

Appendix A. Teknisk bilaga - Kartläggning av ekosystemtjänster i Stockholms stad

DELPROJEKT 2-TEMPERATURREGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER	2
TEMPERATURREGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER DAGTID	2
TEMPERATURREGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER NATTID	2
GEOGRAFISKA DATA	2
GIS-METODIK	2
KLASSIFICERING AV STOCKHOLM STADS BIOTOPKARTA	2
MODELLERING AV VEGETATIONSVOLYM	4
MODELLERING AV VEGETATIONSTÄCKNING	7
BERÄKNING AV AREA FÖR SAMMANHÄNGANDE GRÖNOMRÅDEN OCH GRADERING	8
VIKTAD MULTIKRITERIEANALYS DAGTID	9
VIKTAD MULTIKRITERIEANALYS NATTID	9
BÖRJAN PÅ EN RUMSLIG ANALYS FÖR HUR EKOSYSTEM KYLER STADSLANDSKAP	10
DELPROJEKT 3 - DAGVATTEN- OCH FLÖDESREGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER	11
BAKGRUND	11
GEOGRAFISKA DATA	11
GIS-METODIK	11
INFILTRATION	11
INTERCEPTION	13
MAGASINERING	15
VIKTAD MULTIKRITERIEANALYS	18
DELPROJEKT 4-BIOLOGISK MÅNGFALD	20
BARRSKOGSNÄTVERKET	20
BAKGRUND EKOLOGI	20
PATCHER	20
FRIKTIONSRASTER	22
KONNEKTIVITETSANALYS MED LINKAGE MAPPER	22
FRAMTAGANDE AV VÄRDEKARTA FÖR BARRSKOGSNÄTVERKET	24
VÄRDERINGSKRITERIER	24
SAMMANVÄGNING OCH VIKTNING	26
GRODDJURSNÄTVERKET	27
INDATA SOM ANVÄNDES	27
PATCHER (KALLAS I GRODDJURSNÄTVERKET FÖR HEMOMRÅDEN)	27
FRIKTIONSRASTER STOCKHOLMS STADS BIOTOPKARTA 2009	28
FRAMTAGANDE AV VÄRDEKARTA	32
ÄDELLÖVTRÄDSNÄTVERKET	36
INDATA SOM ANVÄNDES	36
PATCHER	36
FRIKTIONSRASTER STOCKHOLMS STADS BIOTOPKARTA 2009	36
KONNEKTIVITETSANALYS MED LINKAGE MAPPER	39
FRAMTAGANDE AV VÄRDEKARTA	40
REFERENSER	46
MUNTLIGA REFERENSER	47
DATAKÄLLOR	47

Detta dokument är en kompletterande teknisk bilaga innehållandes GIS-metodik och datakällor för projektet "Kartläggning av ekosystemtjänster i Stockholms stad". För resonemang kring val av data, kriterier, parametrar och viktning, finns också beskrivningar i huvudrapporten.

Delprojekt 2-Temperaturreglerande ekosystemtjänster

Temperaturreglerande ekosystemtjänster dagtid

De kriterier som identifierades var:

- Marktäcke
- Skuggverkan
- Evapotranspiration

De parametrar som användes för att kartlägga respektive kriterium var:

- Biotoptyp (marktäcke)
- Vegetationstäckning (skuggverkan)
- Vegetationsvolym (evapotranspiration)

Temperaturreglerande ekosystemtjänster nattid

De kriterier som identifierades var:

- Marktäcke
- Evapotranspiration
- Storlek av sammanhängande grönområden

De parametrar som användes för att kartlägga respektive kriterium var:

- Biotoptyp (marktäcke)
- Vegetationsvolym (evapotranspiration)
- Area naturmark (storlek av sammanhängande grönområden)

Geografiska data

De geografiska data som använts för att kartlägga temperaturreglerande ekosystemtjänster är:

- **Stockholm stads biotopkarta** användes för att gradera marktäcke.
- **Stockholm stads laserdata** användes för att skatta vegetationsvolym och täckning.
- **Svenska Marktäckedata (SMD)** användes för att kartlägga sammanhängande grönområden.
- **Stockholm stads baskarta** användes för att filtrera bort byggnader i laserdata.

GIS-metodik

Klassificering av Stockholm stads biotopkarta

Det första som gjordes var att klassificera Stockholms stads biotopkarta efter de olika biotopernas förmåga att reglera temperatur under dagtid och nattid. I ArcGIS klassificerades och graderades biotop typer baserat på litteraturen för temperaturreglering nattetid från biotopkartan enligt tabell 1.

Tabell 1. Klassificering och gradering av biotoper för temperaturreglering nattid.

Biotop	Gradering
Hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark, Tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%), Hällmark, Videkärr, Övrig mark med avlägsnad vegetation, Öppen vattenyta, Vattenvegetation.	1
Gles bebyggelse med 30-50% vegetation, Öppen myr, Åker och vallodling, Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (Öppen mark), Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (Öppen mark), Gräsmark, intensiva skötselmetoder, Grus-sandmark, Havsstrandäng - sedimentationsbetingad (Öppen mark), Odlingslott, Sötvattensstrandäng - sedimentationsbetingad (Öppen mark), Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (Öppen mark), Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (Öppen mark).	2
Blandad buskmark (halvöppen mark), Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Gräsmark, intensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Sötvattensstrandäng - sedimentationsbetingad (halvöppen mark), Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Videbuskmark, Skog, torr-frisk, hygge-plantering, Hällmarksädellövskog, Hällmarksbarrskog, Hällmarksblandskog, Hällmarkslövskog.	3
Barrskog, torr-frisk, Blandskog, torr-frisk.	4
Blandskogsmyr, Lövskogsmyr, Ädellövskog, Barrskog, fuktig-våt, Blandskog, fuktig-våt, Lövskog, fuktig-våt, Lövskog, torr-frisk.	5

Baserat på litteraturen klassificerades biotop typer för temperaturreglering dagtid från biotopkartan enligt tabell 2.

Tabell 2. Klassificering och gradering av biotoper för temperaturreglering dagtid.

Biotop	Gradering
Hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark, Tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%), Övrig mark med avlägsnad vegetation.	1
Gles bebyggelse med 30-50% vegetation, Hällmark, Öppen myr, Åker och vallodling, Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Gräsmark, intensiva skötselmetoder, Grus-sandmark, Havsstrandäng – sedimentationsbetingad, Odlingslott, Sötvattensstrandäng – sedimentationsbetingad, Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder.	2
Blandad buskmark (halvöppen mark), Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Gräsmark, intensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Sötvattensstrandäng - sedimentationsbetingad (halvöppen mark), Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Videbuskmark, Videkärr (halvöppen mark), Skog, hygge – plantskog, Öppen vattenyta, Vattenvegetation.	3

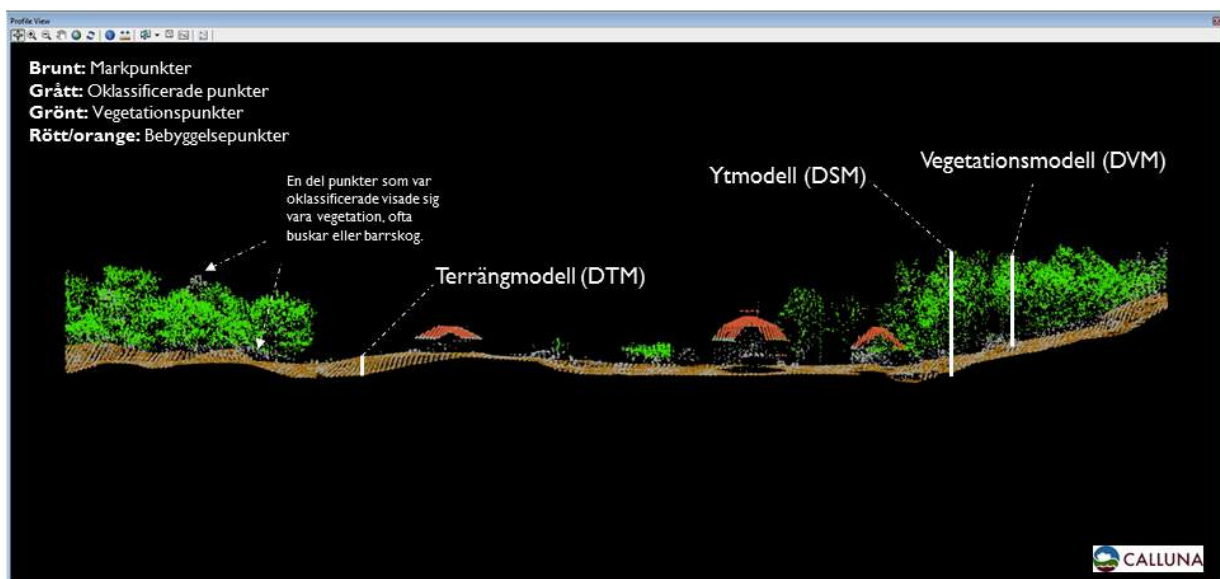
Barrskog, torr-frisk, Blandskog, torr-frisk, Hällmarksädellövskog, Hällmarksbarrskog, Hällmarksblandskog, Hällmarkslövskog, Lövskog, torr-frisk.	4
Blandskogsmyr, Lövskogsmyr, Ädellövskog, Barrskog, fuktig-våt, Blandskog, fuktig-våt, Lövskog, fuktig-våt.	5

Biotopkartan särskiljer på gles (50-70% trädtäckning) och tät ($\geq 70\%$ trädtäckning) ädellövskog, men i ovanstående gradering görs ingen skillnad på dessa eftersom att det även kan finnas lövskogar eller barrskogar som har under 50% trädtäckning. Klassificeringssystemet som användes vid framtagandet av biotopkartan klassificerar nämligen skog vid $>30\%$ trädtäckning. Anledningen till att ädellövskogen fått en högre klass jämfört med barr- och triviallövskog på torr-frisk mark beror på att ädellövträd vanligen har en krona med stor volym.

När samtliga biotoper graderats i förhållande till temperaturreglering nattid och dagtid konverterades biotopkartan från vektor till raster för att möjliggöra en sammanslagning med övriga parametrar i ett senare skede. Rasterbildernas upplösning sattes till 2×2 m för att erhålla en hög upplösning i samtliga GIS-operationer.

Modellering av vegetationsvolym

För att modellera vegetationsvolym användes Stockholms stads laserdata. Staden har sedan tidigare klassificerat punktmolnet efter byggnader, mark, vegetation och oklassificerade punkter vilket möjliggjorde en effektiv utsökning av alla laserpunkter som motsvarade vegetation. Efter bearbetning av punktmolnet framgick det dock att det fanns en del vegetationspunkter som felklassificerats, exempelvis som oklassificerade punkter (figur 1).



Figur 1. Illustration som visar klassificerat punktmoln (av Stockholms stad) och tre skärningar som används vid framtagande av olika terrängmodeller.

För att inkludera dessa oklassificerade punkter som faktiskt motsvarade vegetation, exempelvis ett buskskikt under en trädskrona, skapades en vegetationsmask utifrån de punkter som klassificerats som vegetation. Vegetationens volym modelleras som en funktion av vegetationens höjd användes denna mask för att extrahera punkter som var belägna under det högsta vegetationskiktet. Därmed kunde en reell vegetationshöjd i relation till markens höjd erhållas.

För att undvika att objekt som byggkranar eller kraftledningar inkluderades i vegetationsmasken sattes ett intervall där alla pixlar som var belägna inom 0-40 m räknades in som eventuell vegetation. Majoriteten av de pixlar som utgjorde vegetationsmasken var över 1 m i höjdlid och därför ansågs det inte vara nödvändigt att maska bort enskilda vegetationspixlar under 1 m. För att sådan detaljerad information ska erhållas från laserdata är det nödvändigt att använda ett mer högupplöst punktmoln med en högre punkttäthet.

Vegetationens höjd togs sedan fram genom att skapa en digital ytmodell (DSM) där pixlar extraherades med vegetationsmasken vilket resulterade i en vegetationsmodell (DVM) (figur 1). Sedan skapades ett raster innehållandes höjd för alla markpunkter (DTM) och genom att subtrahera DVM med DTM erhöles en normaliserad höjd av vegetationen (figur 2).



Figur 2. Vegetationshöjd i rasterformat över Södermalm i Stockholm. Den vita cirkeln till vänster i kartan visar en felkälla där laserpunkter intill byggnadsfasader klassificerats som vegetation i punktmolnet. Framtagen av Calluna utifrån Stockholms stads laserdata.

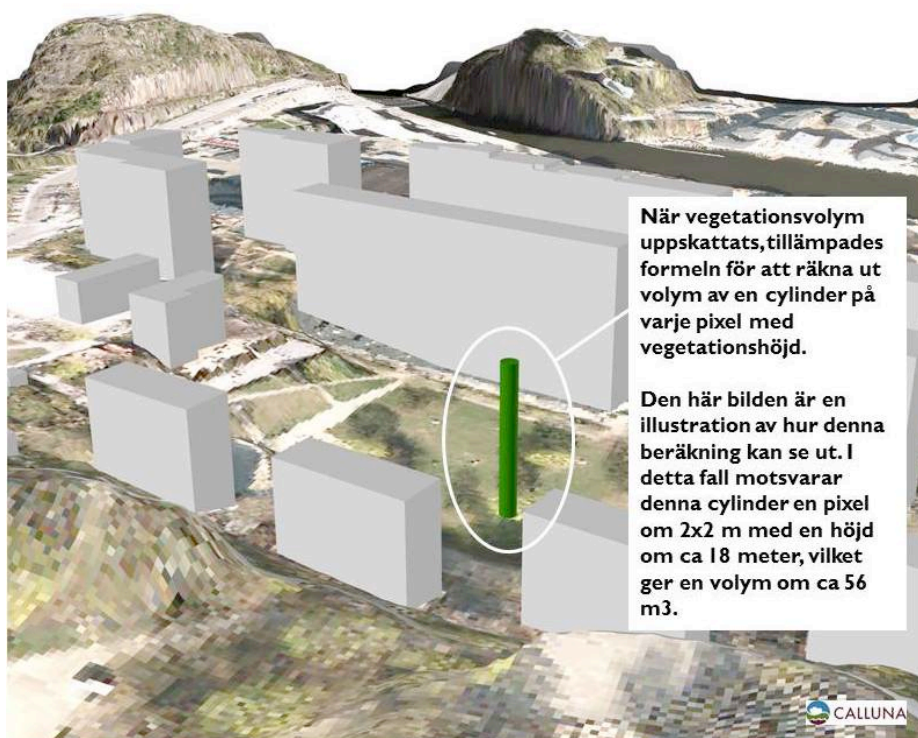
Med en normaliserad höjd menas den faktiska höjden som inte är omfattas av ett referenssystem som meter över havet eller liknande (Lantmäteriet 2013). Eftersom Stockholms stads klassificering av punktmolnet bestod av en del felaktigheter där vegetation felklassificerats vid byggnadsfasader eller vattenkanter, var det nödvändigt att maska bort pixlar som klassificerats felaktigt som vegetation. En mask skapades genom att göra en mindre buffert kring byggnadsytorna från baskartan och vattenytorna från biotopkartan. Sedan raderades de pixlar som var belägna inom denna mask och därmed förfinades resultatet något (figur 3).



Figur 3. Filtrering av vegetationspixlar i vegetationshöjdsrastret. Ofiltrerat raster till vänster och filtrerat raster till höger. För att undvika att förlora trädalléer tätt intill byggnader gjordes en mindre buffert kring byggnaderna vilket medför att en del pixlar intill byggnadsfasader fortfarande räknas in som vegetationspixlar.

För att uppskatta vegetationsvolymen användes rasterbilden med vegetationshöjd och multiplicerades med ekvationen för att beräkna volym i cylinderform, där r motsvarar cylinderns radie och h cylinderns höjd $\pi * r^2 * h$.

Vegetationsvolymen beräknades sedan som en funktion av höjdvärdet i rasterbildens cell om 2x2 m och eftersom en cell består av en kvadrat, valdes en radie om 1 m för att motsvara en cylinderform (figur 4).



Figur 4. Illustration som visar hur vegetationsvolym har skattats i projektet.

Denna metod har bland annat använts i tidigare studier för att uppskatta vegetationsvolym men resulterar i en generalisering av vegetationsskiktet i höjddled och därmed en överskattning av vegetationsvolym (Lehmann et al. 2014). Dessutom görs en generalisering av vegetationsvolym

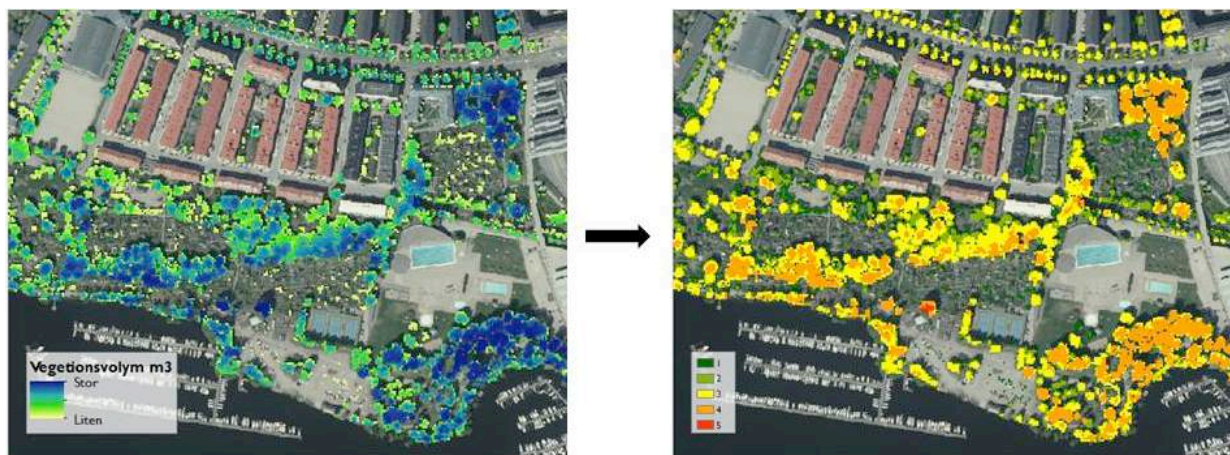
eftersom formen av löv- och barrträd behandlas likadant. För att förbättra och vidareutveckla denna uppskattning rekommenderas att särskilja på trädslag och beskära vegetationspunkter i höjdlid för att erhålla de olika vegetationsskikten i höjdlid, exempelvis buskage och kronvegetation.

Beräkningen av vegetationsvolymen erhålls i en rasterbild om 2x2 m upplösning. Med detta raster som grund gjordes en statistisk fördelning om fem klasser med metoden "Geometrical Interval" i ArcGIS. Det är en metod som ofta betecknas som "smarta kvartiler" och är särskilt användbar när man arbetar med kontinuerlig data och data som inte är normalt fördelat (ESRI 2007). Detta stämmer överens med rasterbilden för vegetationsvolym och baserat på datafördelningen över fem klasser graderades vegetationsvolymen i en skala 1-5 (tabell 3).

Tabell 3. Klassificering och gradering av vegetationsvolym till multikriterieanalysen.

Vegetationsvolym m ³	Gradering
0 - 19,492076	1
19,492076 – 32,496062	2
32,496062 – 51,988148	3
51,988148 – 81,205398	4
81,205398 – 125	5

Anledningen till att en statistisk metod användes för att gradera vegetationsvolym var främst på grund av avsaknaden av litteratur som redogör hur mängden vegetationsvolym faktiskt sänker temperaturen. Resultatet av graderingen blir alltså en relativ skala baserat på hur fördelningen av data med vegetationsvolymen ser ut (figur X).



Figur 5. Gradering av vegetationsvolym.

Modellering av vegetationstäckning

Med laserdata var det även möjligt att uppskatta täckningsgraden av vegetation. Genom att exportera antalet vegetationspunkter och det totala antalet laserpunkter inom en angiven yta, i det här fallet 2x2 m, som två separata rasterbilder dividerades rasterbilderna och en vegetationskvot skapades (Lantmäteriet 2011; Bovin 2014). I ArcGIS multiplicerades sedan kvoten med 100 för att erhålla en rasterbild med procentuell vegetationstäckning. En förfining

av resultatet gjordes genom att extrahera alla pixlar som var belägna inom den vegetationsmask som togs fram i ett tidigare skede.

Gradering av vegetationstäckning kopplat till temperaturreglerande förmåga gjordes även här med hjälp av "Geometrical Interval" (tabell 4).

Tabell 4. Klassificering och gradering av vegetationstäckning till multikriterieanalysen.

Vegetationstäckning %	Gradering
0 – 16,731337	1
16,731337 – 28,944043	2
28,944043 – 45,67538	3
45,67538 – 68,597216	4
68,597216 – 100	5

Likt graderingen av vegetationsvolym blir graderingen för vegetationstäckning en relativ gradering där tätare vegetation resulterar i en hög gradering.

Beräkning av area för sammanhängande grönområden och gradering

För att kartlägga sammanhängande grönområden och beräkna dess area, ansågs Stockholms stads biotopkarta vara för detaljerad. Det beror i synnerhet på smala vägar som skär av ett flertal grönområden som annars skulle vara sammanhängande. Det var därför nödvändigt att använda ett dataunderlag med lägre upplösning och i det här fallet Svenska marktäckedata (SMD).

Eftersom att grönområden kan vara sammanhängande utanför Stockholms stads kommungräns, gjordes en 10 km buffert kring kommungränsen. Denna buffert användes som en mask för att klippa det länstäckande SMD-skiktet. Sedan klassificerades de marktyster som ansågs utgöra grönområden enligt tabell 5.

Tabell 5. Marktysklasser i SMD som antas motsvara grönområden.

Naturmark
Åkermark, Barrskog ej på lavmark > 15 meter, Barrskog ej på lavmark 7-15 meter, Barrskog på berg-i-dagen, Barrskog på lavmark, Barrskog på myr, Berg i dagen, Betesmark, Blandskog ej på myr eller berg i dagen, Blandskog på berg-i-dagen, Blandskog på myr, Blöt myr, Brandfält, Ej urban park, Flygfält (gräs), Bär och fruktodling, Golfbana, Hygge, Limniska våtmarker, Lövskog ej på myr eller berg i dagen, Lövskog på berg-i-dagen, Lövskog på myr, Övrig myr, Saltpåverkade kärr, marskland, Stränder, dyner och sandslätter, Ungskog, Urbana grönområden.

Med hjälp av en GIS-operation sammanfogades angränsande naturtyper till en och samma yta. Area beräknades, och beroende av storleken på det sammanhängande grönområdet graderades respektive yta (tabell 6).

Tabell 6. Gradering av sammanhängande grönområden.

Storlek (ha)	Gradering
--------------	-----------

< 10	1
10-30	2
30-100	3
100-200	4
>200	5

Viktad multikriterieanalys dagtid

De kriterier som utgör ytor för producerande ekosystemtjänster vad gäller temperaturreglering dagtid ansågs vara marktäcke, evapotranspiration och skuggverkan. För att erhålla en sammanlagd kartläggning av dessa kriterier gjordes en sammanslagning av respektive indata, en process som kallas för multikriterieanalys. På grund av osäkerheter vid uppskattning av vegetationstäckning och vegetationsvolym utifrån laserdata bedömdes det nödvändigt att biotopkartan fick en större viktning till skillnad från vegetationstäckning och vegetationsvolym. Därför viktades biotopkartan 0.5 (x), vegetationstäckning 0.25 (y) och vegetationsvolym 0.25 (z). Sedan beräknades ett medelvärde av respektive input (figur 6).

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 5 \\ \hline 1 & 4 & 5 \\ \hline 4 & 5 & 5 \\ \hline \end{array}
 \quad x
 \quad +
 \quad \left(
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & - & 4 \\ \hline 1 & 3 & 4 \\ \hline 4 & 5 & 5 \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & - & 5 \\ \hline 1 & 3 & 5 \\ \hline 4 & 4 & 5 \\ \hline \end{array}
 / 2
 \right)
 / 2
 =
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 4,75 \\ \hline 1 & 3,5 & 4,75 \\ \hline 4 & 4,75 & 5 \\ \hline \end{array}$$

Figur 6. Exempel hur beräkning av multikriterieanalysen för temperaturreglerande ekosystemtjänster dagtid har genomförts.

Eftersom det fanns ytor i biotopkartan där det inte fanns någon vegetationstäckning eller vegetationsvolym erhöll den viktade kartan samma värde som klassificerats i biotopkartan på sådana ytor, se figur 6 där y och z har streckade rutor. De analyser som beräknats från laserdata anses alltså vara kompletterande datakällor som förbättrar biotopkartans innehåll vad gäller temperaturreglerande ekosystem dagtid.

Slutligen visualiserades den sammanslagna kartan i fem intervallklasser enligt tabell 7.

Tabell 7. Gradering och klassificering av sammanslagen multikriterieanalys för temperaturreglerande ekosystemtjänster dagtid.

Intervall	Gradering	Relativ skala
1	1	Ringa eller negativ kapacitet
1-2	2	Viss positiv kapacitet
2-3	3	Påtaglig positiv kapacitet
3-4	4	Stor positiv kapacitet
4-5	5	Mycket stor positiv kapacitet

Viktad multikriterieanalys nattid

Till skillnad från multikriterieanalysen för temperaturreglering dagtid, fastställdes det att respektive input till temperaturreglering nattid skulle viktas lika. Därför viktades biotopkartan

1/3 (x), area av sammanhängande grönområden 1/3 (y) och vegetationsvolym 1/3 (z). Sedan beräknades ett medelvärde av respektive input (figur 7).

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 5 \\ \hline 1 & 4 & 5 \\ \hline 4 & 5 & 5 \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & - & 4 \\ \hline 1 & 3 & 4 \\ \hline 4 & 5 & 5 \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & - & 5 \\ \hline 1 & 3 & 5 \\ \hline 4 & 4 & 5 \\ \hline \end{array}
 / 3
 =
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 4,66 \\ \hline 1 & 3,33 & 4,66 \\ \hline 4 & 4,66 & 5 \\ \hline \end{array}$$

x
y
z

Figur 7. Exempel hur beräkning av multikriterieanalys för temperaturreglering nattid har genomförts.

Slutligen visualiserades även den sammanslagna kartan i fem intervallklasser enligt tabell 8.

Tabell 8. Gradering och klassificering av sammanslagen multikriterieanalys för temperaturreglerande ekosystemtjänster nattid.

Intervall	Gradering	Relativ skala
1	1	Ringa eller negativ kapacitet
1-2	2	Viss positiv kapacitet
2-3	3	Påtaglig positiv kapacitet
3-4	4	Stor positiv kapacitet
4-5	5	Mycket stor positiv kapacitet

Början på en rumslig analys för hur ekosystem kyler stadslandskap

För den illustration om hur grönområden kyler utanför sina gränser som finns i huvudrapporten har vi utgått från som bygger på en försiktig tolkning av Upmanis et al., (1998).

Temperaturreglerande kapacitet från sammanhängande grönområden beräknas utifrån:

- Sammanhängande grönområden större än 200 ha håller en nattetemperatur som ligger ca 3 grader under temperaturen i den täta byggda miljön och kyler nattetemperaturen upp till ca 1200 m in i denna, fallande med 1 C/400 m.
- Områden mellan 200-100 ha kan hålla temp. som ligger upp till tre grader under, och kyler upp till 600 m utanför gränsen, fallande med 1 C/200 m.
- Områden mellan 100-10ha kan hålla temperaturer som ligger 3 C under och kyleffekten sträcker sig ca 100 m utanför gränsen, fallande med ca 1 C/33 m.
- Områden 3-10 ha kan hålla temperaturer som ligger 3 C under och kyleffekten sträcker sig ca 33 m in i den byggda miljön, fallande 1C/11 m
- De grönområden som är mindre än 3 ha ligger 3 C under den byggda miljön men kyler inte alls utanför sina gränser.

Genom att göra en avståndsbuffert baserat på varje grönområdes storleksklass överlagrades respektive buffert som resulterade i en grov analys av grönområdenas kylande effekt. Denna analys kan bearbetas vidare i samråd med stadens avdelning för buller- och luftmätning för att skapa en så bra analys som möjligt.

Delprojekt 3 - Dagvatten- och flödesreglerande ekosystemtjänster

Bakgrund

De kriterier som identifierades var:

- Infiltration
- Interception
- Magasinering

De parametrar som användes för att kartlägga respektive kriterium var:

- Jordart (infiltration)
- Lutning (infiltration)
- Hårdgjorda ytor (infiltration)
- Marktäcke (interception)
- Våtmarker och fuktbiotoper (magasinering)
- Topografiska sänkor (magasinering)

Geografiska data

De geografiska data som använts för att kartlägga infiltration är:

- Stockholm stads biotopkarta (hårdgjorda ytor)
- Stockholm stads byggnadsgeologiska jordartskarta (jordarter)
- Stockholm stads laserdata (lutning)

De geografiska data som använts för att kartlägga interception är:

- Stockholm stads biotopkarta (marktäcke)

De geografiska data som använts för att kartlägga magasinering är:

- Stockholm stads biotopkarta (våtmarker och fuktbiotoper)
- Stockholm stads laserdata (sänkor)

GIS-metodik

Infiltration

Baserat på tidigare forskning graderades Stockholm stads byggnadsgeologiska jordsartskarta efter förmåga att infiltrera vatten. Eftersom att hårdgjord mark har en stor påverkan på infiltration, gjordes ett utsök ur biotopkartan där all hårdgjord och bebyggd mark (tät bebyggelse) överlades med jordarterna som skulle graderas och klassificeras. Graderingen och klassificeringen gjordes enligt tabell 9.

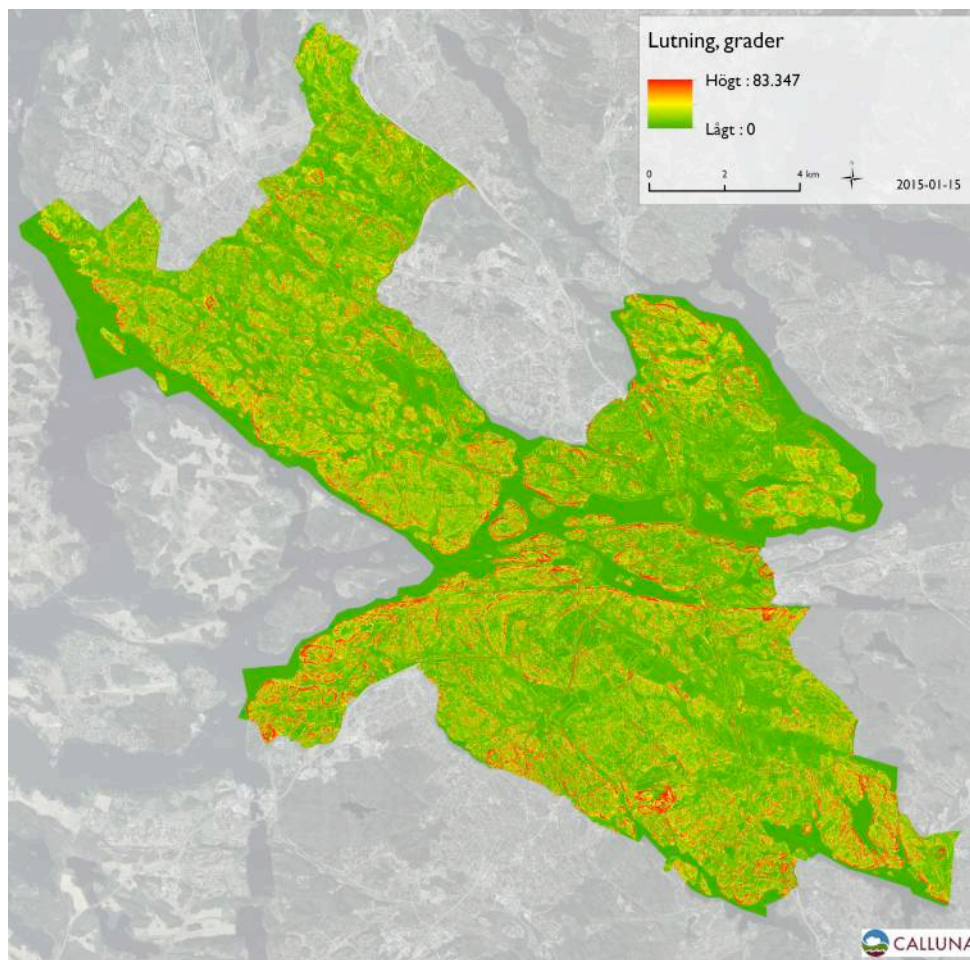
Tabell 9. Klassificering och gradering av jordarter samt biotoper för infiltration.

Jordart/biototyp	Gradering
Hårdgjord mark och tät bebyggelse utan vegetation	1
Berg i dagen	2

Lera	3
Finsediment (organisk jord, växellagring)	4
Grovsediment (morän, åssediment)	5

Lera är en jordart som generellt sett inte infiltrerar vatten och det kan vara anmärkningsvärt att lera tilldelats värde tre som kartlegenden benämningen "påtaglig kapacitet". Det blir språkligt missvisande eftersom lera inte har så bra kapacitet för infiltration.

Men det är viktigt att poängtera att den graderingsskala Calluna har valt att använda är en relativ graderingsskala och om man jämför lera med exempelvis berg i dagen så har lerjordar en bättre infiltrationskapacitet och erhåller därmed en högre gradering. En annan parameter som användes för att kartlägga infiltration var lutningens betydelse. Utifrån den terrängmodell som skapades vid modellering av topografiska sänkor (se senare avsnitt om magasinering) beräknades även lutning i ArcGIS (figur 8).



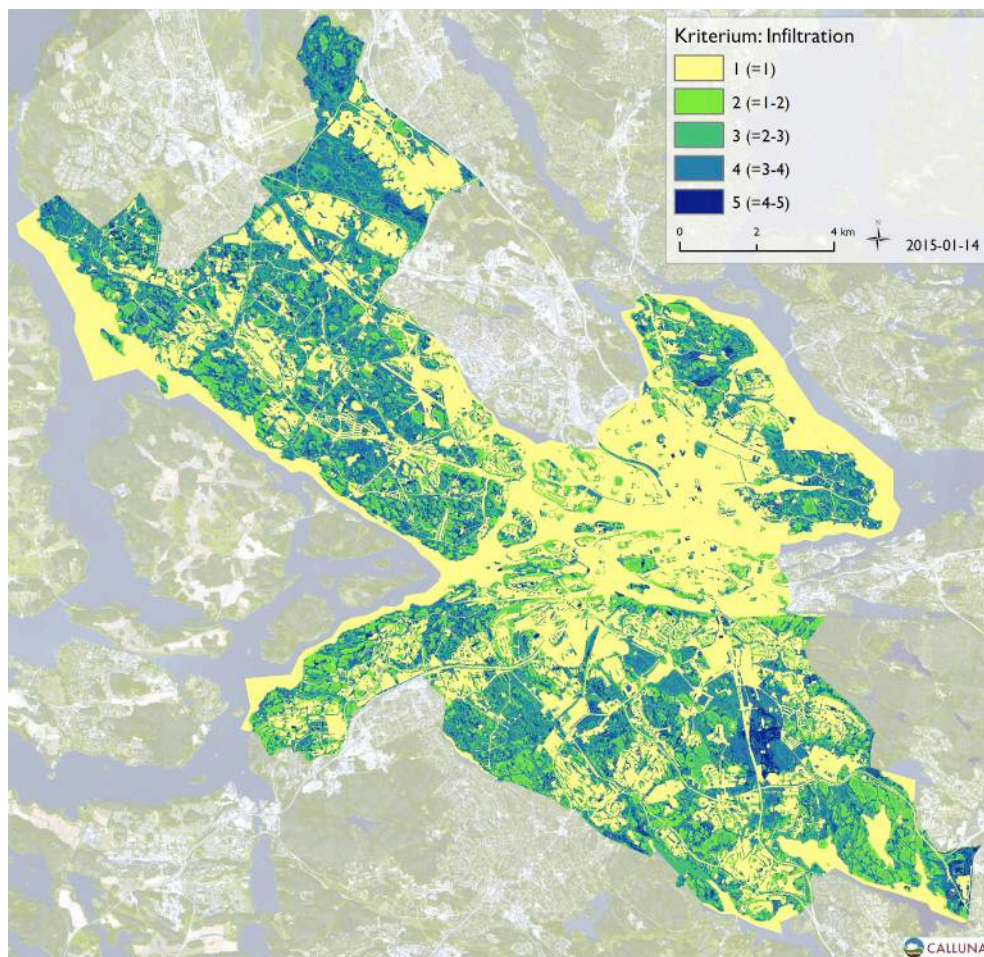
Figur 8. Lutning beräknat i ArcGIS efter den terrängmodell som Calluna tog fram i tidigare skede.

Därefter graderades och klassificerades lutning efter en statistisk fördelning om fem klasser med "Geometrical Interval" (se avsnitt om uppskattning av vegetationsvolym i kapitel om temperaturreglering). Graderingen gjordes enligt tabell 10.

Tabell 10. Klassificering och gradering av lutning för infiltration.

Lutning (°)	Gradering
24,61276222 – 83,34695435	1
7,172731328 – 24,61276221	2
1,994237063 – 7,172731327	3
0,456579071 – 1,994237062	4
0 – 0,456579071	5

Resultatet av lutningen generaliserades där vattenytor och hårdgjorda samt bebyggda ytor från biotopkartan överlagrades med lutning. Anledningen till att detta gjordes beror dels på laserskanningens problematik vid skanning av öppna vattenytor, dels att hårdgjorda ytor inte utgör levande ekosystem. Dessa ytor påverkas även av de tekniska system och lösningar som finns för att hantera dagvatten och flöden. Slutligen sammanslogs jordarter, biotoptyp och lutning där varje parameter viktas lika (figur 9).



Figur 9. Resultat av infiltration efter att jordarter, lutning och biotop sammanslagits.

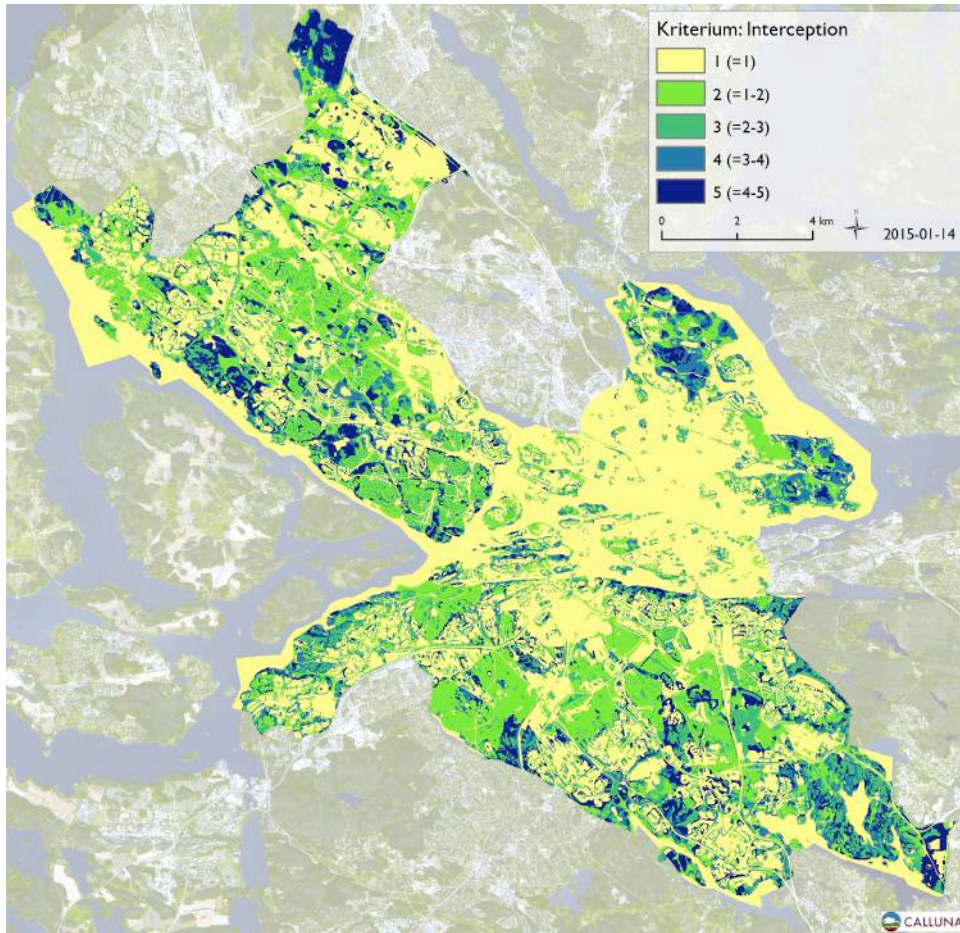
Interception

Baserat på tidigare forskning (se huvudrapport) klassificerades varje biotoptyp efter dess interceptionsförmåga. Graderingen och klassificeringen gjordes enligt tabell 11.

Tabell 11. Klassificering och gradering av biotoptyp för interception.

Biotyp	Gradering
Hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark, Tät bebyggelse utan vegetation (0-10 %), Tät bebyggelse med vegetation (10-30 %), Gles bebyggelse med 30-50 % vegetation, intensiva skötselmetoder, Åker och vallodling, Vattenvegetation, Öppen vattenyta, Grus-sandmark (öppen mark), Hällmark (öppen mark), Hällmarksbarrskog (hygge/plantskog), Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (öppen mark), Övrig mark med avlägsnad vegetation.	1
Gles bebyggelse med 30-50 % vegetation, moderata-extensiva skötselmetoder, Havsstrandäng (öppen mark), Sötvattensstrandäng (öppen mark), Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (öppen mark), Hällmark (halvöppen mark), Hällmarksbarrskog (ung-medelålders skog), Öppen myr, Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (öppen mark), Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (öppen mark), Gräsmark, intensiva skötselmetoder (öppen mark), Videbuskmark.	2
Blandad buskmark, Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Gräsmark, intensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Sötvattensstrandäng (halvöppen mark), Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder (halvöppen mark), Videbuskmark (med triviala lövträd), Videkärr, Öppen myr (med triviala lövträd), Odlingslott, Blandskogsmyr, Lövskogsmyr, Hällmarkslövskog, Hällmarksädellövskog, Lövskog, torr-frisk (hygge/plantskog), Barrskog, torr-frisk (hygge/plantskog), Hällmarksbarrskog, Hällmarksblandskog.	3
Lövskog, fuktig-våt, Lövskog, torr-frisk, Ädellövskog.	4
Barrskog, fuktig-våt, Barrskog, torr-frisk, Blandskog, fuktig-våt, Blandskog, torr-frisk.	5

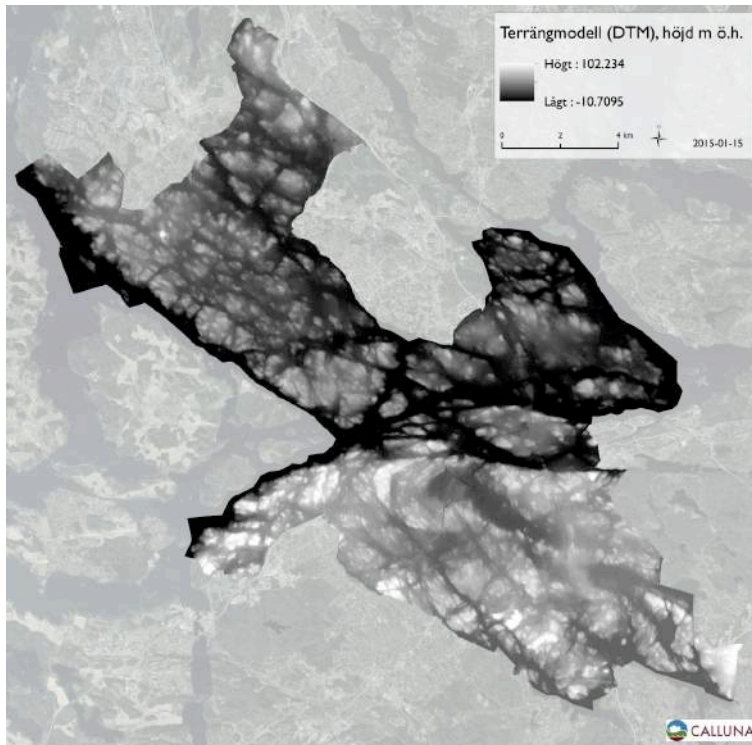
Nedan redovisas resultatet av kriteriet interception (figur 4).



Figur 10. Resultat av interception efter att biotopkartan omklassificerats.

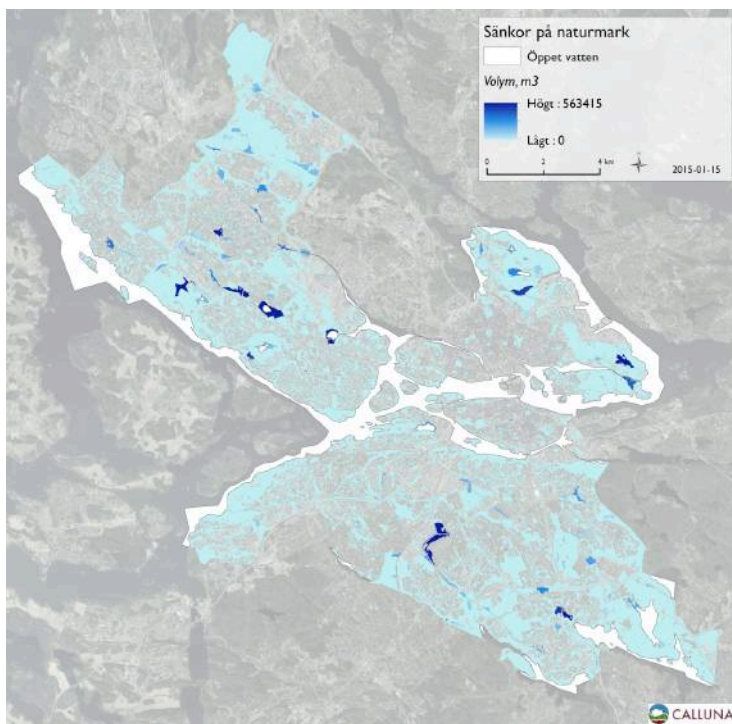
Magasinering

Eftersom en parameter till magasinering är placering av topografiska sänkor i landskapet skapades en terrängmodell utifrån Stockholms stads laserdata (Gritzner 2006). I ArcScene interpolerades markpunkter till en terräng med en upplösning om 2x2 m (figur 11).



Figur 11. Digital terrängmodell som visar terrängens höjd i meter över havet. Framtagen av Calluna utifrån Stockholms stads laserdata.

Resultatet var en rasterbild med kontinuerliga höjdvärden i varje cell. De celler som är omgivna av celler med högre höjdvärden runt varje sida, benämns som en sänka (ESRI 2011). Med ett verktyg i ArcGIS fylldes varje sänka vilket resulterade i en jämn terrängmodell utan sänkor. Sedan subtraherades den fyllda terrängmodellen med den originella terrängmodellen med ytterligare ett verktyg. Då beräknades även volymen av varje sänka (figur 12).



Figur 12. Sänkor på naturmark visualiserade efter volym. Framtagen av Calluna utifrån DTM.

På grund av de tekniska lösningar som finns för hantering av dagvatten och flöden i den bebyggda miljön gjordes en generalisering där sänkorna klipptes efter naturmark i biotopkartan (skog, öppen mark, halvöppen mark, myrmark och vattenområde). Slutligen gjordes en gradering och klassificering av sänkornas volym enligt tabell 12.

Tabell 12. Klassificering och gradering av sänkors volym för magasinering.

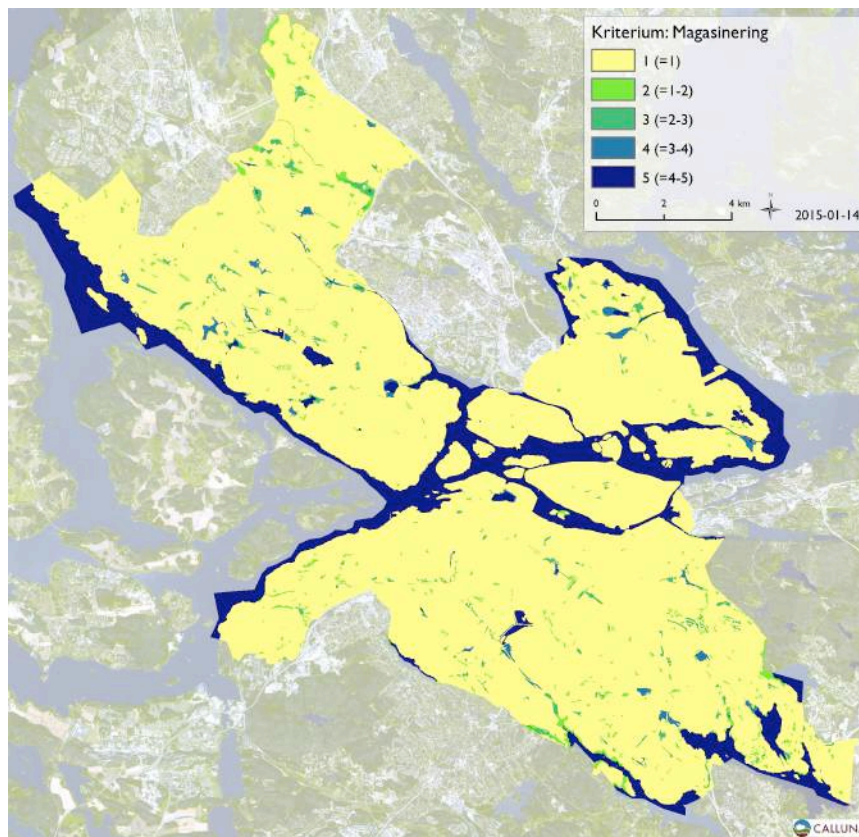
Volym (m3)	Gradering
0 – 1360,19257	1
1360,192571 – 7096,077078	2
7096,077079 – 31284,10149	3
31284,1015 – 133284,1574	4
133284,1548 – 563414,8125	5

Ytterligare en parameter till magasinering var fukt- och våtmarksbiotoper som användes för att komplettera sänkornas utbredning. Baserat på tidigare forskning graderades och klassificerades därför biotop typer från biotopkartan enligt tabell 13.

Tabell 13. Gradering och klassificering av biotoper för magasinering.

Biotop	Gradering
Hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark, Tät bebyggelse utan vegetation (0-10 %), Tät bebyggelse med vegetation (10-30 %), Gles bebyggelse med 30-50 % vegetation, intensiva skötselmetoder, Gles bebyggelse med 30-50 % vegetation, moderata-extensiva skötselmetoder, Åker och vallodling, Grus-sandmark, Hällmark, Hällmarksbarrskog, Hällmarkslovskog, Hällmarksädellövskog, Hällmarksblandskog, Lovskog, torr-frisk, Barrskog, torr-frisk, Blandskog, torr-frisk, Ädellövskog, Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Gräsmark, intensiva skötselmetoder, Blandad buskmark, Odlingslott, Övrig mark med avlägsnad vegetation.	1
Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Videbuskmark.	2
Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Blandskogsmyr, Lovskogsmyr, Lovskog, fuktig-våt, Barrskog, fuktig-våt, Blandskog, fuktig-våt.	3
Havsstrandäng, Sötvattensstrandäng, Videkärr, Öppen myr.	4
Öppen vattenyta, Vattenvegetation.	5

Slutligen sammanslogs både graderingen av biotopkartans klassificering och sänkornas volym där biotopkartans klassning viktades 10 % och sänkornas volym 90 %. Resultatet av magasinering redovisas nedan (figur 18).



Figur 13. Resultat av magasinering vid sammanslagning av biotopkartans klassificering och sänkor.

Viktad multikriterieanalys

Med hjälp av en viktad multikriterieanalys finns möjligheten att kartlägga olika ytor med producerande ekosystemtjänster baserat på säsong eller typ av nederbörd. Utifrån en diskussion med uppdragets beställare fastställdes att följande scenarier och viktning skulle göras:

- Extrem nederbörd, vintertid
 - Infiltration (0.05)
 - Interception (0.05)
 - Magasinering (0.9)

- Extrem nederbörd, sommartid
 - Infiltration (0.15)
 - Interception (0.15)
 - Magasinering (0.7)

- Normal nederbörd, vår/sommar/höst
 - Infiltration (0.7)
 - Interception (0.2)
 - Magasinering (0.1)

Sammanslagningen och viktningen gjordes i ArcGIS exempelvis på följande sätt:

$$(\text{Infiltration.tif} * 0.05) + (\text{Interception} * 0.05) + (\text{Magasinering} * 0.9)$$

Resultatet blir en ny rasterbild där varje pixel har omvandlats till ett värde mellan 1-5 som representerar en sammanslagning av respektive kriterium baserat på vilket scenario som modellerats.

Delprojekt 4-Biologisk mångfald

Barrskogs nätverket

Bakgrund ekologi

Tofsmes valdes ut som fokusart i analysen av barrskogs nätverket. Tofsmes har även använts i de habitatnätverk som tagits fram år 2007 på uppdrag av Miljöförvaltningen (Mörtberg m.fl. 2007). Analysen täcker inte in bara tofsmes utan i stor grad även talltita som är en än mer krävande barrskogsmes. Nätverket täcker även ungefärligen in svartmesens ekologiska krav. Även spillkråkan (en hackspett) återfinns inom nätverket. Fokusarten kan sägas vara komplex med barrskogsmesar.

Tofsmesen föredrar gammal barrskog, särskilt talldominerad skog, men man kan hitta den i flera typer av barrblandskog dock sällan i rena granbestånd. Skogens struktur spelar betydande roll för om tofsmes förekommer eller inte. Flerskiktad barrskog med inslag av lövträd och fuktstråk är gynnsamt och förekomst av död ved är en mycket viktig faktor för såväl bobygge som födosök (Svensson m.fl. 2009). Tofsmes och talltita lever i samma typ av skogar och de kan ha överlappande revir. Båda gynnas av flerskiktade skogar eftersom de erbjuder skydd runt boträden och rika födosöksområden. Studier i skogar runt Uppsala har visat att talltitan har sämre häckningsframgång än tofsmes i skog utan flerskiktning (gallrade och röjda skogar) (Eggers & Low 2014). Tofsmes kan klara att leva i dessa mer ensartade skogar bättre än talltitan även om det inte är optimalt för tofsmesen. Skogsområden med gammal och flerskiktad skog har alltså högre sannolikt att hysa både tofsmes och talltita vilket ytterligare ökar dessa skogars betydelse för biologisk mångfald.

Fokusarten barrskogsmesar indikerar större sammanhängande barr- eller blandskogar med innehåll av biotopkvaliteter som gammal skog, flerskiktning och död ved. Detta är kvaliteter som gynnar många av de skogsarter som idag har negativa populationstrender och som enligt miljömålet "Levande skogar" ska få livskraftiga populationer.

Patcher

För att skapa patcher som motsvarar tofsmesens reproduktionshabitat och födosökshabitat gjordes tre urval från biotopkartan; reproduktionshabitat, födosökshabitat och sämre födosöksmiljöer. Begreppen patcher, livsmiljöområden och aktivitetsområden är synonyma.

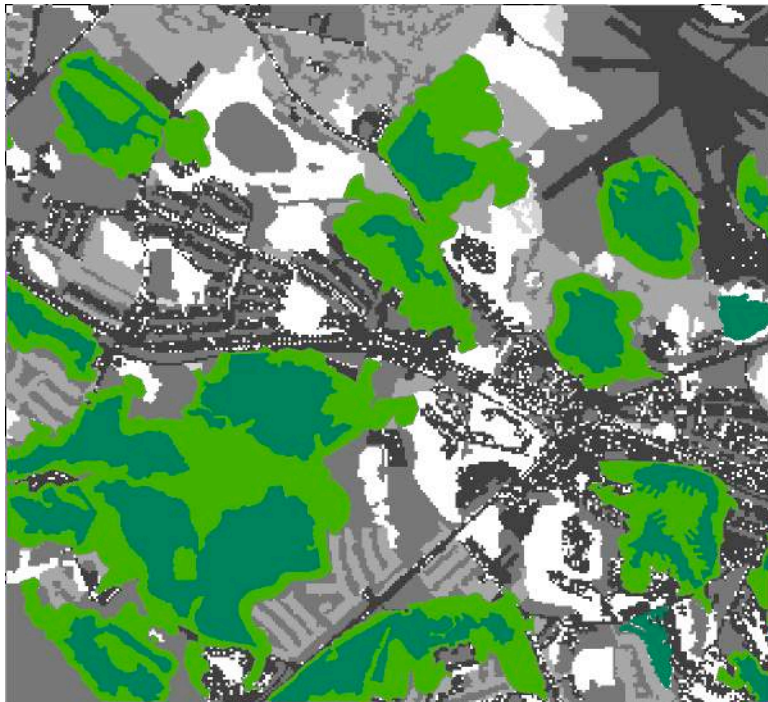
De biotoper som ansågs utgöra häckningshabitat var gammal barrskog, gammal blandskog, hållmarker med gamla barrträd, barrskog och blandskog fuktig våt oavsett ålder, blandskogsmyr, tät och gles ädellövskog samt hållmarksädellövskog med träd- och buskskikt med 30-50% barrträd. Slutligen uppdaterades urvalet med biotoper med ett GIS-skikt innehållandes exploatering 2009-2012 som Calluna tidigare karterat inom Miljöförvaltningens Ekologiskt Särskilt Betydelsefulla områden (ESBO).

Ett annat krav förutom biotoptyp, var att ett reproduktionshabitat skulle bestå av minst 2 hektar sammanhängande häckningsmiljö (Eggers & Low 2014). En dissolve gjordes på ytor av häckningshabitat som angränsade mot varandra. Ytor mindre än 2 ha togs bort.

Häckningshabitat måste ligga i ett sammanhängande skogsområde. Revir som ska klara både sommar och vinter är ca 25 hektar stor (Eggers & Low 2014) och revir som åtminstone klarar sommarens uppfödning av ungar måste vara minst 10 hektar stora (Eggers personlig

kommunikation 2011). I analysen valde vi att identifiera sommarrevir för att inte ha så höga krav på storlek.

Landskapsekologiska krav är alltså att häckningsbiotopen ska vara beläget inom ett minst 10 hektar stort aktivitetsområde där tofsmesen kan förflytta sig under häckningssäsongen för att hitta föda till ungarna men kunna ta sig tillbaka till sin häckningsplats. För att identifiera sammanhängande aktivitetsområden gjordes en avståndsanalys om 300 m baserad från reproduktionsområdena. Avståndsanalysen använde friktionsraster. Se avsnitt nedan om friktionsraster. Nedan ges en illustration av hur aktivitetsområden och häckningshabitat kan vara placerade i landskapet (figur 14).



Figur 14. Starkt gröna patcher är aktivitetsområden >10 ha och mörkgröna patcher är "kärnorna" med häckningshabitat > 2 ha. I bakgrunden syns friktionsrastret. Där det är vitt är det lågt friktionstal (bra för spridning) och ju mörkare färg desto högre friktionstal (större motstånd för spridning).

Alla övriga skogstyper (som inte uppfyllt kriteriet som häckningshabitat) med skogsfas > 60 år är klassat till "födosökshabitat men ej häckningshabitat". Lövskog, fuktig-våt oavsett ålder är klassat till "födosökshabitat men ej häckningshabitat" liksom Hällmark med lövträd eller gles buskvegetation, lövskogsmyr, videkärr.

Alla barr- och blandskogar och lövskogar torr-frisk med skogsfas=ung - medelålders skog (ca 15-60 år) klassades till sämre födosökshabitat.

För att undvika kanteffekter har även patcher i en zon om 4 km runt stadens gränser skapats med hjälp av sämre indata. En storskogskartering baserad på satellitbild, fick utgöra indata för gammal skog. Storskogskarteringen visar skog som inte är i tillväxt och har av Naturvårdsverkets används i övergripande skogsanalyser över stora områden (personlig kommunikation, Camilla Jönsson Metria 2014). Den ska inte användas i detaljerad skala, med krav på uppdaterade indata. Pixlar med gammal skog oavsett trädslagsfördelning (barrskog dominerar i skiktet) valdes och konverterades till vektordata. En uppdatering av det erhållna skiktet med gammal skog gjordes med skogsstyrelsens skikt "faktiskt avverkat" vilket medförde att ytor som avverkat togs bort. Ytor som var 10 hektar eller större valdes och ansågs vara aktivitetsområden för tofsmes.

Patcher i Stockholms stad som låg på kommungränsen och hängde ihop med patcher utanför kommungränsen lades samman till sammanhängande patcher för att deras storlek som sammanhängande skog skulle bedömas korrekt.

Friktionsraster

Ett friktionsraster skapades genom att klassificera biotopkartans biotoper baserat på hur gynnsam eller ogynnsam en biotop är för tofsmesen att röra sig inom. Biotoper som är reproduktionshabitat eller födosöksmiljö fick friktionsvärde 1 och sämre födosöksmiljöer fick värde 2. Buskmarker, gles bebyggelse med vegetation med moderat skötsel fick friktionsvärde 5, annan öppen eller halvöppen mark friktionsvärde 10, tät bebyggelse med eller utan vegetation fick 25. Finmaskig grönstruktur som tidigare modellerats för kartläggning av temperaturreglerande ekosystem från laserdata tilldelades friktionstal 2. Den finmaskiga grönstrukturen klipptes så att den finns i biotoper inom huvudklassen bebyggd och hårdgjord mark och lades överst i friktionsrastret. Tanken var att dungar och trädrader mellan bebyggelsen ska kunna framtida som spridningsvägar.

För att inkludera spridningskorridorer som går över kommungränser gjordes en zon om 4 km utanför staden, där friktionsrastret baseras på Naturvårdsverkets naturtypskartering KNAS och friktionsvärdena sattes så likt biotopkartans klasser som möjligt.

Eftersom biotopkartan är från 2009 kompletterades och uppdaterades friktionsrastret med ett exploateringskikt inom ESBO mellan år 2009-2012 där varje ny bebyggelseklass graderades efter tofsmesens friktionsvärden.

Konnektivitetsanalys med Linkage Mapper

Barrskogsnätverket för tofsmes modellerades med hjälp av Linkage Mapper. Det är en modul till ArcGIS som är skapad för att genomföra landskapsekologiska analyser och identifiera spridningslänkar, spridningskorridorer och livsmiljöområden.

I barrskogsnätverksanalysen används de framtagna patcherna och friktionsrastret samt ett maximalt spridningsavstånd som sattes till 2 km. Det finns ingen forskningslitteratur som anger hur långt ungfåglarna maximalt sprider sig när de ska etablera nya revir. Det vi vet är att ungfåglarna i sökande efter revir är mer rörliga och inte lika start knutna till gammal skog, jämfört med rörelser under häckningstiden.

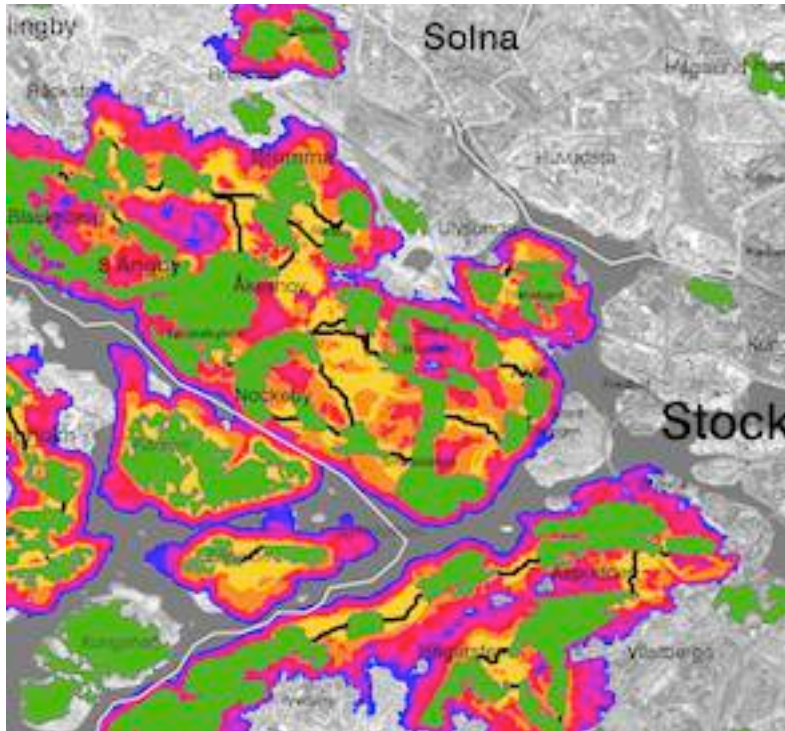
Slutligen gjordes ytterligare en analys som kallas "Centrality Mapper" som kartlägger vilka patcher som är av störst betydelse för att hålla samman ett ekologiskt nätverk. De patcher som får höga värden av ett index som kallas "Betweenness Centrality" är väldigt viktiga för konnektiviteten i landskapet.

Baserat på friktionsrastret skapar Linkage Mapper ett sammanvägt raster med effektivt spridningsavstånd runt spridningslänkarna och de livsmiljöområden de kopplar samman. Beroende på hur landskapet ser ut kommer spridningskorridorerna att vara breda eller smala och ha bra och mindre bra delar. Calluna har provat olika visualiseringar och för tydlighet i kartorna har pixelvärdena "kapats" vid lämpligt värde så att avgränsbara zoner visualiseras i kartan. Calluna har använt färgskalan gult (bra värden) till blått (sämre värden).

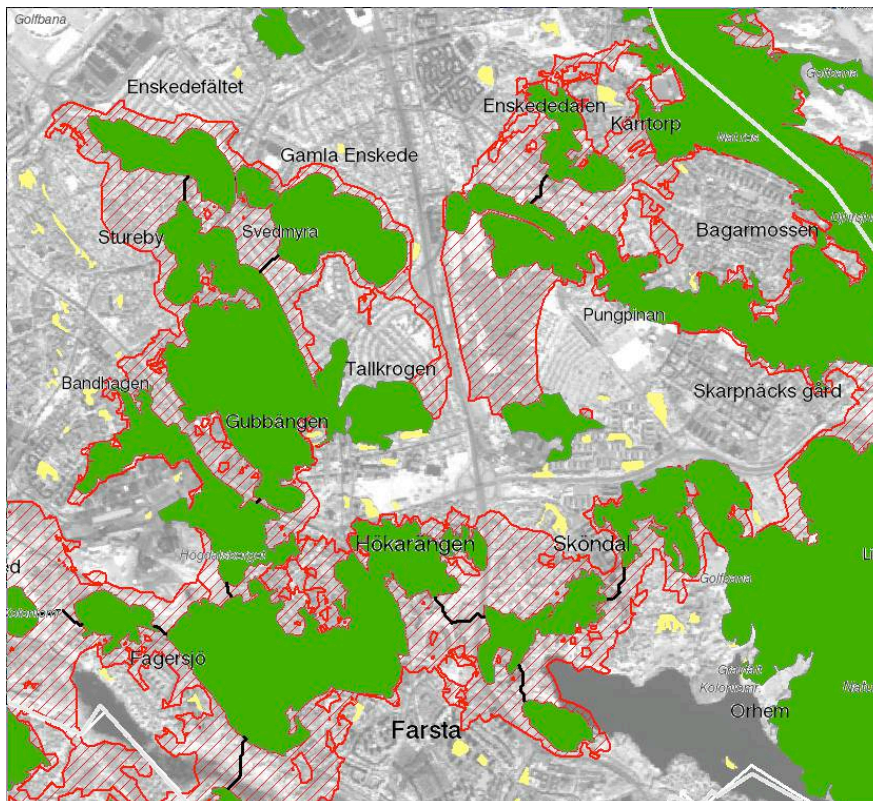
I figur 15 har korridorernas visualiserats.

De patcher som inte fått några länkar är enligt analysen isolerade och programmet har följaktligen inte skapat länkar eller spridningskorridorer runt dem. En studie av datamaterialet

visade att de allra flesta av dessa patcher inte har någon zon av gästvänlig miljö runt sig utan istället gränsar till ogästvänlig miljö som tät bebyggelse eller öppen mark.



Figur 15. Patcher (grönt) spridningslänkar och visualisering av spridningskorridorer i färgskalan gult till blått där gult betyder bra för spridning, blått sämre för spridning och ofärgat för långt från spridningslänk.



Figur 16. Kartan visar patcher i grönt, spridningsstråk i rödrastret (spridningslänkar som ligger till grund för stråken syns i svart), stödhabitat visas i ljusgult.

Framtagande av värdekarta för barrskogs nätverket

Alla ytor i barrskogs nätverket har granskats och klassats enligt värderingskriterier.

Tabell 14. Ytor i barrskogs nätverkets. Typindelning är en slags funktionsindelning.

Typ	Beskrivning
Livsmiljö-områden	Patcher (livsmiljöområden/aktivitetsområden) som ingått i konnektivetsanalysen
Spridningsstråk	Polygoner skapades från rastret med spridningskorridor genom att välja pixlarvärde ≥ 2000 effektiva meter. (Någon djupare analys har för klippning av korridorer har inte gjorts). Ytorna är ganska stora och bara i några få fall delades polygonerna upp då de fanns starka skäl att värdera deras betydelse som spridningsstråk olika. I ett fall gjordes en ny avgränsning. Det var Skogskyrkogården som lades in i spridningsstråk eftersom den inte fångats upp i konnektivetsanalysen eftersom den klassats som frisk gräsmark i biotopdatabasen. Spridningsstråken har i de flesta fall även betydelse som buffertzona. Vissa avgränsade spridningsstråk har förmodligen mer betydelse som buffertzona, runt en patch än för konnektivitet i nätverket. Livsmiljöområden som inte fått någon spridningslänk till sig (isolerade områden) får inte heller någon spridningskorridor. Man kan tänka sig att dessa isolerade patcher kan ha ytor runt sig idag som kan fungera som en slags buffertzona (ex skog). Ett test gjordes därför med en avståndsanalys på hundra meter runt varje patch baserat på friktionsrastret. Det visade sig att de allra flesta av dessa isolerade patcher, inte fick någon bred zon runt sig, just på grund av att det redan var ogästvänliga biotoper runt patcherna.
Stödhabitat	Områden i Stockholms stad som har en positiv betydelse för det ekologiska nätverket men som inte hamnat inom livsmiljöområden eller spridningsstråk. Endast ytor utanför spridningsstråk och livsmiljöområden ingår i multikriterieanalysen. Ytor med häckningshabitat < 2 ha (för små för att fungera för tofsmesen) samt ytor med ung-medelålders barrskog.

Värderingskriterier

Tabell 15. Värderingskriterier.

Typ	Beskrivning	Klassningsskala
STORLEK (Bedöms på livsmiljöområdena)	Teoretiskt antal par tofsmes under sommartid som patchen kan härbärgera, räknas ut. Varje par ska ha tillgång till minst 2 ha häckningshabitat samt kunna röra sig för födosök inom en yta på minst 10 ha.	Datat delas i fyra klasser med klassningsmetod "Natural breaks classification" i Gis-programmet. <ul style="list-style-type: none"> • Enstaka antal tofsmesrevir (1,0-1,5) = värde 2 • Några antal tofsmesrevir (1,5-4,6)=värde 3 • Från några till större antal tofsmes revir. (4,6-23,2) = värde 4 • Mycket stort antal tofsmesrevir. Antagligen livskraftiga populationer. (23,2-135,6) = värde 5
BIOTOPKVALITET (Bedöms på livsmiljöområdena)	Area häckningshabitat i patchen. De flesta patcher innehåller inte bara häckningshabitat (förenklat uttryckt gammal skog) utan även andra biotoper, ex lövskog, eller unga barrskogar. Dessa kan i	Datat delas i fyra klasser med klassningsmetod "Geometrical classification" i Gis-programmet. <ul style="list-style-type: none"> 2,3 - 5,9 = värde 2 5,9- 29,0= värde 3 29,02 - 177,4= värde 4 177,4 - 1129,6= värde 5

	<p>varierande grad fungera som för födosök. Patcher med stor area häckningshabitat ges högre värde än patcher med mindre area sådan habitat.</p>	
<p>STRATEGISKT LÄGE (Bedöms på livsmiljöområdena)</p>	<p>Varje patch granskades manuellt.</p> <p>Strategiskt läge bedöms utifrån livsmiljöområdets betydelse för sammanlänkning i det ekologiska nätverket. Indexet betweennesscentrality från konnektivitetsanalysen är ett underlag för rankningen. Den kompletteras med studie av nätverkskartorna och en expertbedömning av huruvida livsmiljöområdet har; sammanlänkning med Stockholms gröna kilar, utgör del av kommunalt nätverk, eller är mer eller mindre isolerat.</p> <p>I kommentarsfält beskrivs motivet till klassningen.</p>	<p>Värde 2 Isolerat barrskogsområde. Barrskogsområde som är sammanlänkat med enstaka annat barrskogsområde. Kan också vara barrskogsområde som har länk till större nätverk men som ligger i "inre änden av nätverket".</p> <p>Värde 3 Sammanlänkad med flera andra barrskogsområden och bedöms ha betydelse för funktion i barrskogsnätverket ur kommunalt perspektiv.</p> <p>Skogsområde längre in i kommunen som är länkad till annat skogsområde som i sin tur utgör skoglig samband ut moten av Stockholms gröna kilar.</p> <p>Utgör en av flera kopplingar från Stockholms stad till en av Stockholms gröna kilar.</p> <p>Stort skogsområde där största delen ligger utanför Stockholms stad. Området har koppling till andra barrskogar i en av Stockholms gröna kilar.</p> <p>Värde 4 Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv och bidrar även till koppling med en av Stockholms gröna kilar. Sammanlänkat med skogsområden i längre in i kommunen.</p> <p>Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv. Utgör koppling mellan en av Stockholms gröna kilar och större skogsområde i Stockholms stad.</p> <p>Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv. Flera hundra hektar stort barrskogsstråk. Sammanlänkat med skogsområden i längre in i kommunen.</p> <p>Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv. Utgör koppling mellan en av Stockholms gröna kilar och större skogsområde i Stockholms stad.</p> <p>Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv och bidrar även till koppling med en av Stockholms gröna kilar. Sammanlänkat med skogsområden i längre in i kommunen.</p> <p>Betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv. Utgör en förlängning av en av Stockholms gröna kilar och möjliggör spridning in mot mer finmaskig grönsstruktur.</p> <p>Stort skogsområde där största delen ligger i Stockholms stad. Området har koppling till andra barrskogar i en av Stockholms gröna kilar.</p> <p>Värde 5 Regional betydelse för sammanlänkning i nätverket. Kopplar samman två grönkilar.</p>

<p>SPRIDNINGSS TRÅK (Spridningsstråk överlappar inte ytor för livsmiljöområdet)</p>	<p>Spridningsstråken granskades manuellt och klassades i skalan 2-5. Spridningsstråken rankades utifrån samma underlag och premisser som kriteriet strategiskt läge. För de spridningsstråken som har liten utbredning i Stockholms stad och fortsätter in i annan kommun har bedömningen gjorts på delen i staden.</p>	<p>Spridningsstråk lokal betydelse, sammanbinder några patcher. Kan också ha funktion som buffertzon runt patch. = värde 2</p> <p>Sammanlänkar flera patcher som har fått högre värde för kriteriet strategiskt läge. Kan också ha funktion som buffertzon runt patch. = värde 3</p> <p>Sammanlänkar några få patcher och dessa har koppling till Stockholms gröna kilar. Kan också ha funktion som buffertzon runt patch. = värde 3</p> <p>Stort stråk som förbinder kluster av många patcher som är sammankopplade genom goda spridningsmöjligheter. Innehåller många små äldre skogsområden förutom patcherna, samt finmaskig grönstruktur. Kan också ha funktion som buffertzon runt patch. = värde 4</p> <p>Spridningsstråk som har betydelse för sammanlänkning av två av Stockholms gröna kilar. Fungerar också som buffertzon runt flera patcher med stor betydelse för nätverket. = värde 5</p>
<p>STÖDHABITAT</p>		<p>Urval biotopkartan ung-medelålders barrskog. Tilldelades värde 2.</p> <p>Patcher med reproduktionshabitat < 2ha (för små för tofsmesen). Tilldelades värde 3.</p>

Sammanvägning och viktning

Ett sammanlagt värde för livsmiljöområdena räknades ut enligt beskrivning som följer. Värdena för kriterierna storlek och biotopkvalitet adderades och summan delades med 2. Dessa båda kriterier ansågs ha lika betydelse. Resultatet blir att värdena för livsmiljöområden sträcker sig från 2 till 5.

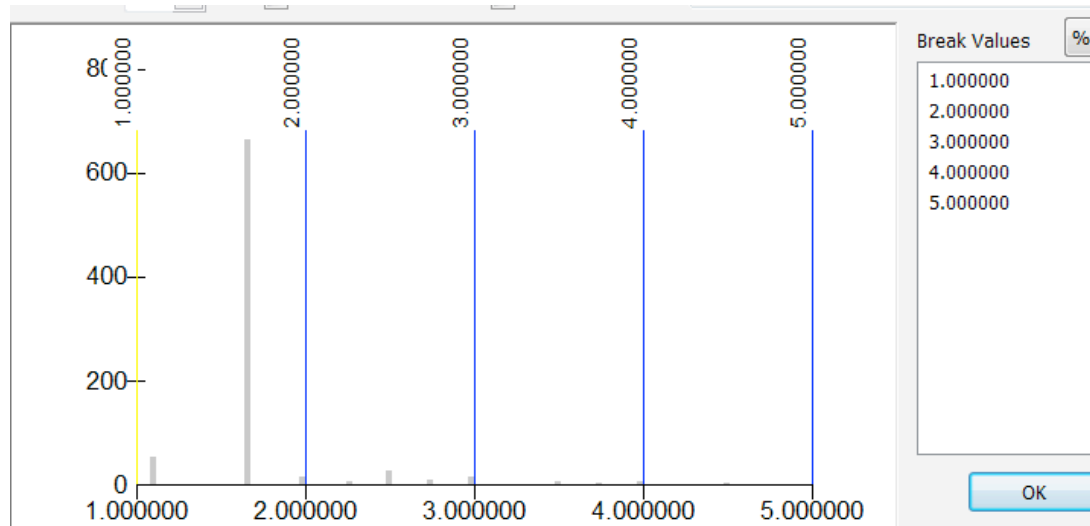
Värdena för kriteriet spridningsstråk multiplicerades med 0.55. Resultatet blir att värdena för spridningsstråk sträcker sig från 1,1 till 2,75. Detta för att spridningsstråk inte skulle få högre värden än viktiga livsmiljöområden. Värdeskalan för spridningsstråk och viktningen valdes för att det är ekologiskt relevant att visa att ytor som är livsmiljöområden oftast hamnar högre på värdeskalan än spridningsstråken. Värde 1 vikts åt ytor som i analysen "inte fallit ut" och som därmed kan sägas ligga utanför barrskogsnätverket. Vid tolkning av skalan är det viktigt att vara medveten om att "avståndet mellan" 1 och 1,1 är oerhört mycket större än tiondelar högre upp på värdeskalan. Givetvis är god förvaltning av spridningsstråken avgörande för ekologisk funktionalitet i livsmiljöområdena, men för att få kartan användbar har det varit viktigt att få en gradient så att inte flertalet områden hamnar på lika värde. Det kan anses motiverat att få en gradient i värdeskalan och att spridningsstråk oftast hamnar lägre i värdeskalan än livsmiljöområden är rimligt.

Värdena för kriteriet stödhabitat multiplicerades med 0.55. Detta för att ytor klassade till stödhabitat inte skulle få högre värden än något livsmiljöområden. (Resonemanget är detsamma som för spridningsstråk).

Resterande yta, (utanför yta som klassats enligt kriterierna) anses ha ingen eller ringa kapacitet att producera ekosystemtjänsten. Denna yta tilldelas värde 1.

De sammanvägda värdena lagrades i ett attributfält, kallat FINAL. Utifrån detta fält skapas "Värdekarta barrskogs nätverket". Legenden innehåller en femgradig skala för "Värdering kapacitet för upprätthållande av barrskogs nätverket".

Visualisering av fältet FINAL gjordes med manuell dataindelning med brytpunkterna 1, 2, 3, 4, 5. Se figur 21 på datafördelningen nedan.



Figur 17. Datafördelning och klassificering. Klass 0-1 innehåller ett objekt (matrix). Klass 1-2 innehåller 730 objekt. Klass 2-3 innehåller 20 objekt. Klass 3-4 innehåller 112 objekt och klass 4-5 innehåller 5 objekt.

Groddjursnätverket

Groddjuren är beroende av flera miljöer för sin livscykel; akvatiska för fortplantning och yngelstadiet, födosökmiljöer- och övervintringsmiljöer på land. Starka populationer av groddjur är god indikation på att landskapet hyser fungerande ekosystem. Ingen specifik groddjursart har valts som fokusart utan analysen utgår från generell inte alltför kräsen groddjursart, exempelvis vanlig padda. Detta angreppssätt för fokusart för ett groddjursnätverk har även använts i de habitatnätverk som tagits fram år 2006 på uppdrag av Miljöförvaltningen (Mörtberg m.fl. 2006).

Indata som användes

Patcher (Kallas i groddjursnätverket för hemområden)

- Biotopkartan 2009.
- Miljöförvaltningens GIS-skikt "grodvatten". Skiktet fick Calluna 2012 i samband med analyser för Miljöförvaltningen. Miljöförvaltningen har här sammanställt groddjursdammar, varav många är nyanlagda. Några grodvatten i kommuner nordväst om Stockholm där vattnen gränsar till eller ligger nära Stockholms stads gräns har tagits med, eftersom kunskap fanns om dessa. I grodvatten-skiktet finns uppgift om lek av större vattensalamander är observerad eller om dammen bedöms ha potential att vara lekvatten även om observation saknas. Även observationer av vanlig padda, vanlig groda, åkergroda och mindre vattensalamander finns registrerat. Fältet lekvatten kan användas för utsök av lokaler med observation av groddjur (där fångas även lokaler upp där art inte kunnat bestämmas).
- Artportalen. Utsök av vanlig groda och vanlig padda 2004-2014 inom yta som täcker kommunen och 500 meters zon utanför.

Friktionsraster

Stockholms stads biotopkarta 2009

- Callunas skikt med ny exploatering i ESBO mellan 2009-2012. Både raster och livsmiljöområden blev uppdaterade med den senaste tidens exploatering i ESBO.
- KNAS (kontinuerlig naturtypskartering av skyddade områden) för 4 km zon utanför staden.
- Stockholms stads baskarta (Från projekt om friktionsraster som Miljöförvaltningen beställde 2012).
- Gis-skikt med vägar och vägarnas bredd i Stockholms stad. (Ursprungligen från Trafikkontoret. Från projekt om friktionsraster som Miljöförvaltningen beställde 2012).

- Stockholms stads trafikflöden, bearbetning från leverans SLB. (Från projekt om friktionsraster som Miljöförvaltningen beställde 2012). Indata till analysen var geodata för trafikflöde år 2010. Varje vägsegment var klassat i dödlighet för salamander och padda. Uppgifter om trafikdödlighet är hämtat från (Hels & Buchwald 2001). Nedan visas indelningen för salamander. Vägdatat var indelat i följande klasser:

• 1-833 fordon per dygn <20 % dödlighet för salamander
• 834-1667 fordon per dygn 20-40% dödlighet för salamander,
• 1668-2917 fordon per dygn 40-60% dödlighet för salamander
• 2918-8333 fordon per dygn 60-80% dödlighet för salamander
• 8334-15000 fordon per dygn 80-90% dödlighet för salamander
• >15000 fordon per dygn > 90% dödlighet för salamander

Tillkommer gör vägar som inte var med i SLBs skikt. Det fanns vägar från Trafikkontorets skikt med vägbredder som inte var med i SLB:s skikt med trafikflöde. Dessa har hanterats så här: vägar i klassen smalare än 5m har samma friktionstal som vägar med trafikflöde <20 % dödlighet för salamander, vägar i klassen 5-10 har samma friktionstal som vägar med 40-60% dödlighet, vägar i klassen 10-20 m har ha samma friktionstal som vägar 60-80% dödlighet och vägar >30m antas har samma friktionstal som vägar med >90% dödlighet för salamander (barriär).

Konnektivitetsanalysen och skapande av patcher/hemområden för snäva nätverket

Två ekologiska nätverk skapades, ett snävt och ett brett. Den snäva analysen beskriver nuläget så verklighetsnära som det går.

Patcher för snäva nätverket skapade genom att utgå från urval från biotopkartan, där urvalet utgör biotoper som kan fungera som lekvatten. Urval= Vattenvegetation, Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Sötvattensstrandäng – sedimentationsbetingad, Havsstrandäng – sedimentationsbetingad, Lövskog, fuktig-våt, Öppen myr, Videkärr. (Öppet vatten valdes inte som lekhabitat eftersom det mest rör sig stora vatten. Ca 5 ytor i biotopkartan öppet vatten är mindre än 1,5 ha och ligger mer 40 m från urvalet lekvattenbiotoper. Ingen av dessa var enligt kontroll på ortofoto troliga lekvatten.)

En överlagringsanalys gjordes mellan urvalet och observationer av vanlig groda eller vanlig padda. De som låg längre än 70 m från dessa punkter togs bort.

Skiktet med urval från biotopkartan kombinerades med Miljöförvaltningens grodvattenskiikt där endast vatten med groddjursobservationer valdes (bland dessa finns kommunens vatten med större vattensalamander).

Detta GIS-skikt utgör lekvatten med verkliga grodobservationer. Detta skikt utgjorde indata till analys för att få fram hemområden. För att skapa hemområden behövs ett friktionsraster som beskriver groddjurens spridningsprofil under perioden groddjurslek och sommar då ungar föds upp.

Hemområdet innehåller alltså lekvatten samt sommarhabitat lekvattnen. Friktionsvärdet för biotoper ska spegla groddjurets habitatpreferens och "vilja att träda in i det aktuella habitatet", kallat permeabilitet. Barriäreffekter för vägar och spår hanteras också i profilen, men förklaras närmare nedan. Värdet "1" betyder ingen friktion och representerar den bästa livsmiljön för fokusarten. Att förflytta sig i ett sådant habitat likställs med sträckan räknad som fågelvägen (1m är 1m). I ÅGP för större vattensalamander beskrivs att biotopsammansättningen runt lekvattnet. "Landmiljöerna kännetecknas av en mosaik av mogna skogsbestånd, ofta lövdominerade, med lång kontinuitet och komplex markstruktur som ger god tillgång till gömslen och platser för födoproduktion. Ofta omges dessa skogsområden av öppna marker som t.ex. betesmarker, slåtterängar, madmarker, kärr eller odlingsmark med ett eller flera småvatten." (ÅGP större vattensalamander). " Sådana landskap är generellt sätt bra för alla groddjur. Ju högre friktionsvärde desto större kostnad; det effektiva avståndet som tillryggaläggs vid förflyttningen blir längre än avståndet räknat som fågelvägen (dvs. det blir jobbigare, mer ansträngande, för arten).

Ett försök har gjorts att hantera vägnas barriäreffekt. Groddjur har generellt sett hög trafikdödlighet och utgör i många sammanhang en stor andel av de trafikdödade ryggradsdjuren (Seibert & Conover 1991, van Gelder 1973, Wyman 1991). Trafikintensiteten avgör mortalitetsrisken och mycket pekar på att dödligheten ökar exponentiellt med trafiken (Lodé 2000).

Friktionsvärdet ska så gott det går modellera graden av barriäreffekt, som i detta fall främst innebär dödlighet. (Analys med friktionsraster är förmodligen inte ett helt optimalt verktyg för att modellera vägnas barriäreffekt, men det är praktiskt att hantera vägnas barriäreffekt och habitatpreferens för olika biotoper med samma verktyg.) Spårbunden trafik (smalspår, stambanan, spårvägar, tunnelbana) har vid upprättande av friktionsraster klassats som barriär. Man kan tänka sig att en del spår inte har hinder, att groddjur kan vandra på makadam och ta sig under rälsen. Men de flesta spår har antagits ha fysiska hinder och alla spår har satts till totalbarriär.

Av SLB har vägarna sorterats i 6 klasser(se ovan). Dessa vägar har delats in i vägbreddsklasser enligt uppgift om verklig bredd utifrån GIS-skikt från Trafikkontoret. Detta för att vägens verkliga bredd ska komma med i friktionsrastret.

Vid val av friktionstal för väg-klasserna har andelen dödlighet i procent för större vattensalamander fått vara vägledande. Relationen mellan friktionstalen har ungefärligen gjorts så att det blir samma relation mellan dödlighetsprocentens klasser. Vilket värde som ska tilldelas för att spegla graden av barriäreffekt är svårt att få stöd för i litteratur.

Tabell 16. Friktionsvärden för kortdistansspridning vid skapande av hemområden för groddjur.

Biotop från biotopkartan 2009	Friktionstal
Fuktängar, våtmarker, strandängar,diken/bäckar, sumpskogar, skogar på fuktig mark, videbuskar, videkärr, övervattensvegetation myrmark, odlingslotter/koloniträdgårdar, gamla lövskogar, ädellövskog, gräsmarker med extensiva skötselmetoder, gamla barrskogar på torr-friskmark, medelålders (eller utan åldersuppgift) lövskogar eller blandskogar på torr-frisk-fuktig mark, blandad buskmark, övervattensvegetation, gles bebyggelse med 30-50% vegetation, moderata-extensiva skötselmetoder	1
Hällmarksskogar, hällmarker, grus-sandmark, medelålders (eller utan åldersuppgift) barrskogar på torr-friskmark, åker/vall, gräsmark med intensiva skötselmetoder, gles bebyggelse med 30-50% vegetation, intensiva skötselmetoder, övrig mark med avlägsnad vegetation, flytbladsvegetation.	2
Byggnader inom gles bebyggelse med intensiva skötselmetoder	3
Hyggen ungskogar, öppen vattenyta, tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark	21

Byggnader inom tät bebyggelse med vegetation (10-30 %)	30
Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%) och KNAS exploaterad mark	31
Byggnader inom tät bebyggelse utan vegetation (0-10 %)	40
Byggnader utanför biotopkartans bebyggelseklasser	1000
Vägar och spår	
1-833 fordon per dygn <20 % dödlighet för salamander samt vägar i klassen 5 m bredd som saknar trafikflödesinfo	10
834-1667 fordon per dygn 20-40% dödlighet för salamander	20
1668-2917 fordon per dygn 40-60% dödlighet för salamander, samt vägar i klassen 5-10 m som saknar trafikflödesinfo	30
2918-8333 fordon per dygn 60-80% dödlighet för salamander samt vägar som saknar trafikflödesinfo och är i klassen 10-20 m breda	40
8334-15000 fordon per dygn 80-90% dödlighet för salamander	45
Spår, vägar med >90% dödlighet	1000

Tabell 17. Friktionsvärden för långdistansspridning, används till konnektivetsanalysen. Rastret är likt det för kortdistansspridning. Vi har antagit att biotoper som groddjuren, under sommaren när de upprätthåller sig i hemområdet, vanligen inte rör sig i år; öppet vatten, tät bebyggelse med inslag av vegetation, hyggen och ungsogor, hård gjord mark. Dessa har i kortdistans spridning värde 21 och i långdistans spridning har friktionsvärdet sänkts till värde 5, vilket i högre grad möjliggör viss spridning. I övrigt är rastren lika.

Biotop 2009	Friktionstal
Fuktängar, våtmarker, övervattensvegetation, strandängar, diken/bäckar, sumpskogar, skogar på fuktig mark, videbuskar, videokärr, myrmark, kolonitradgårdar, gamla lövskogar, ädellövskog, gräsmarker med extensiva skötselmetoder, gamla barrskogar på torr-frisk mark, medelålders (eller utan åldersuppgift) lövskogar eller blandskogar på torr-frisk-fuktig mark, blandad buskmark, gles bebyggelse med 30-50% vegetation, moderata-extensiva skötselmetoder	1
Hällmarksskogar, hållmarker, grus-sandmark, medelålders (eller utan åldersuppgift) barrskogar på torr-friskmark, åker/vall, gräsmark med intensiva skötselmetoder, gles bebyggelse med 30-50% vegetation, flytbladsvegetation, intensiva skötselmetoder, övrig mark med avlägsnad vegetation	2
Byggnader inom gles bebyggelse med intensiva skötselmetoder	3
Hyggen ungsogor, öppen vattenyta, tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), hårdgjord obebyggd och ej genomsläpplig mark	5
Byggnader inom tät bebyggelse med vegetation (10-30 %)	15
Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%), och KNAS exploaterad mark	50
Byggnader inom tät bebyggelse utan vegetation (0-10 %)	60
Vägar och spår	
1-833 fordon per dygn <20 % dödlighet för salamander samt vägar i klassen 5 m bredd som saknar trafikflödesinfo	10
834-1667 fordon per dygn 20-40% dödlighet för salamander	20
1668-2917 fordon per dygn 40-60% dödlighet för salamander, samt vägar i klassen 5-10 m som saknar trafikflödesinfo	30
2918-8333 fordon per dygn 60-80% dödlighet för salamander samt vägar som saknar trafikflödesinfo och är i klassen 10-20 m breda	40
8334-15000 fordon per dygn 80-90% dödlighet för salamander	45
Spår, vägar med >90% dödlighet samt byggnader utanför biotopkartans bebyggd mark.	1000

Hemområde från lektiden till hösten består av lekvatten och livsmiljö under sommaren som finns tillräckligt nära lekvatten. Vi har valt avståndet 500 m för att identifiera hemområden där det finns lekvatten och sommarhabitat tillräckligt nära lekvattnen.

En avståndsanalys för lekvattnen gjordes och baserad på friktionsrastret för kortdistansspridning. Resultatet är de patcher som beskriver hemområden för groddjur. Patcherna har använts i konnektivetsanalysen för snäva nätverket. Hemområdena innehåller alltså alltid minst en "kärna" av lekvatten. Om lekvattnet ligger i ett landskap med friktionsvärde 1 runt om kommer en zon om 500 m runt lekvattnet med bästa sommarhabitat skapas och hemområdet består till 100% av optimala biotoper. Ofta är lekvattnen inte totalt omgivna av friktionsvärde 1 utan en variation av olika friktionstal och ju högre friktionstal desto kortare blir zonen runt lekvattnet. De flesta hemområdena innehåller både "bra biotoper" och "mindre bra biotoper". Det går att räkna ut area och procentandel av ingående biotoper.

Analys i Linkage Mapper snäva nätverket

Konnektivetsanalys gjordes i Linkage Mapper. Det är en modul till ArcGIS som är skapad för att genomföra landskapsekologiska analyser och identifiera spridningslänkar, spridningskorridorer mellan livsmiljöområden. En padda kan under vårvandringen röra sig ca 2 km genom optimala marker (Andrén muntl. 2005). Gamla djur är ortstroga och byter inte lekvatten mellan säsongerna. Unga djur är mer rörliga än gamla djur. Paddan blir könsmogen efter ca 3 år och man kan således tänka sig att den kan röra sig max 6 km över flera säsonger i sökande efter lämpligt lekvatten. I analysen för snäva nätverket valde vi maximalt

spridningsavstånd 3 km. Profilen i friktionsrastret beskrivs i tabell 17. I analysen skapades även spridningskorridorer som kan visualiseras som zoner runt länkarna och graderas genom en färgskala. Beroende på hur landskapet ser ut kommer spridningskorridorerna att vara breda eller smala och ha bra och mindre bra delar. Calluna har provat olika visualiseringar och för tydlighet i kartorna har pixelvärdena "kapats" vid lämpligt värde så att avgränsbara zoner visualiseras i kartan. Calluna har använt färgskalan gult (bra värden) till blått (sämre värden). Bromma är ett groddjurslandskap som är ganska väl studerat. Av analyserna framgår att det en stor del av övervintringsplatserna finns i konnektivitetsanalysens spridningskorridorer.

Konnektivitetsanalysen och skapande av patcher/hemområden för breda nätverket

Det breda nätverket, som ett gynnsamt framtidsscenario, innehåller betydligt fler hemområden för groddjur än det snäva nätverket. Genom analysens utformning har nätverket fått högre konnektivitet (fler sammanlänkade hemområden).

Patcher för breda nätverket skapades genom att utgå från samma urval från biotopkartan som i snäva nätverket. Urvalet utgör biotoper som kan fungera som lekvatten eller som antas ha utvecklingspotential att fungera som lekvatten. Urval= Vattenvegetation, Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Sötvattensstrandäng – sedimentationsbetingad, Havsstrandäng – sedimentationsbetingad, Lövskog, fuktig-våt, Öppen myr, Videkärr. GIS-skiktet kombinerades med Miljöförvaltnings grodvattensskikt. För det breda nätverket togs alla ytor med inte bara de som hade groddjursobservationer.

En avståndsanalys för lekvattnen gjordes baserad på friktionsrastret för kortdistansspridning. Resultatet är de patcher som beskriver hemområden för groddjur. Patcherna har använts i konnektivitetsanalysen för breda nätverket.

Analys i Linkage Mapper snäva nätverket

Friktionsrastret för långdistansspridning modifierades, jämfört med analysen för snäva nätverket. I det breda nätverket har barriäreffekten på hårt trafikerade vägar i friktionsrastret sänkts så att spridning kan ske över vägen. (Spår, vägar med >90% dödlighet fick friktionsvärde 65 istället för 1000). Detta för att identifiera var viktiga lägen för där barriärminskande åtgärder kan vara särskilt betydelsefulla. Maximalt spridningsavstånd sattes till 5 km.

Framtagande av värdekarta

Olika ytor (objekt) från konnektivitetsanalysen granskades och klassades enligt ett antal kriterier för framtagande av värdekartan. Det breda nätverket användes.

Tabell 18. Ytor i groddjurnätverket. Typindelning är en slags funktionsindelning.

Typ	Beskrivning
Livsmiljöområden (Hemområden)	Hemområden från det breda nätverket.
Spridningsstråk	Ytor skapades från de spridningskorridorer som skapats i Linkage Mapper, genom att de klipptes vid värde 300 effektiva m. Någon djupare analys har inte gjorts för klippning av spridningskorridorerna, mer en översiktlig studie av ortofoto, där 300 m såg rimligt ut.

Värderingen av livsmiljöområden gjordes efter kriterierna i tabell 19. Varje kriterie utgör ett attributfält i ett vektor-GIS.

Storlek

Arean på hemområdets storlek. Vi antog att ju större area desto bättre förutsättningar har hemområdet att hysa livskraftiga populationer av groddjursarter.

Biotopkvalitet

Procentandel av livsmiljöområdet med högkvalitativa biotoper.

Vattenvegetation, Fuktig eller våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder, Strandäng, Videbuskmark. Barrskog fuktig-våt, Lövskog torr-frisk, Lövskog fuktig-våt, Lövskogsmyr, Öppen myr, Videkärr, Ädellövskog (gles och tät).

Groddjursförekomst

Eftersom kunskapen är god om groddjurslokaler i Stockholm och bra data finns i artportalen så användes kriteriet "Känd groddjursförekomst" som kriterium som bidrag till hemområdets värde.

Från artportalen har utdrag gjorts av förekomst av vanlig groda och vanlig padda för tidsperioden 2004-2014. Dessutom har Miljöförvaltningens "Grodvatten-GIS" varit ett kunskapsunderlag. Där anges om observation finns av padda, vanlig groda, åkergröda, mindre vattensalamander och större vattensalamander. Alla hemområden granskades mot data om groddjursförekomst och en subjektiv klassning gjordes i den fyrgradiga indelningen.

Strategiskt läge

Strategiskt läge bedöms utifrån livsmiljöområdets betydelse för sammanlänkning i det ekologiska nätverket, utifrån konnektivitetsanalys. Karta med visualisering av indexet för strategiskt läge (betweennesscentrality) studerades. Indexet klassades inte rakt av i med GIS-programmets förslag på klassindelning utan en subjektiv klassning gjordes efter tolkning av nätverket.

Spridningsstråk

Spridningsstråk klassades i tre klasser; 2,3,4. En subjektiv bedömning gjordes utifrån utfallet på klassningen för livsmiljöområdena, kriterium strategiskt läge.

Tabell 19. Kriterier, beskrivning och klassificering för Livsmiljö Groddjursnätverk.

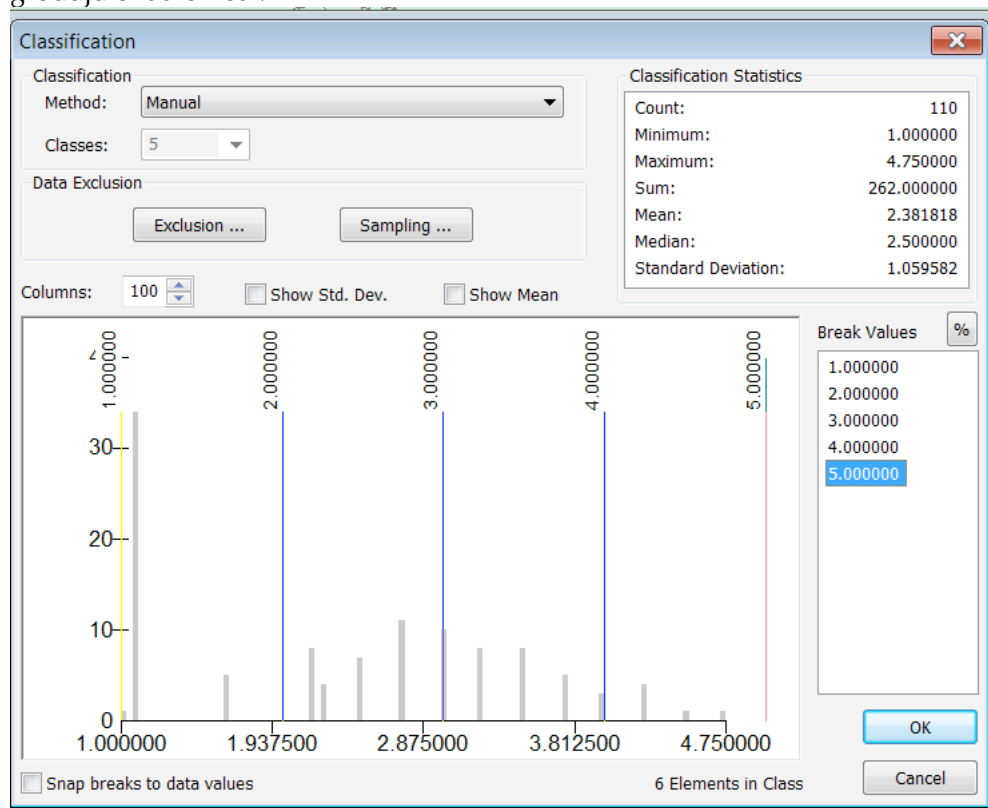
Kriterie	Beskrivning	Klassningsskala
STORLEK (Bedöms på livsmiljöområde)	Arean på hemområdet storlek. Vi antog att ju större area desto bättre förutsättningar har hemområdet att hysa livskraftiga populationer av groddjursarter.	Data för attributet storlek i hektar, delas i fyra klasser med klassningsmetod "Geometrical classification" i Gis-programmet och klassades till 2,3,4,5. =<3,56 ha= värde 2 3,56-22,67= värde 3 22,67- 125,09= värde 4 >=125,09- 674,07= värde 5
BIOTOP KVALITET (Bedöms på livsmiljöområde)	Procentandel av livsmiljöområdet med högkvalitativa biotoper.	Datat för attributet procentandel högkvalitativa biotoper delas i fyra klasser med klassningsmetod "Natural classification" i Gis-programmet och klassades till 2,3,4,5. <9= värde 2 (lägsta värdet är 0,2%) >=9-22= värde 3 >=22- 34= värde 4 >34= värde 5 (den högsta andelen i analysområdet är 57%)
Förekomst av groddjur	Från artportalen har utdrag gjorts av förekomst av vanlig groda och vanlig padda för tidsperioden 2004-2014.	Inga kända = värde 2 Enstaka eller oftast två arter värde 3

	<p>Dessutom har miljöförvaltningens GIS-skiktet "Grodvatten" från 2012 varit ett kunskapsunderlag med bl a. observation mindre vattensalamander och större vattensalamander.</p>	<p>Ofta flera arter. Ofta någon i stark population. Kan innehålla vatten som är registrerad som förekomst av större vattensalamander i miljöförvaltningens grodvattenskikt fr. 2012. värde 4</p> <p>Många arter. Flera i starka populationer. Måste innehålla vatten som är registrerad som förekomst av större vattensalamander i miljöförvaltningens grodvattenskik. värde 5</p>
<p>STRATEGISKT-LÄGE (Bedöms på livsmiljöområde)</p>	<p>Strategiskt läge bedöms med expertbedömning utifrån livsmiljöområdets betydelse för sammanlänkning i det ekologiska nätverket, utifrån konnektivitetsanalys.</p>	<p>Varje livsmiljöområde har granskats och tilldelas värde 2,3,4, eller 5.</p>
<p>SPRIDNINGSSTRÅK (överlappar inte ytor för livsmiljöområden)</p>	<p>Spridningsstråk klassades i tre klasser; 2,3,4. En subjektiv bedömning gjordes utifrån utfallet på klassningen för livsmiljöområdena, kriterium strategiskt läge.</p>	<p>Sammanbinder några få hemområden med faktiska groddjurspopulationer eller hemområden utan groddjurspopulationer. Flera av dessa är sannolikt inte fungerande stråk för spridning idag. En del stråk går över barriärer och visar var det kan vara lämpligt att göra barriärminskande åtgärder. = värde 2.</p> <p>Spridningsstråk mer lokal betydelse sammanbinder flera hemområden som har faktiska groddjurspopulationer. Kan också vara buffertzoner runt hemområde, kanske kan de hysa övervintringsplatser. = värde 3.</p> <p>Viktigt spridningsstråk för konnektivitet i stadens nätverk. För de flesta stråken finns också en funktion för sammanlänkning till nätverk i grannkommuner. Stråken ansluter till hemområden med faktiska groddjurspopulationer och något fall finns kända övervintringsplatser.= värde 4.</p>

Värdena för kriterierna storlek, biotopkvalitet och groddjursförekomst för livsmiljöområden adderades delades på tre. Alla dessa tre kriterier viktades alltså lika. Därefter adderades denna summa och värdet för kriteriet strategiskt läge. En viktning gjordes där summa för storlek, biotopkvalitet och groddjursförekomst multiplicerades med 0,75 och värdet för kriteriet strategiskt läge med 0,25. Detta för att kriterierna som rörde livsmiljöområdets styrka i form av storlek, kvalitet, grodpopulationer ansågs vara mer pålitligt än kriteriet för strategiskt läge.

Värden för kriteriet spridningsstråk multiplicerades med 0,55. Resultatet blir att värdena för spridningsstråk sträcker sig från 1,1 till 2,2. Värdeskalan för spridningsstråk och viktningen valdes för att det är ekologiskt relevant att visa att ytor som är livsmiljöområden oftast hamnar högre på värdeskalan än spridningsstråken. Värdet 1 vikts åt ytor som i analysen "inte fallit ut" och som därmed kan sägas ligga utanför groddjursnätverket. Vid tolkning av skalan är det viktigt att vara medveten om att "avståndet mellan" 1 och 1,1 är oerhört mycket större än tiondelar högre upp på värdeskalan. Givetvis är god förvaltning av spridningsstråken avgörande för ekologisk funktionalitet i livsmiljöområdena. Det kan anses motiverat att få en gradient i värdeskalan och att spridningsstråk oftast hamnar lägre i värdeskalan än livsmiljöområden är rimligt.

Resterande yta, (gul färg på kartan, utanför yta som klassats enligt kriterierna) anses ha ingen eller ringa kapacitet att producera ekosystemtjänsten. Denna yta tilldelas värdet 1. De slutliga värdena samlas i ett attributfält FINAL_val. Utifrån detta fält skapas "Värdekarta groddjursnätverket". Legenden innehåller en femgradig skala för "Värdering kapacitet för upprätthållande av groddjursnätverket".



Figur 18. Datafördelning och klassificering. Klass 0-1 innehåller 1 objekt (Matrix). Klass 1-2 innehåller 39 objekt. Klass 2-3 innehåller 40 objekt. Klass 3-4 innehåller 24 objekt och klass 4-5 innehåller 6 objekt.

Ädellövträdsnätverket

Det första steget för att kartlägga ädellövträdsnätverket i staden var att skapa patcher (även kallat metapatcher eller livsmiljöområden) för en fokus-art knuten till ädellövskogsmiljöer. Ädellövträdsnätverkets ekologi och valet av fokusart finns väl beskrivet i Mörtberg et.al. (2007). Miljöförvaltningen lät i mitten av 2000-talet KTH ta fram s.k. habitatnätverk för arter knutna till ek. Fokusarten som valdes var ett komplex av olika arter vedlevande skalbaggar knutna till ekens sena livsstadium, d.v.s. jätteekar och hålekar. Larvutvecklingen sker i bark och ved hos en del av arterna och en stor grupp av rödlistade arterna lever i s.k. mulm i ekens ihåliga utrymmen.

Indata som användes

Patcher

- Ekdatabasen. Aktualitet 2007-05-02. Kriterier för inmätning finns i Ekologigruppen 2007.
- Länsstyrelsens trädinmätning av skyddsvärda träd. Aktualitet 2012-10-24. Urval alla ädellövträd.
- Callunas kompletterande ädellövträdsinmätning i delar av Bromma. Aktualitet 2012-01-31.
För information om Länsstyrelsens träddatabas, hänvisas till Miguel Jaramillo på Länsstyrelsen. Kriterier för inmätning finns i Naturvårdsverket 2004.

Friktionsraster

Stockholms stads biotopkarta 2009

- Callunas skikt med ny exploatering i ESBO mellan 2009-2012. Både raster och livsmiljöområden blev uppdaterade med den senaste tidens exploatering i ESBO.
- KNAS (kontinuerlig naturtypskartering av skyddade områden) för 4 km zon utanför staden.
- Stockholms stads baskarta (Från projekt om friktionsraster Miljöförvaltningen 2012)
- Stockholms stads trafikflöden, bearbetning från leverans SLB. (Från projekt om friktionsraster Miljöförvaltningen 2012)

Konnektivitetsanalysen och skapande av patcher

Eftersom två nätverksanalyser genomfördes, en bred och en snäv, gjordes följande urval av ädellövträd från respektive datakälla:

- Ekdatabasen
 - Samtliga trädpunkter. Användes för analys, breda nätverket.
 - Punkter med hålträd (hålklassning 4-6). Detta urval användes för analys snäva nätverket.
- Länsstyrelsens träddatabas
 - Samtliga ädellövträdspunkter. Användes för analys, breda nätverket.
 - Punkter med hål uppe och/eller nere i träd. (Hålklassning 4-6). Detta urval användes för analys snäva nätverket.
- Callunas kompletterande trädinmätning i Bromma.
 - Punkter med hålträd(hålklassning 4-6). (bred och snäv analys).

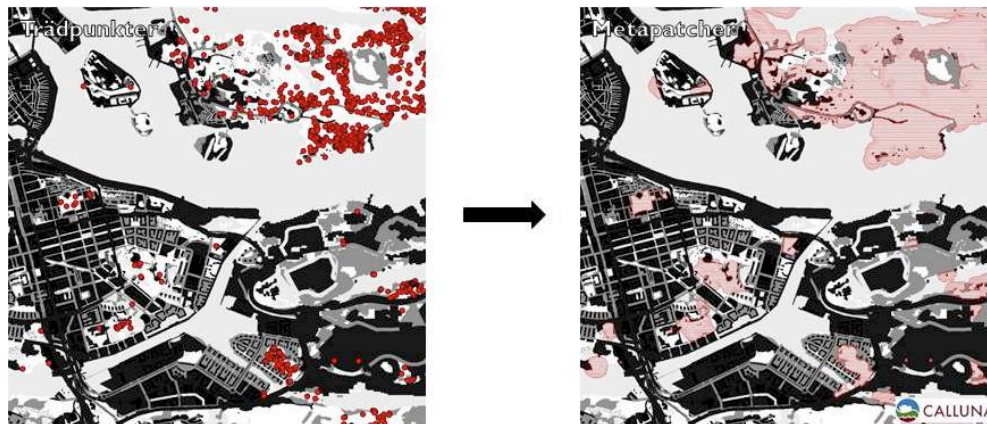
För den breda analysen sammanfogades samtliga trädpunkter ur respektive inputdata och för den snäva analysen sammanfogades de trädpunkter som hade en hållklassning i stadium 4-6. Genom att skapa en 4 km buffert kring Stockholms stads kommungräns, klipptes sedan utbredningen av dessa punktskikt efter kommungränsen samt buffertzonen.

För att skapa patcher (livsmiljöområden även kallat metapatch) är det nödvändigt att upprätta ett friktionsraster som representerar en fokusarts möjlighet till spridning mellan två ädellövträd som är belägna inom 250 m från varandra. Denna spridning kallas vi kortdistansspridning. Avståndet baseras på metapopulationsforskning om hur den svårspridda arten läderbagge sprider sig i ett fungerande eklandskap (Ranius 2001). Om två eller fler träd är belägna inom ett effektivt spridningsavstånd om 250 m skapas en patch som består av sammanhängande miljö med en eller flera träd. Friktionsrastret skapades genom att klassificera Stockholms stads biotopkarta och KNAS efter fokusartens möjlighet till spridning av varje biotoptyp. Klassificeringen av friktionsrastret för kortdistansspridning vid skapandet av metapatcher redovisas i tabell 20.

Tabell 20. Friktionsvärden för kortdistansspridning vid modellering av metapatcher för fokuserter knutna till ädellövskogsmiljöer. Trafikflödesklassningen är tagen från groddjursanalysen, därav den underliga intervallindelningen.

Biotoptyp/marktyp	Friktionsvärde
BIOTOPKARTAN; Alla skogarmed träd- och buskskikt med 30-50% ädellövträd, Halvöppen mark och gles bebyggelse med ädellövträd parameter, Blandad buskmark, Hällmarksädellövskog (Gammal och yngre), Tät ädellövskog, Gles ädellövskog, gles (50-70% trädäckning), Hällmark med gles-spridd buskvegetation, Gles bebyggelse med 30-50% vegetation och moderata-extensiva skötselmetoder, Odlingslott, Gräsmark, intensiva skötselmetoder med gles-spridd buskvegetation (10-50%) torr- frisk gräsmark med moderata-extensiva skötselmetoder. KNAS; Ädellövskog, Triviallövsogor med ädellövinslag, övrig öppen mark, betesmark ÄoB, Äng (ÄoB). INMÄTTA ÄDELLÖVTRÄD; kombination länsstyrelsens inventering och stadens ekdatabas.	1
BIOTOPKARTAN; Vattenvegetation, Öppen vattenyta, Hällmark, Gräsmark med intensiva skötselmetoder, Sötvattensstrandäng, Våt gräsmark, Fuktig gräsmark, Havsstrandäng, Våt gräsmark, Öppen myr, Gles bebyggelse med 30-50% vegetation med intensiva skötselmetoder, Övrig mark med avlägsnad vegetation, Hällmarksövskog och hällmarksbarrskog ung, Grus- och sandmark, alla skogar med parametern plantskog hygge. KNAS; Glest bevuxen skogsmark som domineras av hygge, Impediment (inkl vägar i skogsmark), Våtmark, övrig våtmark, Stränder, sanddyner och, sandslätter samt Berg i dagen, Friluftsanläggningar, Sötvatten, Hav, Åker och vallodling, Odlad mark, Hävdad våtmark ÄoB 1-1667 fordon per dygn samt vägar i klassen 5-20 m bredd som saknar trafikflödesinfo samt spår	2
BIOTOPKARTAN: Övriga skogar (som ej ingår i livsmiljö), Videbuskar och videkärr, Lövsogsmyr, Blandskogsmyr, Tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), 1668-8333 fordon per dygn + vägar bredd 10- 20 m bredd där data för trafikflöde saknas.	9
Hus lägre än tio meter. >8334 fordon per dygn.	15
Hus högre än 10 m	1000

I ArcGIS modellerades sedan patcherna med det breda trädskiktet, det snäva trädskiktet och friktionsrastret för kortdistansspridning (figur 14).



Figur 19. Framtagande av metapatcher. Enskilda ädellövträdspunkter till vänster och metapatcher till höger. I botten av båda bilder finns friktionsrastret där mörkare färg motsvarar högre motståndsvärde för spridning.

När patcher tagits fram för den breda analysen och den snäva analysen påbörjades arbetet med att ta fram nätverksanalyser med långdistansspridning i Stockholms stad. Först skapades därför ett nytt friktionsrastret för långdistansspridning. Detta gjordes med samma metodik som för friktionsrastret för kortdistansspridning men där klassificeringen och graderingen av biotop- samt marktyperna skiljde sig. Klassificeringen för långdistansrastret redovisas i tabell 15. Friktionsrastret för spridning mellan livsmiljöområdena är gjort efter en spridningsprofil där vi antog att för fokusarten lättframkomliga biotoper finns i ädellövmiljöer i skog och andra huvudnaturtyper, halvöppna marker, gles bebyggelse med vegetation moderata skötselmetoder, mm). Framkomliga biotoper är övriga skogar (utan ädellövträdsinslag), intensivt skött gräsmark, olika typer av våtmarker, gles bebyggelse med vegetation intensiva skötselmetoder. Anledningen att inga skogar fick höga friktionstal är för att stadens skogar sällan utgörs av ensartade skogsbrukade skogar utan ofta har en variation som generellt sätt gynnar vedlevande insekter. Tät bebyggelse, hårdgjord mark, öppen vattenyta är svårframkomliga (stort friktionstal). Starkt trafikerade vägar antogs ha betydande barriäreffekt (stort friktionstal). Bland de få studier som gjorts vad gäller insektsförflyttningar över trafikerade vägar finns ett exempel på dagfjärilar från en motorväg på ca 10 000 fordon per dygn. Motorvägen innebar upp till 75% i barriäreffekt men för de flesta arter låg den lägre än 25% (Askling och Bergman, 2003).

Experter på eklevande vedinsekter är överens om att synintrycket är viktigt, dvs. att siluetter och konturer av lövträd är synliga har positiv inverkan (personlig kommunikation Tomas Ranius). Staden har GIS-skikt med alla byggnader varför det är möjligt att hantera spridningsmotstånd för olika typer av byggnader, trots att byggnader inte är GIS-lagda i biotopkartan. En forskningsstudie om insekters förekomst i lufthavet konstaterade att de flesta lite större insekter flög marknära medan det högre upp i luftrummet endast fanns små insekter så som bladlöss (Wahlberg och Solbreck, 2013). Många av de skyddsvärda arterna i ädellövträdsfaunan kan antas flyga relativt marknära. Av den anledningen räknades hus högre än 20 meter i tät bebyggelse som totalbarriärer, medan hus lägre än 20 meter fick ett ganska högt friktionstal. De höga husen omöjliggör också sikten.

Tabell 21. Friktionsvärden för spridning mellan livsmiljöområdena

Biototyp/marktyp	Friktionsvärde
BIOTOPKARTAN; Alla skogar med träd- och buskskikt med 30-50% ädellövträd, Halvöppen mark och gles bebyggelse med ädellövträd, Blandad buskmark, Hällmarksädellövskog (Gammal och yngre), Tät ädellövskog, Gles ädellövskog, gles (50-70% trädtäckning), Hällmark med gles-spridd buskvegetation, Gles bebyggelse med 30-50% vegetation och moderata-extensiva skötselmetoder, Odlingslott, Gräsmark, intensiva skötselmetoder med gles-spridd buskvegetation (10-50%) torr- frisk gräsmark med moderata-extensiva skötselmetoder. KNAS; Ädellövskog, Triviallövsogor med ädellövinslag, övrig öppen mark, betesmark ÄoB, Äng (ÄoB). INMÄTTA ÄDELLÖVTRÄD; kombination länsstyrelsens inventering och stadens ekdatabas.	1
BIOTOPKARTAN; Övriga skogar, d.v.s. de som inte tilldelats friktionsvärde 1. Olika typer av myrmark. Hällmark, Gräsmark med intensiva skötselmetoder, Sötvattensstrandäng, Våt gräsmark, Fuktig gräsmark, Havsstrandäng, Våt gräsmark, Gles bebyggelse med 30-50% vegetation med intensiva skötselmetoder, Övrig mark med avlägsnad vegetation, Grus- och sandmark KNAS; Glest bevuxen skogsmark som domineras av hygge, Impediment (inkl vägar i skogsmark), Våtmark, övrig våtmark, Stränder, sanddyner och, sandslätter samt Berg i dagen, Friluftsanläggningar, Åker och vallodling, Odlad mark, Hävdad våtmark ÄoB. 1- fordon per dygn samt vägar i klassen 5-20 m m bredd som saknar trafikflödesinfo samt spår.	2
BIOTOPKARTAN; Tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%), Öppen vattenyta. KNAS; Sötvatten, Hav. 1668-8333 fordon per dygn + vägar bredd 10- 20m, visas som 20m, data för trafikflöde saknas.	9
BIOTOPKARTAN; Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%). KNAS; exploaterad mark, Hårdjord obebyggd och ej genomsläpplig mark.	15
Hus lägre än tio meter. >8334 fordon per dygn.	20
Hus högre än 10 m.	1000

Konnektivetsanalys med Linkage Mapper

Konnektivetsanalys gjordes i Linkage Mapper. Det är en modul till ArcGIS som är skapad för att genomföra landskapsekologiska analyser och identifiera spridningslänkar, spridningskorridorer och livsmiljöområden. När friktionsrastret för långdistansspridning var framtaget modellerades ekologiska nätverk med hjälp av Linkage Mapper i ArcGIS. Först modellerades den breda analysen där patcher med samtliga trädpunkter användes som livsmiljöer och där ett effektivt maxavstånd om 3000 m. Det är ett långt spridningsavstånd ex. applicerbart på bredbandad ekbarkbock (Ehnström 2005). Sedan kördes en ny analys med den

snäva analysen där patcher med hålträd användes som livsmiljöer och ett effektivt maxavstånd om 500 m användes. Ett kortare spridningsavstånd som är tänkt att motsvara mulmarter/hålträdsarter.

Resultatet av analysen blev spridningslänkar mellan varje patch som visar den mest effektiva spridningsvägen mellan två patcher. Baserat på friktionsrastret skapar verktyget Linkage Mapper ett sammanvägt raster med effektivt spridningsavstånd runt spridningslänkarna och de livsmiljöområden de kopplar samman. Resultatet kan visualiseras som spridningskorridorer runt länkarna och graderas genom en färgskala. Beroende på hur landskapet ser ut kommer spridningskorridorerna att vara breda eller smala och ha bra och mindre bra delar. Calluna provat olika visualiseringar och för tydlighet i kartorna har pixelvärdena "kapats" vid lämpligt värde så att avgränsbara zoner visualiseras i kartan. Calluna har använt färgskalan gult (bra värden) till blått (sämre värden).

Framtagande av värdekarta

Olika ytor (objekt) från konnektivitetsanalysen granskades och klassades enligt ett antal kriterier för framtagande av värdekartan.

Tabell 22. Ytor av barrskogsnätverkets ekologi som värderats. Typindelning är en slags funktionsindelning.

Typ	Beskrivning
Livsmiljöområden	Livsmiljöområden som använts i konnektivitetsanalysen för snäva nätverket, dvs med hålträd 4-6.
Spridningsstråk	Polygoner skapades från rastret med spridningskorridor genom att välja pixelvärde ≥ 500 effektiva m. Ingen fördjupad studie har kunnat göras för avgränsning av spridningstråk utan lämplig avgränsning utifrån ortofoto och biotopkarta har valts. Spridningsstråken har i många fall även funktion som buffertzoon till livsmiljöområdena. Det finns två typer av spridningsstråk, dels sådana som binder ihop livsmiljöområden med hålträd (snäva nätverket) och dels sådana som binder ihop livsmiljöområden från breda nätverket (där "alla träd" i träddatabaserna ingick). Vid sammanfogning av spridningstråk så hade spridningstråk som förbinder patcher med hålträd "företräde" framför den andra typen. Inga ytor överlappar varandra.
Stödhabitat	Stödhabitat är ytor i staden som bidrar till att förstärka det nuvarande nätverket med hålträd (snäva nätverket). Här förväntar vi också att det finns områden som "egentligen är livsmiljöområden" dvs, det är troligt att det finns gamla ädellövträd med hålbildning som inte ännu hittats. Det kan också vara andra skäl till att de i en naturvärdesinventering i fält skulle visa sig vara naturvärdesobjekt med högre naturvärdesklassning. Stödhabitat består av två olika typer: 1) Stödhabitat är urval från biotopkartan; ädellövskog gles, ädellövskog tät, biotop med andra skogstyper med träd & buskskikt 30-50% ädellövträd. 2) Patcher från breda nätverket (klippta så att de inte överlappar andra ytor). Patcherna från breda nätverket (de delar som inte överlappar patcher från snäva nätverket) kom alltså inte att gå in i värdekartan som livsmiljöområden, utan som stödhabitat. Detta för att understryka värdet av ädellövträd i successionstadiet med hålbildning. Alla ytor med träd i träddatabaserna samt alla skogsbiotoper från biotopkartan med ädellövträd har dock kommit med i värdekartan, "som lägst som stödhabitat".

Värderingen av livsmiljöområden gjordes efter kriterierna i tabell 23. Varje kriterie utgör ett attributfält i ett vektor-GIS.

Flera studier har gjorts om eklandskapets ekologi, om hur åldersfördelningen av ekar ser ut och hur den bör ha sett ut i ett naturlandskap/kulturhistoriskt landskap samt tröskelvärden för hur stora ekområden måste vara för att innehålla de känsliga arterna över tid.

Storlek

I Linköpings kommun har en landskapsplan för eklandskapet utarbetats (Bergman 2008). I landskapsplanen beräknades att ca 85 % av ekarealen i ett ekområde måste vara unga eller grova träd (utan hål) för att en hage långsiktigt ska kunna härbärgera 15 % värdefulla hålträd. Försöker man ha större areal gamla träd än 15 % hålträd kommer nästa generation inte att få plats och det blir glapp i mängden hålträd längre fram i tiden. På en hektar får då plats 2,8 ihåliga ekar (stadie 5-6) och om även de gamla träden som ännu inte fått hål medräknas blir siffran 5,6 träd per hektar. Målet för sammanhängande ekområden bör vara minst 57 hektar för att det ska finnas tillräckligt många ihåliga ekar för att representativa arter från den känsliga insektsfaunan långsiktigt ska kunna finnas i området. Detta resonemang följer Bergman 2008. Storleken på arean på livsmiljöområdena är således ett intressant värdekriterie. En snabb uträkning visar att de flesta livsmiljöområdena var relativt små förutom norra och södra Djurgården som var de enda områdena större än 57 ha (149 respektive 178 ha). Calluna gjorde en nätverksanalys i Matrix Green på snäva nätverket och räknade ut s.k. komponentarea, vilket är den sammanlagda arealen som de livsmiljöområden som är sammanlänkade har. (Mer information

http://www.stockholmresilience.org/download/18.10119fc11455d3c557d1283f/1399274423743/Matrixgreen_Bakgrundsdocument_140330.pdf)

Hålträd och behovet av olika successionsstadium

Forskning visar att sannolikheten att hitta en hålträdsart ökar med ökande antal ihåliga ekar inom ett bestånd. Ett exempel är att gammelekklokryporen (*Larca lata*) fanns bara i enstaka procent av träden i bestånd med färre än 11 hålträd och i ca 20 % av träden i bestånd med mer än 11 hålträd (Ranius 2002).

För att ett livsmiljöområde ska kunna fungera över längre tid behöver det finnas arvtagare till dagens hålträd. I Calluas uträkning avses med arvtagare de inmätta träd som inte har hålklassning (många av dessa är grova träd). Här kan det också finnas träd som har hål men som inte hålklassats korrekt. Kriteriet är antalet arvtagare i patchen dividerat med antalet hålträd i patchen.

Strategiskt läge

Strategiskt läge bedöms utifrån livsmiljöområdets betydelse för sammanlänkning i det ekologiska nätverket utifrån konnektivitetsanalysen (betweenness centrality index). Som underlag för tolkning av regionala kopplingar har även en nätverksanalys av ädellövträd i hela länet använts (Bovin och Kempe 2014), se figur 20. Där framgår att Stockholm stad har avgörande betydelse för det regionala nätverkets funktionalitet.

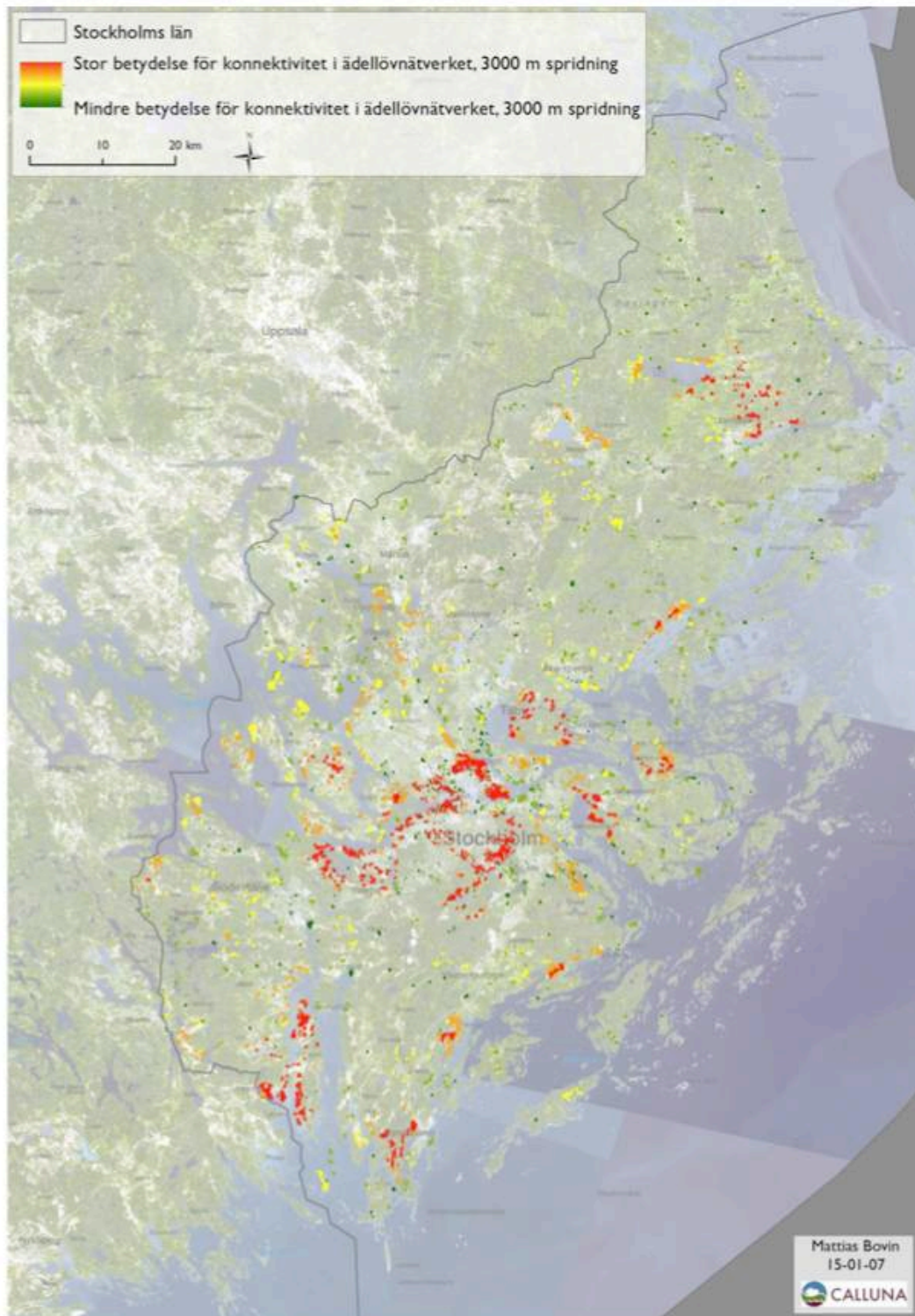
Spridningsstråk

Det finns två typer av spridningsstråk, dels sådana som binder ihop livsmiljöområden med hålträd (snäva nätverket) och dels sådana som binder ihop livsmiljöområden från breda nätverket (där "alla träd" i trädatabaserna ingick). Spridningsstråk har klassats till värde 2,3,4. För värdering av spridningsstråken har värdet på de livsmiljöområden som de ansluter till haft inverkan på vilket värde spridningsstråket fått. Ett spridningsstråk som ansluter till ett livsmiljöområde med högt värde får högre värde än ett spridningsstråk som ansluter till livsmiljöområde med lägre värde. Spridningsstråk som endast fallit ut i breda nätverket tilldelas värde 2. Det är ofta stora områden, ex villaområden med trädgårdar.

Stödhabitat

Stödhabitat är ytor i staden som bidrar till att förstärka det nuvarande nätverket med hålträd (snäva nätverket). (Se tabell 22 för närmare beskrivning). Alla stödhabitat har tilldelats värde 3.

Ekologiskt nätverk för skyddsvärda ädellövträd, 3000 m spridning



Figur 20. Index strategiskt läge för länets ädellövträdsnätverk för arter som klarar 3 km spridningsavstånd. Ju rödare färg desto större betydelse för sammanlänkning av livsmiljöområdena. Källa Bovin och Kempe 2014.

Tabell 23. Värderingskriterier.

Kriterie	Beskrivning	Klassningsskala
STORLEK (Bedöms på livsmiljöområde)	Den sammanlagda arean på de livsmiljöområden som är sammanlänkade till ett nätverk anses utgöra kriteriet STORLEK. Uträkningen är från snäva nätverket (livsmiljöområden med hålträd och maximalt spridningsavstånd 500m).	Komponentarean i hektar är attributet för STORLEK och delas i fyra klasser med klassningsmetod "Geometrical classification" i Gis-programmet och klassades till 2,3,4,5. (Nedan avrundat till heltal) <= 3 tilldelas värde 2 > 17 och <= 55 tilldelas värde 3 >55 och <= 267 tilldelas värde 4 (Denna brytpunkt kan med referens till Linköpings landskapsplan betraktas som ett tröskelvärde för långsiktigt funktionella områden). >267 tilldelas värde 5
BIOTOP KVALITET – HÅLTRÄD (Bedöms på livsmiljöområde)	Antal hålträd i livsmiljöområdet räknas ut.	Antal hålträd (hålstadie 4-6) i livsmiljöområdet har räknats ut. Data delas i fyra klasser med klassningsmetod Natural Breaks i GIS-programmet. <= 10 tilldelas värde 2 > 10 och <= 42 tilldelas värde 3 >42 och <= 98 tilldelas värde 4 >98 tilldelas värde 5
BIOTOP KVALITET – ARVTAGARE (Bedöms på livsmiljöområde)	Antalet arvtagare dividerat med antalet hålträd i livsmiljöområdet. Vi utgick från att ju fler arvtagare per hålträd desto bättre.	Data som visar hur många efterträdare det finns per hålträd, delas i fyra klasser med klassningsmetod Natural Breaks i GIS-programmet. <= 0,25 tilldelas värde 2 > 0,25 och <= 0,76 tilldelas värde 3 >0,74 och 1,67 <= 98 tilldelas värde 4 >1,67 tilldelas värde 5

Tabell 23 fortsättning

Kriterie	Beskrivning	Klassningsskala
STRATEGISKT-LÄGE (Bedöms på livsmiljöområde)	Bedöms utifrån betweennesscentrality i konnektivitetsanalys i kombination med expert bedömning av huruvida livsmiljöområdet har sammanlänkning med Stockholms gröna kilar, utgör del av kommunalt nätverk, eller är mer eller mindre isolerat. Expertbedömningen resulterar i fyra klasser som tilldelas värdena 2,3,4,5.	<p>Isolerade livsmiljöområde eller sammanlänkade med ganska få andra livsmiljöområden. Spridningsstråken mellan livsmiljöområdena svaga idag om sammanlänkning finns. Ofta långa spridningsavstånd. = värde 2.</p> <p>Har betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv. Sammanlänkar många livsmiljöområden men spridningsstråken mellan livsmiljöområdena ofta svaga idag. Ofta långa spridningsavstånd. I något fall är det ett livsmiljöområde på kommungränsen med många värdefulla träd som är sammanlänkade med livsmiljöområden i annan kommun men har dålig sammanlänkning med områden i Stockholms stad. = värde 3.</p> <p>Stor betydelse för konnektivitet ur kommunalt perspektiv och på vissa ställen sammanlänkning med en av Stockholms gröna kilar.= värde 4.</p> <p>Regional betydelse för sammanlänkning i ädellövträdsnätverket. Även viktigt för stadens nätverk. Kopplar samman olika delar av staden. = värde 5.</p>
SPRIDNINGSSTRÅK	Ytorna med spridningsstråk har gått igenom och i en expertbedömning klassats till värde 2, 3, 4 enligt indelningen som beskrivs här bredvid.	<p>Spridningsstråk som ansluter till livsmiljöområden från snäva nätverket där området fått värde 3 eller 2 för kriterie strategiskt läge.= värde 2.</p> <p>Spridningsstråk från breda nätverket. = värde 2.</p> <p>Spridningsstråk som ansluter till livsmiljöområden från snäva nätverket där området fått värde 4 för kriterie strategiskt läge. = värde 3.</p> <p>Spridningsstråk som ansluter till livsmiljöområde från snäva nätverket där området fått värde 5 för kriterie strategiskt läge. = värde 4.</p>
STÖDHABITAT (Klippta så de inte överlappar de andra kriterierna)	Stödhabitat är urval från biotopkartan och livsmiljöområdena från breda nätverket som inte överlappar annan yta.	Alla objekt ges värde 3.

Ett sammanlagt värde för livsmiljöområdena med hålträd räknades ut enligt beskrivning som följer. Kriterierna för storlek, biotopkvalitet – hålträd och biotopkvalitet – arvtagare adderades och delades på tre. En viktning gjordes där kriterium biotopkvalitet – hålträd multiplicerades med värde 0,4 och kriterium storlek multiplicerades med 0,4. Kriterium biotopkvalitet-arvtagare multiplicerades med 0,2. Detta sammanlagda värde adderas med kriteriet strategiskt läge och delas med två. Resultatet blir att ytor i kategorin livsmiljöområde har värden som sträcker sig från 2 till 4,8.

Kriterie spridningsstråk viktades, genom att multiplicera värdena med 0,55. Resultatet blir att värdena för spridningsstråk sträcker sig från 1,1 till 2,2. Värdeskalen för spridningsstråk och viktningen valdes för att det är ekologiskt relevant att visa att ytor som är livsmiljöområden med hålträd oftast hamnar högre på värdeskalen än spridningsstråken. Värde 1 vikts åt ytor som i

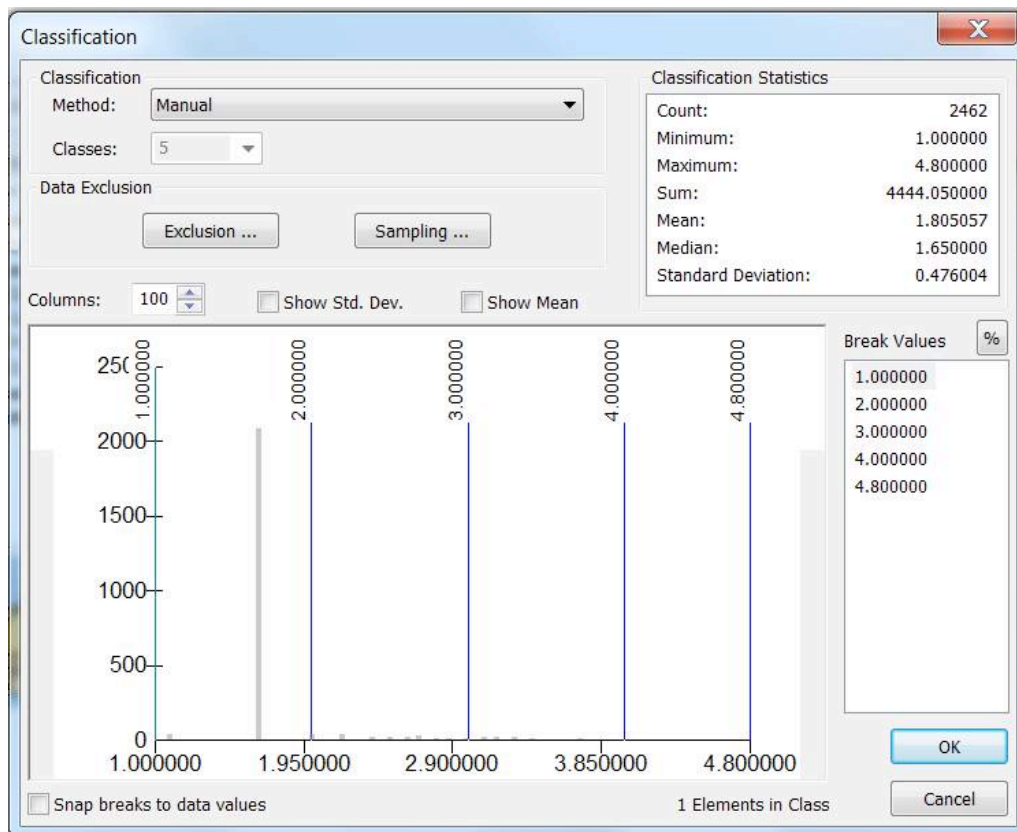
analysen "inte fallit ut" och som därmed kan sägas ligga utanför ädellövträdsnätverket. Vid tolkning av skalan är det viktigt att vara medveten om att "avståndet mellan" 1 och 1,1 är oerhört mycket större än tiondelar högre upp på värdeskalen. Givetvis är god förvaltning av spridningsstråken avgörande för ekologisk funktionalitet i livsmiljöområdena. Det kan anses motiverat att få en gradient i värdeskalen och att spridningstråk oftast hamnar lägre i värdeskalen än livsmiljöområden med hålträd är rimligt.

Kriterium stödhabitat (alla ytor tilldelades värde 3) viktades, genom att multiplicera värdena med 0,55 och fick därmed värde 1,65. Resonemanget kring viktning i relation till livsmiljöområden med hålträd är densamma som för spridningsstråk.

Resterande yta, (utanför yta som klassats enligt kriterierna) anses ha ingen eller ringa kapacitet att producera ekosystemtjänsten. Denna yta tilldelas värde 1.

De sammanvägda värdena lagrades i ett attributfält, kallat FINAL_val. Utifrån detta fält skapas "Värdekarta ädellövträdsnätverket". Legendens innehåller en femgradig skala för "Värdering kapacitet för upprätthållande av ädellövträdsnätverket".

Visualisering av fältet FINAL_val gjordes med manuell dataindelning med brytpunkterna 1, 2, 3, 4, 5. Se figur 21 på datafördelningen nedan.



Figur 21. Datafördelning och klassificering. Klass 0-1 innehåller 1 objekt (Matrix). Klass 1-2 innehåller 2158 objekt. Antalet är stort för att de är urval från biotopkartan till stödhabitat. Klass 2-3 innehåller 177 objekt. Klass 3-4 innehåller 112 objekt och klass 4-5 innehåller 14 objekt.

Referenser

- Asking, J. och Bergman, K-O. 2003. Butterflies as tools and model organisms in Sweden., (eds) Irwin, L., C., P. Garrett, and K.P. McDermott. Invertebrates – a forgotten group of animals in Infrastructure planning? In Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation, Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, US.
- Bovin M., 2014. "Utveckling av biotopdatabas i Huddinge kommun och tillämpning av landskapsekologisk analys". Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.
- Bergman, K-O. 2008. Ekologisk landskapsplan för Linköpings eklandskap, bakgrund och analys. Natur i Linköping 2008:1
- Lodé, T. 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio* 29: 163–166
- Eggers, S., Low, M. 2014. Differential demographic responses of sympatric Parids to vegetation management in boreal forest. *Forest Ecology and Management* 319 (2014) 169–175
- Ehnström, B. (2005). Åtgärdsprogram för bredbandad ekbarkbock. NV Rapport 5469.
- Ekologigruppen AB, 2007. Stockholms unika ekmiljöer – förekomst, bevarande och utveckling.
- ESRI, 2007. "About the Geometrical Interval classification method". URL: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2007/10/18/about-the-geometrical-interval-classification-method/> 2014-12-18
- ESRI, 2011. "Sink (Spatial Analyst)". URL: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000054000000.htm> 2015-01-30.
- van Gelder J.J. 1973. A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of *Bufo bufo*. *Oecologia*, 13: 93-95
- Gritzner, J.H., 2006. Identifying wetland depressions in bare-ground LIDAR for hydrologic modeling. In 26th annual ESRI international user conference proceedings. San Diego, CA 7-11 August 2006.
- Hels, T. and Buchwald, E. 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 99 (2001) 99: 331-340
- Lantmäteriet, 2011. "PM – Kartografisk information ur laserdata".
- Lantmäteriet, 2013. "HMK – handbok i mät- och kartfrågor. Höjddata. 2013 års arbetsdokument". URL: http://www.lantmateriet.se/globalassets/om-lantmateriet/var-samverkan-med-andra/handbok-mat-och-kartfragor/hmk-geodatainsamling/ad_hmk_hojddata.pdf 2014-12-18
- Lehmann I., Mathey J., Rößler S., Bräuer A., Goldberg V., 2014. Urban vegetation structure types as a methodological approach for identifying ecosystem services – Application to the analysis of micro-climatic effects. "Ecological Indicators", Vol. 42, s. 58-72.
- Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M. 2006. Landskapsekologisk analys för miljöbedömning: Metodutveckling med groddjur som exempel. Miljöförvaltningen, Stockholms stad.
- Mörtberg, U., Zetterberg, A. & Gontier, M. 2007. Landskapsekologisk analys i Stockholms stad: Habitatnätverk för eklevande arter och barrskogsarter. Miljöförvaltningen, Stockholms stad.
- Naturvårdsverket, 2004. Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet, rapport 5411. Elektronisk publikation (hämtad 2013-05-27): <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5411-2.pdf>.
- Ranius, T., 2001. Populationsekologi och habitatkrav för skalbaggar och klokrypare i ihåliga ekar. *Entomologisk tidskrift*. 122 (2001)

Ranius, T. 2002. Influence of stand size and quality of tree hollows on saproxylic beetles in Sweden. *Biol. Conserv.*, 103: 85–91.

Svensson, S., Svensson, M., och Tjernberg, M. 2009. Svensk Fågelatlas.

Seibert H.C. & Conover J.H. 1991. Mortality of vertebrates and invertebrates on an Athen County, Ohio, highway. *Ohio Journal of Science*. 91: 163-166.

Wahlberg, E. och Solbreck, C. (2013). Hymenoptera flying over a boreal forest landscape. *Entomologisk Tidskrift* 134(4), 163-171.

Wyman R.L. 1991. Multiple threats to wildlife: climate change, acid precipitation, and habitat fragmentation. pp. 134-155 in: *Global climate change and life on earth* (R.L. Wyman, ed

Uppmanis, H., Eliason, I., Lindqvist, S. 1998. The influence of green areas on nocturnal totempteraes in a high latitude city (Göteborg, Sweden). *International Journal of Climatology* 18, 681-700.

Muntliga referenser

Jönsson, Camilla. Metria, 2014.

Sönke Eggers. Institutionen för ekologi, SLU. 2011.

Claes Andrén. Naturhistoriska riksmuseet. 2005.

Datakällor

(Ytterligare geo-data listas i respektive analysavsnitt).
Artportalen.

Callunas exploateringskikt inom ESBO 2009-2012, 2014.

Ekdatabasen.

Stockholms läns databas med skyddsvärda träd.

Stockholms stads biotopdatabas, 2009.

Stockholms stads byggnadsgeologiska karta, 1997.

Stockholms stads laserdata, 2012.

Stockholms stads vägsnitt med trafikflöde, 2010.

KNAS, kontinuerlig naturtypskartering, Naturvårdsverket 2014.

Metrias satellitbildskartering över ej tillväxande skog (storskogsområden/gammal skog).
www.metria.se/VaraOerbjudanden/Analyser/Geografiska0analyser/Storomraden/

Svenska marktäckedata.