilshabitaten. Trots detta kan det verka ont om livsmiljöer i Knivsta kommun för arter bundna till ohävdade gräsmarker (Figur 6). Dessutom är många patcher belägna i närheten av tätorterna Knivsta och Alsike, i centrala kommunen, vilket kan göra dessa områden extra utsatta. Dessa lägen kan också medföra störningar för de gräsmarksknutna arterna utöver de barriärer som diskuterats i föregående avsnitt, till exempel i form av hög närvaro av människor.

”Beweenness Centrality”-analysen visar dessutom att patcherna med höga BC-värden ligger just i anslutning till tätorterna och järnvägen som går genom kommunen (Figur 11). Risken finns att dessa områden är attraktiva ur en exploateringssynpunkt vilket skulle innebära att de kanske redan idag har en förändrad markanvändning jämfört med stora delar av kartunderlaget som är från år 2000.

Komponentanalysen visar att de ohävdade gräsmarker som finns i kommunen har begränsad konnektivitet. Det finns totalt 43 olika nätverkskomponenter i kommunen (Figur 12) och med tanke på att vissa länkar skulle falla bort vid en mer detaljerad analys är det sannolikt att komponentantalet i så fall skulle öka ytterligare.

5.1.3 Barrskogens konnektivitet

För barrskogen i Knivsta kommun skapades, till skillnad från de övriga habitattyperna, två patchset. Ett set med vad som antogs vara äldre barrskog utifrån en klass i SMD där alla träd var minst 15 meter höga. I brist på annan information om skogarnas ålder ansågs detta vara det bästa alternativet för att skilja markklasserna åt utifrån uppgifter från Skogsstyrelsen (2012) om korrelationen mellan trädets höjd och ålder. Patchsetet med äldre barrskog skapades med syfte att symbolisera det reproduktions-/aktivitetsområde som tofsmesen behöver och utifrån dessa patcher skapades länkarna samt utfördes analyserna. För att även synliggöra övriga barrskogsområden i kommunen skapades sedan ytterligare ett patchset utan samma krav på skogens ålder. Idealt är om aktivitetsområdena (cerise färg) ligger i anslutning till ett större barrskogsområde (ljusrosa färg) och i Knivsta kommun tycks detta i stor utsträckning vara fallet (Figur 7).

Vad gäller konnektiviteten i barrskogsnätverket visar BC-analysen (Figur 13) att flera patcher i kommunens nordöstra samt nordvästra del utgör viktiga noder i systemet. Det är svårt att påverka skogsbruket vad gäller att bevara områden med äldre träd då dessa ofta nått avverkningsålder. Tofsmesen gynnas när andelen barrskog över 40 år ökar och lägsta avverkningsålder i Sverige idag varierar enligt Skogsstyrelsen (1993) mellan 45 och 65 år

beroende på markförhållandena. Förhoppningen är att när ett möjligt tofsmeshabitat avverkas har ett annat hunnit växa till sig.

Komponentanalysen visar god konnektivitet över kommunen (Figur 14). Med tanke på att länkarna endast knyter ihop reproduktionsområdena kan de barrskogsknutna arterna sannolikt röra sig ännu bättre över landskapet tack vare barrskogsområdena med yngre träd. Tilläggas bör också att fågelarterna antagligen inte påverkas lika mycket som exempelvis groddjur av barriärer i form av väg och järnväg vilket gör att de länkar som önskades plockas bort för våtmarks- och gräsmarksanalyserna inte bedöms göra lika stor ”skada” i detta fall.

Barrskogen är ett tydligt exempel på när olika ekosystemjänster motverkar varandra. I det här fallet finns motstående intressen mellan timmerproduktion och till exempel bevarandet av livsmiljöer. Vilken ekosystemtjänst som bör väga tyngts i en eventuell intressekonflikt är svårt att svara på och varierar antagligen från fall till fall.

5.1.4 Lövskogens konnektivitet

Lövskogsområdena i Knivsta kommun är betydligt färre och mindre till ytan jämfört med barrskogsområdena (Figur 8). En betydande del av patcherna ligger i tätorternas närområden och längs järnvägen. Studeras länkarna närmare framgår att många sträcker sig över sjön i centrala kommunen, en sträckning som sannolikt inte används av stjärtmesar då de ogärna rör sig över oskyddade öppna marker eller vatten (se sida 22).

”Betweenness Centrality”-analysen (Figur 15) visar att ett flertal patcher i de centrala delarna av kommunen har höga BC-värden. De flesta av dessa patcher ligger inte i direkt anslutning till infrastrukturen vilket kan tolkas som att denna analys inte skulle påverkas avsevärt om länkarnas sträckning påverkades av sådana barriärer. Dessutom, som nämnt i föregående avsnitt, antas inte heller denna art påverkas i lika stor utsträckning som groddjur och fjärilar av väg och järnväg.

Lövskogens konnektivitet i kommunen kan jämfört med de andra analyserna förbättras avsevärt. Komponentanalysen resulterade i 120 olika nätverkskomponenter (Figur 16). En tänkbar anledning att ha i tankarna är dock att spridningslänkarna i denna analys endast var 300 meter och i de tre andra analyserna var de 500 meter. De ekologiska profilerna skiljer sig givetvis åt då profilerna har olika rörelseförmåga men trots det är det troligt att konnektiviteten för lövskogsområden kan vara högre än vad detta resultat visar. Skulle så inte vara fallet kan denna analys visa hur viktigt det är att ta till vara de lövskogsområden som faktiskt finns i kommunen och främja konnektiviteten i nätverket, till exempel genom att undersöka om enstaka träd kan fungera som språngbräddor och på så sätt binda ihop landskapet mer.

5.2 VERKTYGET MATRIXGREEN

Allmänt ger analyserna i Matrixgreen en bra systembild över ett landskap. Som för alla analyser och modeller blir dock inte analysresultaten bättre än förutsättningarna och alla osäkerheter i kartunderlaget och de ekologiska profilerna förs därmed över på resultatet.

5.2.1 Nätverken är inte dynamiska

Tyvärr är de ekologiska nätverken och de analyser som görs inte dynamiska. Det innebär att det i efterhand inte går att plocka bort en patch som av någon anledning inte längre utgörs av den biotopen som analysen omfattar. Det går inte heller att plocka bort länkar mellan patcherna om det är tydligt att profilarna inte rör sig just den sträckan i landskapet. Detta gör att de nätverk som skapas är aktuella en begränsad tid och tyvärr inte kan anpassas efter ett föränderligt landskap så enkelt som skulle kunna önskas.

5.2.2 Avvägningar i de ekologiska profilerna

I de fall där litteraturen gett ett storleksspann för profilarnas habitatkrav har den lägsta arealen alltid använts. Detta eftersom habitatkraven dels varit svåra att definiera och dels uppfattats som godtyckliga i vissa av de studerade artiklarna. För att inte betydelsefulla områden skulle missas i analysen gjordes därför bedömningen att alla områden som uppfyller de lägsta funna storlekskraven eller mer fick ingå i analyserna. Därför användes habitatkraven på 2 ha för stjärtmeshabitaten och därför sattes inget storlekskrav på groddjurens lekplatser och fjärilshabitaten då det ansågs viktigare att all mark med möjlighet att hysa dessa krävande arter syntes i kartan.

5.2.3 Spridningslänkarnas sträckning

Länkarna mellan de olika patcherna visar avstånd, fågelvägen, mellan två eller flera patcher. De symboliserar alltså teoretiska avstånd över vilka profilarna kan röra sig och ingen hänsyn har tagits till eventuella barriärer längs dessa sträckor. Länkar som sträcker sig över öppet vatten samt över järnväg och motorvägar utgör därför mest troligt inte någon spridningslänk i verkligheten då det i synnerhet för groddjur och fjärilar kan vara mycket svårt att ta sig över hinder av den typen. Detta ger en viss felmarginal till analyserna då enstaka länkar inte gick att plocka bort för hand. Vissa patcher kan alltså ha fått ett väl högt BC-värde (Betweenness Centrality) då detta baserats på spridningslänkar som med stor sannolikhet inte utgör etablerade ”vägar” för profilarna. Även komponentanalysen får en viss felmarginal då vissa nätverk, som troligtvis det för våtmarker, med stor sannolikhet består av fler komponenter än analysen visar.

Matrixgreen erbjuder en länkvariant som kallas ”least-cost path” där det går att definiera mer exakt vilken väg profilarten förväntas ta mellan möjliga habitat med hjälp av ett raster över studieområdet. På så sätt kan mer eller mindre totala barriärer i landskapet skapas, vid till exempel en järnväg eller ett område med tät bebyggelse. Detta ger ett mer verklighetstroget analysresultat men är väldigt tidskrävande och lämpar sig bättre på mindre områdesanalyser där analysen inte är rent teoretisk.

5.3 TEROI VS. VERKLIGHET

Det bör än en gång tydliggöras att dessa analyser endast är teoretiska. De använda livsmiljöerna har enbart pekats ut utifrån att den på platsen angivna vegetationen enligt litteraturen skulle kunna fungera som livsmiljö för de profilarter som valts. Inga inventeringar eller platsbesök har alltså gjorts för att styrka att så är fallet då varken tid, kunskap eller resurser fanns för detta. Därmed bör patcher som i analyserna pekas ut som särskilt viktiga för konnektiviteten i landskapet prioriteras för ytterligare undersökningar snarare än att automatiskt tillskrivas ett högt bevarandevärde.

Vidare har de ekologiska profilerna sammanställts utifrån liknande analyser samt vetenskapliga artiklar och en egen bedömning har i vissa fall gjorts angående vid vilken information mest tyngd bör läggas. I slutändan väjde beprövade habitatstorlekar och spridningsavstånd ofta tyngst, då dessa använts i mer omfattande analyser inte alltför långt från Knivsta kommun. Men även här bör tilläggas att habitatkrav kan variera över landet och ingen specifik bedömning har gjorts för just detta studieområde.

5.4 ATT PRIORITERA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Workshopen resulterade i att 18 ekosystemtjänster valdes ut som extra viktiga för Knivsta kommun. Den värdering som gjordes i och med det valet speglar de olika deltagarnas värderingar liksom de värderingar vi i projektgruppen innehar. Urvalet har gjorts med det bästa för Knivsta kommun i åtanke men det går inte att komma ifrån att de som deltog i workshopen fick representera övriga kommuninvånares värderingar.

Om ”rätt” ekosystemtjänster prioriterades är svårt att säga. Bakgrunden till workshopen var att kartlägga ekosystemtjänsterna i kommunen och då inget specifikt syfte med detta uttalats är det svårt att bedöma om någon ekosystemtjänst skulle vara viktigare än någon annan. Hade syftet varit att kartlägga ekosystemtjänster för att exempelvis förebygga översvämningar hade det varit lättare att värdera vilka ekosystemtjänster som borde finnas med i prioriteringen.

Urvalet och prioriteringen påverkar givetvis resultatet då de valda ekosystemtjänsterna har styrt vilka biotoper som ska ingå i analysen. Men för exempelvis de ekosystemtjänster som tillhandahålls av skogen hade det kunnat räcka att göra en analys över skog i allmänhet. Nu gjordes två analyser, en för äldre barrskog och en för lövskog, för att jag, baserat på den litteraturstudie som gjorts, ansåg att dessa typer av biotoper bör synas i kommunens grönstrukturplan.

5.5 ALLA EKOSYSTEMTJÄNSTER KAN INTE SYNLIGGÖRAS

Från början var tanken att ta ett ännu bredare grepp på de prioriterade ekosystemtjänsterna och synliggöra även de i den kulturella kategorin. Under arbetets gång insåg jag dock att detta inte var möjligt då kunskap saknades om vilka områden som användes av kommunens invånare och på vilket sätt. Dessutom var det svårt att motivera hur dessa ytor skulle analyseras med hjälp av Matrixgreen och den biologiska spridningsmodellen. Tanken på att

kartlägga de kulturella ekosystemtjänsterna finns kvar och kanske kan även detta göras i framtiden, men tyvärr rymdes det inte i detta examensarbete.

5.6 UNDERLAGMATERIALETS VARIERANDE ÅLDER

I en kartläggning som den här där olika biotoper i kommunen analyseras är det viktigt att kartunderlaget ger en så riktig bild av verkligheten som möjligt. Det huvudsakliga kartunderlaget, Svenska Marktäckedata, har referensår 2000 och i en expansiv kommun som Knivsta har det med säkerhet skett förändringar i markanvändningen sedan dess. Detta innebär att områden som på kartorna anges ha en viss typ av vegetation i själva verket kan vara bebyggt eller redan planlagt område idag. Biotopkarteringen, gjord av Calluna under 2014, ger för ett mindre område i anslutning till Knivsta tätort en mer aktuell bild av markanvändningen. Vad gäller underlaget från Länsstyrelsen varierar referensåren. Våtmarksinventeringen färdigställdes till exempel år 2004 och ängs- och betesmarksinventeringen sammanställdes under åren 2002-2004. Underlagens varierande referensår gör det svårt att få en aktuell helhetsbild över kommunen. Därför bör områden som pekas ut som viktiga ur en konnektivitetssynpunkt utredas ytterligare för att ta reda på om markanvändningen är densamma idag som när underlaget skapades.

5.7 VAD ÄR NYTT?

Ekosystemtjänster är ett aktuellt ämne. På många håll i Sverige och även internationellt pågår arbetet med att ta fram metoder och strategier för att kartlägga tjänsterna, värdera dem och integrera dem i dagens planeringsprocesser. Region Skåne har i rapporten ”Grönstruktur i Skåne – Strategier för en utvecklad grön struktur” (Blomberg m.fl., 2012) bland annat analyserat de ekologiska sambanden i regionen med hjälp av Matrixgreen (Hellsten, 2014). Här har verktyget endast använts för att synliggöra kärnområden i den ekologiska strukturen samt till att synliggöra grupperingar i de fyra landskapstyperna värdefulla trädmiljöer, skyddsvärda träd, lövskog och värdefull gräsmark. Ekosystemtjänster kopplas inte geografiskt till de olika biotoperna, till skillnad från i den här rapporten. De görs dock tydligt att den gröna strukturen ”tillhandahåller en rad ekosystemtjänster, som har stor betydelse för privatpersoner och för samhället” (Blomberg m.fl., 2012). Analyserna har gjorts på regionnivå men flera kommuner i Skåne har använt materialet i sina översiktsplaner, bland annat Örkelljunga, Lund och Lomma kommuner (Blomberg m.fl., 2012).

Ekologigruppen har på uppdrag av Göteborgsregionens kommunalförbund tagit fram en metod för att geografiskt kartlägga ekosystemtjänster i Göteborgsregionens gröna kilar med hjälp av GIS-skikt (Ekologigruppen AB, 2014). I likhet med den metod som använts i detta examensarbete identifierar Ekologigruppen i rapporten vilka GIS-skikt som kan representera de olika ekosystemtjänsterna. För den försörjande tjänsten livsmedel bedöms exempelvis skikten jordbruksmark och ängs- och hagmark vara relevanta för att kartlägga tjänstens läge i landskapet. För den reglerande tjänsten pollinering har bland annat skikten jordbruksmark, ängs- och hagmark, brynzoner och vägrenar identifierats (Ekologigruppen AB, 2014). Endast

information om vilka GIS-skikt som kan representera vilka tjänster och var kartunderlaget går att hitta ges i rapporten, om detta följs av någon slags modellering eller analys framgår inte av Ekologigruppens rapport (2014).

I Stockholm och områdena Hammarbyhöjden och Björkhagen har en områdesanalys gjorts med Matrixgreen med syftet att fungera som underlag för exploateringskontret i kommande markanvisningar (Stockholm Stad, 2014). De två landskapstyper som har analyserats är ädellövskogsområden och ekmiljöer samt barrskogsområden. Ingen direkt koppling görs till de ekosystemtjänster som dessa typer av miljöer kan rymma utan det konstateras endast att den gröna strukturen i analysområdet tillhandahåller ”ett flertal viktiga tjänster till stadens människor och näringsliv” (Stockholm Stad; Nyréns Arkitektkontor; Ekologigruppen; Atkins, 2013).

Även företaget Calluna använder en metod som liknar Matrixgreen som de kallar för ”Biologisk infrastruktur” för att identifiera sammanhängande system av värdefulla områden och möjliga spridningsvägar och barriärer i landskapet (Calluna, 2015). Dessa analyser syftar till att ta redan på hur det ser ut med de ekologiska sambanden i landskapet, med möjligheterna till långsiktig överlevnad för arterna och med tillgången på liknande områden i närheten av studieområdet (Calluna, 2015). Denna metod stannar även den vid att vara en biologisk kartläggning snarare än en kartläggning av ekosystemtjänster.

5.8 KOMPLEXITETEN I DENNA KARTLÄGGNING

Att endast göra en översiktlig teoretisk kartläggning av ekosystemtjänsterna i Knivsta kommun är fullt genomförbart. När de biotoper som valts ut för tillhandahållande av ekosystemtjänster sedan ska analyseras ur ett konnektivitetsperspektiv blir det mer komplext. I skapandet av de ekologiska profiler som ska sätta ramarna för vad som i detta fall definieras som konnektivitet förenklas verkligheten avsevärt liksom de arter som profilerarna utgår från. Att på en teoretisk nivå definiera var i landskapet en art trivs och inte trivs är komplicerat, särskilt då verkligheten inte är svartvit. De nätverk som har skapats och analyserats i detta examensarbete ska därför främst ses som en guide till var i kommunen de utvalda ekosystemtjänsterna finns. Nätverken utgör inte fullgoda livsmiljöer för de valda profilerarna då många arter är beroende av flera olika biotoper under sin livscykel. Biologiskt är det alltså inte möjligt att dra några slutsatser om exempelvis var i landskapet groddjuren finns och mellan vilka områden de faktiskt rör sig. Vad som kan sägas är att den våtmark som tillhandahåller ekosystemtjänsten flödesreglering har potential att fungera som reproduktionsområden för groddjur, och skulle så vara fallet går det att säga om det teoretiskt sett är möjligt eller inte för groddjuren att ta sig från denna våtmark till en liknande biotop i en annan del av kommunen.

Konnektivitetsanalyserna ger, trots dessa biologiska begränsningar, ett perspektiv på landskapet som är viktigt att ha för en kommun när beslut ska tas om exempelvis vilka områden som ska bevaras och vilka som kan bebyggas. Att lyfta diskussionen från att handla om ett specifikt områdes betydelse i sig till att handla om det specifika områdets betydelse i

förhållande till andra områden av samma biotoptyp, det vill säga att applicera en systemsyn på landskapet där konnektiviteten mellan ytorna tas med i beräkningen, kan vara en stor hjälp i planeringssammanhang.

6. Rekommendationer till Knivsta kommun

Jag föreslår att kartorna över de möjliga livsmiljöerna (Figur 5, 6, 7 och 8) används i sin helhet i grönstrukturplanen för Knivsta kommun då dessa tydligt synliggör områden kopplade till de elva ekosystemtjänsterna. Vad gäller analyserna kan de användas på olika sätt. Komponentanalysen ger en bra bild över den övergripande konnektiviteten i landskapet och kan för till exempel gräsmarks- och lövskogsområden fungera som en varningsklocka. I dessa fall där både tillgången på biotoper och konnektiviteten mellan dem var bristfällig blir det extra viktigt att försöka prioritera och återställa den här typen av biotoper i kommunen. För våtmarker och äldre barrskog var konnektiviteten däremot god och i dessa fall är just komponentanalysen ett exempel på habitatnätverk att eftersträva och bevara i kommunen.

Vad gäller ”Betweenness Centrality”-analyserna bör de kunna användas i sin helhet i kommunens planeringsprocesser. Inte som direkt beslutsunderlag utan snarare som hjälpmedel för att peka ut vilka områden som behöver utredas ytterligare innan eventuell förändring i markanvändningen planläggs. De områden som fått ett högt BC-värde i analysen behöver inte uteslutas från exploatering men kan behöva kompensationsåtgärder om de utredningar som utförs visar att den aktuella platsen i praktiken utgör ett viktigt habitat. Kompensationsåtgärder kan handla om bevarande av en fungerande spridningskorridor genom det planlagda området eller anläggning av en dagvattendamm, för att nämna två exempel. Detta beror självklart på vilken ekologisk struktur som behöver förstärkas.

7. SLUTSATS

Ekosystemtjänsternas nytta och värde går att synliggöra i en grönstrukturplan genom att först prioritera vilka ekosystemtjänster som är viktiga för kommunen i fråga och sedan koppla dem geografiskt till olika biotoper i landskapet.

Den biologiska spridningsmodellen Matrixgreen möjliggör en konnektivitetsanalys av dessa biotoper genom att låta en profilart för respektive biotop sätta ramarna för vad som definieras som konnektivitet i de olika fallen. Konnektivitetsanalyserna ger en systembild på landskapet som visar vilka förutsättningar de olika biotoperna har för att vara långsiktigt stabila och även i framtiden kunna tillhandahålla de ekosystemtjänster de gör idag.

De ekologiska profilerna är teoretiska profiler sammansatta utan ekologisk expertkunskap om profilarterna. De använda biotoperna har valts utifrån att den på platsen angivna vegetationen enligt litteraturen skulle kunna fungera som livsmiljö för de aktuella profilarterna. Användningen av analysresultaten begränsas därmed eftersom inga inventeringar eller platsbesök har gjorts för att styrka de teoretiska uppgifterna.

Av de arton ekosystemtjänster som prioriterats av Knivsta kommun synliggörs nio i de habitatkartor som redovisats i figur 5–8. Dessa ekosystemtjänster är i grunden beroende av en bevarad biologisk mångfald och förutsättningarna för den biologiska mångfalden har analyserats i Matrixgreen genom ”Betweenness Centrality”- och Komponentanalyserna.

En dynamisk variant av Matrixgreen där länkar och patcher kan plockas bort ur ett skapat patchset och där de förändringar som detta medför på nätverket blir synliga direkt skulle öka analysernas ”bäst före”-datum betydligt.

8. Litteraturförteckning

Angelstam, P., Jonsson, B.-G., Törnblom, J., Andersson, K., Axelsson, R., Roberge, J.-M., 2010. *Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald - en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer*, Jönköping: Skogsstyrelsen.

Angelstam, P. & Mikusinski, G., 2001. *Hur mycket skog kräver mångfalden? En svenska bristanalys*, Solna: WWF.

Angelstam, P., Mikusinski, G., Eriksson, J. A., Jaxgård, P., Kellner, O., Koffman, A., Ranneby, B., Roberge, J.-M., Rosengren, M., Rystedt, S., Rönnbäck, B.-I., Seibert, Jan, 2003. *Gap analysis and planning of habitat networks for the maintenance of boreal forest biodiversity in Sweden – a technical report from the RESE case study in the counties of Dalarna and Gävleborg*, u.o.: Centre for Landscape Ecology, Department of Natural Sciences, Örebro University & Department of Conservation Biology, Forest Faculty Swedish University of Agricultural Sciences.

Angelstam, P., Roberge, J.-M., Jonsson, B.-G. & Törnblom, J., 2010. Hur mycket är nog för att bevara arterna?. *Fakta Skog - Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet*, nr 12.

Aronsson, M., 2006. *Faktablad - Ängar och ängsvård*, Stockholm: Svenska Naturskyddsföreningen.

Barthel, S., Colding, J., Ernstson, H., Erixon, H., Grahn, S., Kärsten, C., Marcus, L., Torsvall, J., 2013. *Principles of Socioecological Urbanism: Case Study: Albano Campus, Stockholm*, Stockholm: KTH.

Bergquist, S., 2011. *Landskapsstrategi för eklandskapet norr om Lyngnern*, Halmstad: Länsstyrelsen i Hallands län.

Blomberg, P., Åhnberg, M., Sellers, I., Andersson, T., Hellsten, J., Sörvik, V., Utzon-Frank, T., 2012. *Grönstruktur i Skåne - Strategier för en utvecklad grön struktur*, Skåne: Region Skåne.

Bodin, Ö. & Zetterberg, A., 2014 a. *Matrixgreen Bakgrund: En manual för att praktiskt använda Matrixgreen*, Stockholm: Länsstyrelsen Stockholm, Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet, Ekologigruppen.

Bodin, Ö. & Zetterberg, A., 2014 b. *Matrixgreen Teknisk Användarmanual: Ett verktyg för nätverksanalys av ekologiska samband på landskapsskala.*, Stockholm: Stockholms Universitet och Kungliga Tekniska Högskolan (KTH).

Boverket & Naturvårdsverket, 2000. *Miljöinriktad fysisk planering*, Karlskrona, Stockholm: Boverket & Naturvårdsverket.

Boverket, 2010 a. *Mångfunktionella ytor - klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*, Karlskrona: Boverket.

- Boverket, 2010 b. *Låt staden grönska - klimatanpassning genom grönstruktur*, Karlskrona: Boverket.
- Boverket, 2012. *Rapport 2012:13; Grönstruktur i landets kommuner*, Karlskrona: Boverket juli 2012.
- Brundtland, G. H., 1987. *Our Common Future*, Oslo: FN.
- Calluna, 2014. *Biotopkarta Knivsta*, Stockholm: Calluna, Knivsta kommun.
- Calluna, 2015. *Calluna - Biologisk infrastruktur*. [Online]
Hämtad från:
http://www.calluna.se/exploateringsprojekt/vara_vanligaste_tjanster/biologisk_infrastruktur/
[Använd 18 februari 2015].
- CICES, 2013. *CICES*. [Online]
Hämtad från: <http://cices.eu/>
[Använd 7 oktober 2014].
- Colding, J. & Marcus, L., 2013. *Ekosystemtjänster i Stockholmsregionen: Ett underlag för diskussion och planering*, Stockholm, Rapport 2013:3: Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi / Stockholm Resilience Centre; KTH Arkitekturskolan; Tillväxt, miljö och regionplanering, TMR.
- Ekologigruppen AB, 2014. *Ekosystemtjänster ur ett kilperspektiv: Metod för kartläggning: Delrapport inom pilotprojektet Delsjön-Härskogenkilen*, Göteborg: Göteborgsregionens kommunalförbund (GR).
- FN, 1992. *Convention on Biological Diversity*. [Online]
Hämtad från: <http://www.cbd.int/convention/text/default.shtml>
[Använd 30 september 2014].
- Franzén, M. & Ranius, T., 2004. Occurrence patterns of butterflies (Rhopalocera) in semi-natural pastures in southeastern Sweden. *Nature Conservation*, 12(2), pp. 121-135.
- Gaston, A. J., 1972. *The ecology and behaviour of the long-tailed tit*, Oxford: Edward Grey Institute, Department of Zoology.
- Hellsten, J., 2014. *Strukturbild för Skåne*. Region Skåne, Region Skåne.
- Hernández, Á., 2010. BREEDING ECOLOGY OF LONG-TAILED TITS AEGITHALOS CAUDATUS IN NORTHWESTERN SPAIN: PHENOLOGY, NEST-SITE SELECTION, NEST SUCCESS AND HELPING BEHAVIOUR. *Ardeola*, 57(2), pp. 267-284.
- Härdelin, S., 1998. *Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde*, SCA, Umeå: SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik .

- IVL, 2014 a. *Myllrande våtmarker - ekosystemtjänster*. [Online]
Hämtad från:
<http://www.ecosystems-services.se/var-det-av-ekosystemtjanster/miljomalen/myllrandevatmarker.4.1acdfdc8146d949da6d1b5c.html>
[Använd 16 februari 2015].
- IVL, 2014 b. *Ekosystemtjänster i svenska skogar*, Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Jansson, G., 2000. *Ekologisk Landskapsplanering: Om fåglarna får bestämma*, Umeå: Göran Hallsby, institutionen för skogsskötsel.
- Jansson, G. & Andrén, H., 2003. Habitat Composition and Bird Diversity in Managed Boreal Forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18(3), pp. 225-236.
- Jansson, M., Persson, A. & Östman, L., 2013. *Hela staden - argument för en grönblå stadsbyggnad*, Alnarp: Movium, Stad & Land nr 183.
- Jonasson, D., Milberg, P. & Bergman, K.-O., 2010. Monitoring of butterflies within a landscape context in south-eastern Sweden. *Nature Conservation*, 18(1), pp. 22-33.
- Jordbruksverket, 2005. *Fragmenterat landskap - en kunskapssammanställning om fragmentering som hot mot biologisk mångfald*, Jönköping: Institutionen för Naturvårdsbiologi.
- Jordbruksverket, 2005. *Grod- och kräldjur i landskapet*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, u.d. *TUVA*. [Online]
Hämtad från: <https://etjanst.sjv.se/tuvaut/site/index.htm>
[Använd 27 november 2014].
- Knivsta kommun, 2013. *knivsta.se*. [Online]
Hämtad från: <http://www.knivsta.se/Kommun-och-politik/Om-Knivsta.aspx>
[Använd 15 september 2014].
- Knivsta kommun, 2014 a. *Projektplan Grönstrukturplan KS-2013/592*. Knivsta: Emma Hell Lövgren.
- Knivsta kommun, 2014 b. *Knivsta i siffror 2014*, Knivsta: Kommunkontoret, Knivsta kommun.
- Knivsta kommun, 2014 c. *knivsta.se*. [Online]
Hämtad från: <http://www.knivsta.se/Trafik-och-infrastruktur/Vision2025.aspx>
[Använd 15 september 2014].
- Knivsta kommun, 2014 d. *knivsta.se*. [Online]
Hämtad från: <http://www.knivsta.se/Trafik-och-infrastruktur/Hallbar-utveckling.aspx>
[Använd 15 september 2014].

- Koffman, A., 2012. *Ekologiska landskapssamband i Järfälla kommun*, Stockholm: Calluna, Järfälla kommun.
- Lundin, U., Sjölund, A., Skoog, J., Eriksson, O., Jakobi, M., Olsson, M., Seiler, A., Andrén, C., 2005. *Vilda djur och infrastruktur - en handbok för åtgärder*, Stockholm: Banverket & Vägverket.
- Länsstyrelsen, 2015. *Hur funkar fysisk planering - Länsstyrelsen Gävleborg*. [Online] Hämtad från: <http://www.lansstyrelsen.se/gavleborg/Sv/samhallsplanering-och-kulturmiljo/planfragor/Pages/fysisk-planering.aspx> [Använd 5 januari 2015].
- Löfmarck, A. & Svensson, M., 2014. *Samhällsekonomisk värdering av rent vatten: Fallstudier av Vombsjön och Mälaren*, Bromma, Nr 2014–14: Svenskt Vatten Utveckling.
- Manton, M. G., Angelstam, P. & Mikusiński, G., 2005. Modelling habitat suitability for deciduous forest focal species – a sensitivity analysis using different satellite land cover data. *Landscape Ecology*, 20(7), pp. 827-839.
- Miljö- och energidepartementet, 2012 a. *Hållbar utveckling*. [Online] Hämtad från: <http://www.regeringen.se/sb/d/1591> [Använd 11 januari 2015].
- Miljödataportalen, 2015. *Miljödataportalen: Kartor, data och rapporter om natur och miljö*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Miljödepartementet, 2014 a. *Regeringens proposition 2013/14:141*. Stockholm: Regeringen.
- Miljödepartementet, 2014 b. *Regeringsbeslut I:3*. Stockholm: Regeringen.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being. Synthesis.*, Washington, DC.: Island Press.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2007. *A Toolkit for Understanding and Action. Protecting Nature's services. Protecting Ourselves.*, Washington, DC: Island Press.
- Mörtberg, U., Balfors, B. & Zetterberg, A., 2007 b. *Landskapsekologisk analys: Underlag för regionala landskapsstrategier*, Stockholm: Forskargruppen för miljöbedömning och -förvaltning.
- Mörtberg, U. & Ihse, M., 2006. *Landskapsekologisk analys av Nationalstadsparken*, Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M., 2006. *Landskapsekologisk analys i Stockholms stad: Metodutveckling med groddjur som exempel*, Stockholm: Miljöförvaltningen, Stockholm Stad.

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

Nacka kommun, 2014. *Nacka kommun: Ekotjänster i Nacka*. [Online]

Hämtad från:

http://www.nacka.se/web/fritid_natur/naturochparker/naturskydd/ekotjanster/Sidor/default.aspx

[Använd 11 januari 2015].

Naturvårdsverket, 2012. *Sammanställd information om Ekosystemtjänster*, Stockholm: Naturvårdsverket, Ärendenr: NV-00841-12.

Naturvårdsverket, 2014. *Svenska Marktäckedata - produktbeskrivning*, Stockholm, utgåva 1.2: Naturvårdsverket .

Nylands förbund, 2015. *Grönstruktur*. [Online]

Hämtad från:

http://www.uudenmaanliitto.fi/sv/regionplanering/bereds_som_bast_etapplandskapsplan_4/gronstruktur

[Använd 12 januari 2015].

Persson, K., 2005. *Ängs- och betesmarksinventeringen 2002-2004*, Jönköping: Miljöenheten Jordbruksverket, Rapport 2005:1.

Rodríguez, A., Andrén, H. & Jansson, G., 2001. Habitat-mediated predation risk and decisionmaking of small birds at forest edges. *OIKOS*, 16 december, 95(3), pp. 383-396.

Rosqvist, G., 2003. *INDIKATORARTER - metodutveckling för nationell övervakning av biologisk mångfald i ängs- och betesmarker*, Jönköping: Miljöenheten, Jordbruksverket.

Schneider, C., 2003. *The Influence of Landscape Structure on Butterfly Diversity and Movement in Grasslands: A comparison of two agricultural areas in Southern Sweden*, Alnarp: Department of Landscape Planning, Swedish University of Agricultural Sciences.

Segerstedt, R., 2013. *Från tystnad till full konsert*. [Online]

Hämtad från: <http://lantbruk.com/skog/fran-tystnad-till-full-konsert>

[Använd 17 november 2014].

Skogsstyrelsen, 1993. *Skogsstyrelsens författningssamling: Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen (1979:429)*, Jönköping: Skogsstyrelsen, SKSFS 2008:8.

Skogsstyrelsen, o.a., 2012. *Skogsskötsel grunder och samband. Skogsskötselserien*, 4 december, pp. 1-88.

SOU 2013:68, 2013. *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster*, Stockholm: Statens offentliga utredningar.

Stockholm Resilience Centre, 2008. *Stockholm Resilience Centre - Vad är resiliens*. [Online]
Hämtad från: <http://www.stockholmresilience.org/21/hem/forskning/vad-ar-resiliens.html>
[Använd 2 oktober 2014].

Stockholm Stad; Nyréns Arkitektkontor; Ekologigruppen; Atkins, 2013. *Områdesanalys Hammarbyhöjden - Björkhagen*, Stockholm: Stockholm Stad.

Stockholm Stad, 2014. *Områdesanalys - bygg.stockholm.se*. [Online]
Hämtad från: <http://bygg.stockholm.se/Alla-projekt/Hammarbyhojden-Bjorkhagen/Omradesanalys/>
[Använd 10 februari 2015].

Suhonen, J., Halonen, M. & Mappes, T., 1993. Predation risk and the organization of the Parus guild. *OIKOS*, 66 (<http://www.jstor.org/stable/i283165>), pp. 94-100.

TEEB, 2008. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: An Interim Report*. European Commission, Brussels., Bryssel: European Commission.

TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers*, www.teebweb.org: TEEB.

TEEB, 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*, www.teebweb.org: TEEB.

Vanhoenacker, D., 2014. *Fjärilar - Naturhistoriska Riksmuseet*. [Online]
Hämtad från:
<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/fjarilar.7076.html>
[Använd 27 november 2014].

Bilaga 1 – Bruttolista över ekosystemtjänster

Listan baseras på Naturvårdsverkets sammanställning av ekosystemtjänster (NV) (2012), TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (T) (2010), CICES (C) (2013) samt Millennium Ecosystem Assessment (MA) (2005). Den har även kompletterats med urbana ekosystemtjänster hämtade från Principles of Social-Ecological Urbanism (P) (Barthel, et al., 2013). De fyra kategorierna baseras på Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Kategori	Avdelning	Ekosystemtjänst	Källa
Försörjande	Livsmedel	Livsmedel från odlade växter	NV/T/C/MA
		Livsmedel från tama djur	NV/T/C/MA
		Livsmedel från vilda växter och -djur	NV/T/C/MA
		Livsmedel från odlade sötvattens- och marina djur	NV/T/C/MA
		Livsmedel från vilda sötvattens- och marina djur	NV/T/C/MA
		Livsmedel från sötvatten- och marina växter	NV/T/C/MA
	Vattenförsörjning	Dricksvatten från ytvatten	NV/T/C/MA
		Dricksvatten från grundvatten	NV/T/C/MA
		Ej drickbart vatten	NV/T/C/MA
	Biotiska råvaror	Fiberråvaror från växter	NV/T/C/MA
		Ornamentala resurser	NV/C/MA
		Genetiska resurser	NV/C/MA
		Medicinska resurser	T/MA
		Kemikalieråvaror	NV/MA
	Bioenergi	Bioenergi från skog	NV/T/C/MA
Reglerande och upprätthållande	Reglering av avfall och föroreningar	Biologisk efterbehandling mha växter och mikroorganismer	NV/C
		Utspädning, nedbrytning, remineralisering och återcirkulation	NV/C
		Kolbindning- och lagring	T/C/MA
	Reglering av fysisk miljö	Global klimatreglering	NV/T/C/MA
		Lokal och regional klimatreglering	NV/T/C/MA
		Vattenrening	T/C/MA
		Luftrening	T/C/MA
		Bullerreducering	NV
		Fluvial flödesreglering	NV/C/MA
		Översvämningsskydd	C
		Erosionsskydd	NV/T/C/MA
		Stormskydd	T/C/MA
	Reglering av biotisk miljö	Upprätthållande av livscyklar, skydd av habitat och genpooler	NV/C
		Pollinering	NV/T/C/MA
		Fröspredning	NV/C
		Livsmiljö för ungstadier	NV/T/C
		Biologisk kontroll av skadegörare	NV/T/C/MA

Kulturella	Symboliska	Landskapskaraktär - naturarv	NV
		Landskapskaraktär - kulturarv	NV/T/C/MA
	Intellektuella/ upplevelsebaserade	Friluftsliv	NV/T/C
		Rekreation	T/MA
		Resurs för forskning	NV/T/C
		Lärande/utbildning	T/C/MA
		Estetiska värden	NV/MA
		Hälsa	NV/T
		Turism	T/MA
		Spiritueella upplevelser	T/C/MA
		Sociala relationer	MA
		"Sense of place"	MA
	Urbana	Tillgänglighet	P
		Offentlighet	P
		Rekreationell attraktivitet	P
		Mångfald	P
		Trygghet	P
		Internationell konkurrenskraft	P
		Utbyte av kunskap	P

Stödjande	Primärproduktion	Fotosyntes (huvudsakligen)	T/MA
	Biogeokemiska kretslopp	Näringsämnescirkulation	T/MA
		Vattnets kretslopp	MA
	Energi	Förnyelsebar energi (vind, vatten, sol)	T
		Ej förnyelsebar energi (kol, olja, gas)	T
	Abiotiska material och produkter	Mineral	T
		Metall	T
	Jordmånsbildning		T/C/MA
	Biologisk mångfald	Bevarande av genpool och hotade arter	T
		Mångfald på genetisk art, eller habitatnivå	T
	Ekologiska samspel	Näringsvävare dynamik	NV
		Interaktioner mellan trofiska nivåer	NV
		Evolutionära processer	NV
	Livsmiljöer	Barnkammare	T
		Livscyklar hos migrerande arter	T
	Stabilitet och resiliens hos ekosystem		T

Upplägg workshop ekosystemtjänster

Knivsta kommun har bjudit in till en andra workshop i arbetet med att ta fram en grönstrukturplan för kommunen. Inbjudna till workshopen är olika kommunala tjänstemän samt initierade medborgare med kunskap inom naturvård, ekologi och Knivsta kommun. Syftet med workshopen är att ringa in ekosystemtjänster viktiga för Knivsta kommun.

14:00-14:15 Introduktion (Emma)

- Kort presentation av projektet.
- Vad har gjorts (visa GIS-underlagen)

14:15-14:35 Inspiration ekosystemtjänster (Lars)

14:35-14:40 Gruppindelning och fika hämtning (Emma)

Gruppindelningen görs på förhand för att få bra indelning i grupperna.

14:40-15:25 Diskussion 1

Diskussion i grupper. Deltagarna delas in i grupper som diskuterar:

- Producerande
- Reglerande och upprätthållande.
- Kulturella.
- Understödjande.

Utifrån bruttolistan diskuterar deltagarna vilka tjänster som är de viktigaste inom respektive område för oss i Knivsta kommun. Efter diskussionerna redovisar varje grupp sina prioriteringar. Efter att alla grupper har redovisat får alla deltagarna rösta med 3-4 pluppar på de tjänster som de tycker är viktigast.

15:25-16:10 Diskussion 2

Diskussion nummer två utgår grupperna från kartunderlag och ska placera ut sina samt de viktigaste av de andra gruppernas ekosystemtjänster på en karta över Knivsta. Var finns tjänsterna, är vissa områden extra viktiga, varför? Efter diskussionerna presenterar grupperna.

16:10-16:20 Presentation av exjobb (Ingrid)

16:20-16:30 Avslut (Emma)

Summering och sammanfattning samt hur går vi vidare.

Samhällsbyggnadskontoret

Postadress: 741 75 Knivsta • Besöksadress: Knivsta kommunhus, Centralvägen 18
Telefon: 018-34 70 00 • Fax: 018-38 07 12 • E-post: knivsta@knivsta.se
www.knivsta.se

Bilaga 3 – Våtmarker

Mer detaljerade beskrivningar av de markklasser som använts i den ekologiska profilen för våtmarker.

Klasserna ”Limnogen våtmarker”, ”Vattendrag” och ”Sjöar och dammar, igenväxande yta” definieras nedan enligt Svenska Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2014):

70. Limnogen våtmarker

Öppna våtmarker som i stor utsträckning påverkas av vatten från sjöar och vattendrag. ”öppna” definieras som < 30 % täckning av träd eller buskar. Inkluderar sumpk  rr, alluvialk  rr, madmarker som ”bl  myr” i Lantmäteriets databas. Vidare inkluderas rotad vattenvegetation såsom vass, starr, s  v, kaveldun och igelknopp.

80. Vattendrag

Vattendrag inklusive kanaler med en bredd av minst 50 m.

82. Sjöar och dammar, igenväxande yta

Sjöar och dammar med yttäckande vattenvegetation. I klassen ingår flytbladsvegetation såsom näckrosor, nate, andmat. Vidare kan vattenvegetation såsom vass, starr, s  v, kaveldun och igelknopp ingå.

Dessa klasser kompletteras med våtmarksinventeringen (VMI) samt Sumpskogar från Länsstyrelsen (Miljödataportalen, 2015):

V  tmarksdefinitionen i VMI

Inom projektet regionala v  tmarksinventeringar (VMI) definieras våtmark som ”sådan mark där vatten under en stor del av året finns nära, i eller strax över markytan samt vegetationstäckta vattenområden”. En kompletterande definition är att minst 50 % av markens vegetation ska vara hydrofil (fuktighetsälskande) för att området ska definieras som våtmark. Undantag utgör t.ex. tidvis torrlagda bottenområden i vattendrag, sjöar och hav som räknas till våtmarkerna trots att de kan sakna vegetation.

Sumpskogar

Samlingsnamn för all skogsklädd våtmark. 3 typer, myrskog, fuktskog och strandskog. Myrskogen kan delas in i kärrskog och mosseskog. Fuktskogen delas in i   versilningsskog och övrig fuktskog. Skogsstyrelsen gjorde inventeringen mellan åren 1990 och 1998.

Bilaga 4 – Gräsmarker

Mer detaljerade beskrivningar av de markklasser som använts i den ekologiska profilen för gräsmarker.

Klasserna ”Urbana grönområden” och ”Naturliga gräsmarker” definieras nedan enligt Svenska Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2014):

14. Urbana grönområden

Grönområden inom tätorter där >70% utgörs av vegetation och resterande yta kan bestå av byggnader och andra artificiellt hårdgjorda ytor. Minsta redovisningsenhet är 2 ha i SMD. Klassen inkluderar vegetationsrika områden inom tätort vilka kan utgöras av bl.a. parker, gräsfält, kyrkogårdar, koloniområden, djurpark, botanisk trädgård, nöjespark och skogsområden. Grönområden kan innehålla enstaka byggnader och hårdgjorda ytor. Klassen inkluderar inte öppna våtmarker eller åkermark.

51. Naturlig gräsmark

Gräsmark präglad av klimatisk eller annan naturlig påverkan som förhindrar eller försvårar trädväxt. Vegetationen skall täcka >50% av ytan. Gräs och örter skall dominera (>75%) den del av ytan som täcks av vegetation. Markerna skall inte vara kreatursbetade gräsmarker. Renbete i fjällen tillåts. Markerna skall inte vara gödslade, påverkade av insådd vall eller kemisk bekämpning. I SMD förekommer klassen med en minsta redovisningsenhet på 5 ha eller 25 ha utanför områden med fjällskog och kalfjäll/fjällhed enligt Lantmäteriets kartmasker. Innanför dessa områden förekommer klassen endast som en överklass till nedanstående underklasser i SMD. I klassen ingår öppna naturliga gräsmarker såsom gräshed, lågörtäng, och högörtäng. Naturliga strandängar och gräsrika hedar (t.ex. sandgräshed) innefattas. Inkluderat i klassen är även gräsrika militära övningsfält som inte är kreatursbetade.

Markerna i ängs- och betesmarksinventeringen har en eller flera av följande kvaliteter enligt (Persson, 2005);

- En tydlig hävdgynnad flora. Marken ska innehålla en hävdgynnad Natura 2000-naturtyp på minst halva arealen eller hävdgynnade arter ska finnas väl spridda.
- Det ska finnas mer än ett enstaka träd i form av hamlade/grova/värdefulla träd inom marken.
- Området är en viktig fågellokal med betade/slagna stränder som är beroende av att markerna hävdas eller har andra faunakvaliteter.
- Markerna kan ha rikt innehåll av landskapshistoriska element över en dominerande del av ytan. Gemensamt är att dessa värden ska vara hävdberoende.

Bilaga 5 – Barrskog

Mer detaljerade beskrivningar av de markklasser som använts i den ekologiska profilen för barrskog.

För tofsmesens aktivitetsområde, det område som analyserna gjorts på användes endast klassen ”Barrskog ej på lavmark >15 m”.

45. Barrskog ej på lavmark >15 m

Trädbeklädda områden utanför våtmark och berg-i-dagen med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av barrträd ej på mark med lav som dominerande vegetation i bottenskiktet. Trädhöjd är >15 meter. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha. (Naturvårdsverket, 2014).

För skiktet ”Barrskogsområden 10 ha” användes övriga barrskogsdominerade markklasser (beskrivning från Naturvårdsverket (2014)) och barrskogsområden från biotopkarteringen.

43. Barrskog på lavmark

Trädbeklädda områden utanför våtmark och berg-i-dagen med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av barrträd på mark med lav som dominerande vegetation i bottenskiktet. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

44. Barrskog ej på lavmark 5-15 m

Trädbeklädda områden utanför våtmark och berg-i-dagen med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av barrträd ej på 17 mark med lav som dominerande vegetation i bottenskiktet. Trädhöjd är mellan 5 och 15 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

46. Barrskog på myr

Trädbeklädda områden inom våtmark med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av barrträd. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

47. Barrskog på berg i dagen

Trädbeklädda områden, på berg-i-dagen eller hållmarker, med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av barrträd. Träd-höjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

48. Blandskog ej på myr eller berg i dagen

Trädbeklädda områden utanför våtmark med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

49. Blandskog på myr

Trädbeklädda områden inom våtmark med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

50. Blandskog på berg i dagen

Trädbeklädda områden, på berg-i-dagen eller hållmarker, med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

Bilaga 6 – Lövskog

Mer detaljerade beskrivningar av de markklasser som använts i den ekologiska profilen för lövskog. Klasserna nedan definieras enligt Svenska Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2014):

40. Lövskog, ej på myr eller berg-i-dagen

Trädbeklädda områden utanför våtmark och berg-i-dagen med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av lövträd. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

41. Lövskog på myr

Trädbeklädda områden inom våtmark med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av lövträd. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

42. Lövskog på berg-i-dagen

Trädbeklädda områden nedom fjällen, på berg-i-dagen eller hållmarker, med en total krontäckning på >30%, varav >75% av krontäckningen utgörs av lövträd. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

48. Blandskog, ej på myr eller berg-i-dagen

Trädbeklädda områden utanför våtmark med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

49. Blandskog på myr

Trädbeklädda områden inom våtmark med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

50. Blandskog på berg-i-dagen

Trädbeklädda områden, på berg-i-dagen eller hållmarker, med en total krontäckning på >30%, varav varken lövträd eller barrträd utgör >75% av krontäckningen. Trädhöjd är >5 meter med undantag av naturligt lågvuxen skog där lägre höjd tillåts. Klassen har minsta redovisningsenhet på 1 ha.

14. Urbana grönområden

Grönområden inom tätorter där >70% utgörs av vegetation och resterande yta kan bestå av byggnader och andra artificiellt hårdgjorda ytor. Minsta redovisningsenhet är 2 ha. Klassen inkluderar vegetationsrika områden inom tätort vilka kan utgöras av bl.a. parker, gräsfält, kyrkogårdar, koloniområden, djurpark, botanisk trädgård, nöjespark och skogsområden. Grönområden kan innehålla enstaka byggnader och hårdgjorda ytor. Klassen inkluderar inte öppna våtmarker eller åkermark.

19. Ej urban park

Parkliknande områden utanför tätort såsom nöjespark, djurpark, park vid slott och herrgårdar inklusive tillhörande byggnader och anläggningar. Klassen har minsta redovisningsenhet på 5 ha. Större kyrkogårdar/begravningsplatser utanför tätort inkluderas i denna klass. För park vid slott ingår all annan öppen mark i anslutning till slott. Endast park kring större herrgårdar ingår. Om klassen omsluter en sjö (< 2 ha) ingår sjön i klassen om klassen är < 5 ha.