

Landskapsanalys av potentiella fladdermushabitat i Stockholms stad

Kartläggning av lämpliga habitat för fladdermöss

2019-02-26

Martin Brüsin

Innehåll

Innehåll.....	2
Uppdrag.....	4
Syfte	4
Bakgrund	4
Metod.....	5
Habitatmodellen och fladdermushabitatindex.....	5
Flygfriktion, värdefulla fladdermushabitat, kolonirörelse och fladdermushabitatindex.....	6
Resultat	11
Diskussion.....	16
Referenser.....	18
Bilaga 1. Fladdermushabitatvärden som modellen använde sig av.....	19

Beställare: Miljöförvaltningen, Stockholms stad.

Kontaktperson: Gunilla Hjorth.

Projekt nr: 18141

Genomförande konsult: Ecocom AB

Uppdragsledare: Martin Brüsin

Övriga medverkande:

Oskar Kindvall (Calluna AB): GIS-arbete samt utveckling av modell

Johnny de Jong (Centrum för biologisk mångfald): expertstöd och diskussion kring resultat

Alexander Eriksson (Ecocom AB): projektuppstart och granskning av rapport

Uppdrag

Ecocom AB har uppdrag av Stockholms stad genomfört en landskapsanalys i syfte att peka ut områden som är särskilt viktiga för fladdermössfaunan och områden som potentiellt kan hysa många arter. Arbetet genomförs utifrån en GIS-modell som har utvecklats av Centrum för biologisk mångfald tillsammans med Calluna AB i samarbete med ett flertal övriga konsulter bl a Ecocom AB och Naturcentrum AB.

Syfte

Uppdraget syftar till att peka ut lämpliga habitat för fladdermöss inom Stockholms stad med hjälp av en habitatmodell riktad mot skogslevande fladdermusarter. Modellen kommer att ge en indikation på områden med potentiellt hög artrikedom kopplat till konnektivitet, lämpliga lokaler för kolonier och god födotillgång. Rapporten syftar också till att ge Stockholm stad en fördjupande beskrivning av habitatmodellen samt information om vad de kartor som tagits fram enligt modellen visar. Kartorna ska kunna användas i samband med projekteringar, t.ex. av ny infrastruktur, för att prediktera konfliktpunkter.

Bakgrund

Användande av modeller för att förutsäga var viktiga habitat för fladdermöss finns i landskapet är ett kostnadseffektivt sätt att bedöma var viktiga bevarandeområden kan förekomma för utvalda fladdermusarter, hur konnektiviteten ser ut mellan områden och vilken påverkan exploateringar kan få på habitat och därmed arternas bevarandestatus.

Under 2017–2018 genomfördes ett forskningsprojekt under ledning av Johnny de Jong, Centrum för biologisk mångfald, som syftade till att ta fram en landskapsmodell för att förutsäga var artrika habitat för fladdermöss kunde påträffas. Modellen testades i fält inom ett mastersarbete på SLU av Gesa von Hirschheydt med Johnny de Jong som handledare. Masterarbetets syfte var att i fält besöka olika slumpmässigt utvalda områden för att dokumentera fladdermusfaunan och jämföra hur väl habitatmodellen stämmer överens med verkligheten. Slutsatsen var att modellen väl förmådde förutsäga artantal av skogslevande arter så som Myotis-, Plecotus-, Pipistrellusläktet och barbastell (*Barbastella barbastellus*). Men att den inte var lika väl anpassad för att förutsäga förekomst av fladdermusarter som använder många olika miljöer i sitt födosök och som rör sig över större avstånd, som t ex större brunfladdermus (*Nyctalus noctula*), nordfladdermus (*Eptesicus nilssonii*), sydflassfladdermus (*Eptesicus serotinus*) eller gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus*). Vilka är opportunistiska arter som dels inte är utpräglat habitatspecifika, dels inte påverkas av biotopfragmentering i någon högre grad, utan rör sig tämligen obehindrat mellan habitaterna till skillnad från många skogslevande arter. I och med detta kan modellen missa vissa områden som är bra lokaler för dessa arter.

Det är känt sedan länge att fladdermöss koncentreras vid områden med hög insektsproduktion av små flygande insekter (Hagen & Sabo, 2012; Fukui *et al.*, 2006; de Jong & Ahlén, 1991). Detta är dock svårt att studera i fält på grund av olika flygstrategier hos fladdermöss. Till exempel föredrar fladdermöss att förflytta sig längs linjära strukturer såsom kantzoner av öppna vattensamlingar (Nelson & Gillam, 2017; Wordley *et al.*, 2015; Kniowski & Gehrt, 2014; Seibold *et al.*, 2013), halvöppen lövskog eller blandskog (Ducci *et al.*,

2015; Kniowski & Gehrt, 2014) och vertikala strukturer såsom häckar, stengården och trädalléer (Wordley *et al.*, 2015; Ducci *et al.*, 2015; Kelm *et al.*, 2014; Ashrafi *et al.*, 2013; Verboom & Huitema, 1997) för att minimera rovdjursangrepp (Jones & Rydell 1994). Det är problematiskt att efter inventeringar med endast ljudanalyser från autoboxar urskilja om lokalen har använts som transportrutt eller som födosökslokal. Denna modell skulle kunna vara ett hjälpverktyg för att urskilja hur lokaler används.

I det följande presenteras inledningsvis en genomgång av habitatmodellen, styrkor och svagheter samt hur modellen arbetar. Därefter följer en genomgång av resultatet från datakörningen för Stockholm stad. Avslutningsvis diskuteras vilka områden som modellen har klassat som högst värdefulla och hur man kan arbeta vidare med resultatet från modelleringen.

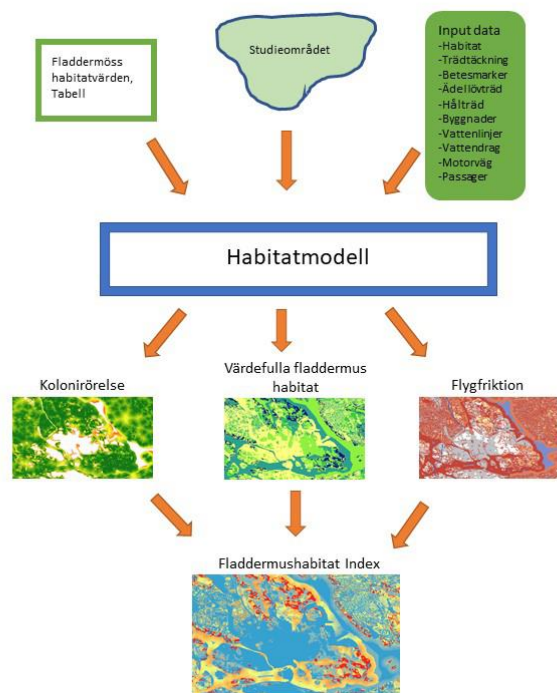
Metod

Habitatmodellen och fladdermushabitatindex

Fladdermushabitatindex är en modell som är utvecklad av Johnny de Jong (Centrum för biologisk mångfald) och Oskar Kindvall (Calluna AB), för att skapa ett index som korrelerar med fladdermusförekomst och för att separera orsaken till fladdermusförekomst från underliggande processer för att förstå varför området har fått högt/lågt indexvärde. Indexet ger en möjlighet inte bara att förutse vilka områden som fladdermössen kan utnyttja, men ger också förklaring till varför områdena kan utnyttjas av fladdermöss. Slutsatser kan dras utifrån tre faktorer, insektsabundans, flygfriktion och kolonirörelse, vilka representerar olika underliggande faktorer som tillsammans genererar ett fladdermushabitatindex.

De tre nämnda underliggande faktorerna genererar modellen utifrån den indata som givits (figur 1) och som behövs för att slutligen generera fladdermushabitatindexet. För att få fram kartor från indata krävs viss förberedelse innan modellen kan tillämpas.

Som förberedelse väljs habitattyper och strukturer ut som fladdermössen kan vara intresserade av och som ges ett värde som representerar vikten av respektive struktur och habitat. Dessa värden skrivs in i en Exceltabell. För Marktäckedata (NMD) från Naturvårdsverket är tabellens värden fördefinierade men några små förändringar kan göras för att modellen bättre ska passa in i det aktuella området. För Stockholms biotopkarta som också används i denna modell behövdes tabellens habitatvärden definieras. Eftersom två kartor användes i



Figur 1. Schematisk bild över habitatmodellen.

modellen sammanfördes dessa och alla unika ytor gavs unika ID:n. Beroende på känsligheten av prediktionen kan små förändringar i dessa habitatvärden ge stora utfall i fladdermushabitatindexet. Värdena för de olika habitatparametrarna och strukturerna som användes i habitatmodellen kan ses i bilaga 1. Nästa steg i förberedelsen är att strukturera den indata som modellen ska bearbeta. Som standard använder modellen rasterlager från Naturvårdsverkets Nationella Marktäckedata (NMD) som baskarta, men för Stockholm stad användes Stockholms egen Biotopkarta istället och Marktäckedata användes som en buffertzona på 10 km runt omkring Stockholm för att ge data även utanför projektområden som modellen kan använda sig av.

Tillsammans med baskartan (Stockholms biotopkarta och Marktäckedata, NMD) användes även strukturer såsom vattendrag, vägar etc. från Terrängkartan från Lantmäteriet, samt ett utdrag från Trädportalen och Stockholms Ekdatabas, som visar ädellövträd och hålträd som används som koloniträd och för spridningen. En fullständig lista över de lager som behövs kan ses i tabell 1.

Modellen följer säsongsbeteenden hos fladdermöss. På våren när fladdermössen vaknar upp från sin vinterdvala behöver de stora mängder föda. På grund av att insektsabundansen under våren är mycket låg och koncentrerad till vissa områden (Meyer *et al.*, 2016) är det troligt att fladdermössen under våren är koncentrerade till och särskilt beroende av dessa insektsområden. För att en lokal fladdermuspopulation ska överleva krävs att det finns ett visst antal bra områden med insekter inom ett visst avstånd från övervintringsplatsen. När sommaren kommer har insektspopulationen ökat och spridit ut sig i landskapet och fladdermössen är inte längre lika beroende av dessa högproduktiva insektsområden utan kan sprida ut sig mer och etablera kolonier längre bort från övervintringsplatsen. Var fladdermössen samlas i kolonier bestäms av faktorer som flygfriktion och kolonirörelse. Lämpliga platser för kolonier är alltid inom ett visst område med god insektsproduktion och med närhet till lämpliga hålträd eller byggnader som kan användas som koloniplats.

Flygfriktion, värdefulla fladdermushabitat, kolonirörelse och fladdermushabitatindex

Modellen genererar tre typer av kartor: karta över flygfriktion, karta över värdefulla fladdermushabitat och karta över kolonirörelser.

Flygfriktionskartan visar hur fladdermössen tenderar att förflytta sig. Åkrar och andra öppna områden får t ex högt flygfriktionsvärde eftersom fladdermössen sällan flyger över sådana områden. Områden kring ett vattendrag eller en trädallé får ett lågt flygfriktionsvärde eftersom fladdermössen tenderar att följa ledstrukturer som dessa när de färdas mellan koloni och jaktområden.

Kartan som visar värdefulla fladdermushabitat visar vilka områden som har högst värde för fladdermöss, det vill säga områden som har hög insektsproduktion, oberoende om områdena ligger isolerat och det är osannolikt eller omöjligt för fladdermössen att ta sig till områdena utan en ledstruktur. Habitatkartan kan således ge en indikation på var bra områden för fladdermöss är belägna även om områdena inte används av fladdermössen i dagsläget. Detta kan ge information om områden i närheten, som vid en eventuell åtgärd kan hjälpa fladdermössen att börja utnyttja området.

Kartan över kolonirörelse är en karta som visar det avstånd från en koloniplats som fladdermössen kan röra sig, ett avstånd som har blivit identifierat utifrån indatalagren. Avståndet som fladdermössen kan flyga är baserat på marktyper i kolonins närområde.

Slutligen genereras kartan med fladdermushabitatindexet som bl.a. utgår från flygfrikionskartan, fladdermushabitatkartan och kartan över kolonirörelse. Denna karta ger indikation på vilka områden som ligger inom flygavstånd samt lämplig miljö för fladdermössen att utnyttja i dagsläget. Kartan med fladdermushabitatindexet är också en bra utgångspunkt för vidare studier eller fältinventeringar då speciellt intressanta områden pekas ut i kartan och kan inventeras i fält.

Dataunderlag och programvara

Den indata som modellen använder för datakörningen för Stockholm är baserad på Stockholms egen biotopkarta och på Naturvårdverkets Nationella Marktäckedata (NMD) region B, tillägsskikt för objekthöjd och objektäckning samt även markanvändning såsom bete. Terrängkartan från Lantmäteriet med vägar, vattendrag, byggnader och kustlinjer användes som vektorlager för att få in kantobjekt och linjeobjekt längs vilka fladdermössen tenderar att flyga. Data från Trädportalen och Stockholms Ekdatas användes för att lokalisera eventuella koloniplatser med hålträd och ädellövträd samt spridning mellan närliggande träd som inte biotopkartan eller Marktäckedata tar hänsyn till. En full detaljerad lista över indatamaterialet som modellen är uppbyggd för kan ses i tabell 1.

Kartmaterialet matades in i GIS-programmet Arc GIS Pro (v 2.2.4. Esri inc, 2018) för vilken även modellen är utvecklad.

Tabell 1. Detaljerad lista över de lager som behövs för att köra modellen och källan till de olika lager.

Lager namn	Förklaring	Selektering	Input kartlager	Källa
Habitat (raster)	Habitat	Alla habitat klasser	NMDbas_ogeneraliserad_region B_del_v1.tif samt Stockholms egna biotopkarta (2009)	Nationella Marktäckedata (NMD) och Stockholm stad
TreeCover (raster)	Trädäckning	Objekt >5m hög, täckning i procent.	Objekt_tackning_hojdintervall_5_till_45_v1.img	Nationella Marktäckedata (NMD)
Pastures (raster)	Betesmarker		NMD_markanv_bete_v1.tif	Nationella Marktäckedata (NMD)
HardwoodTrees (punkt)	Ädellövträd	Alla ädellövträd	Flera olika punktlager med trädobservationer från olika övervakningsprogram.	Trädportalen, SLU, Data från länsstyrelserna samt Stockholms Ekdatabas
HollowTreesColony (punkt)	Hålträd för potentiella koloniplatser	Alla trädnoteringar som kan ha någon form utav håligheter.	Flera olika punktlager med trädobservationer från olika övervakningsprogram.	Trädportalen, SLU, Data från länsstyrelserna samt Stockholms Ekdatabas
BuildingsColony (punkt)	Byggnader som kan fungera som potentiella koloniplatser	KKOD in (731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 741, 747, 748, 753)	BS.shp. byggnader, punktlager.	Terrängkartan, Lantmäteriet
Shorelines (linje)	Kustlinjer	KKOD in (102, 104, 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 218, 418, 518, 718, 1418, 1518, 1618, 1718, 1819, 1820)	ML.shp. markanvändning, linjelager.	Terrängkartan, Lantmäteriet
Streams (linje)	Vattendrag	KKOD in (441, 455, 456)	HL.shp. Vattendrag, linjelager.	Terrängkartan, Lantmäteriet
Highways (polygon)	Motorväg	KKOD =5011, buffer 30 meter per side	VL.shp. Vägar, linjelager.	Terrängkartan, Lantmäteriet
Passage (polygon)	Förstärkande faktorer för passager, funktioner som kan fungera som passager för fladdermus	Minor roads crossing under highway: KKOD in (5822, 5825, 5829, 5834, 5844, 5851, 5856, 5861, 5871, 5882, 5899), Streams: KKOD in (455, 456) and all other water surfaces. Buffer 10 meter per side to line objects.	HL.shp. Vattendrag, linjelager, MV.shp. Vattenyta, polygonlager, VL.shp. Vägar, Linjelager.	Terrängkartan, Lantmäteriet
Bat_HabitatValue (tabell)	Habitatvärden för fladdermöss		Excelfil med parametrar för modellen.	Inkluderas i hamitatpaketet.
StudyArea	Studieområdet, helt med en buffert på 10 km		Rent shapelager utan några speciella attributer.	Egen källa.

Hur fladdermushabitatsmodellen arbetar

Modellen är uppbyggd av 18 olika steg vilka presenteras nedan. Steg 18 är utvecklat av Oskar Kindvall, Calluna tillsammans med Johnny de Jong, CBM och Martin Brüsin, Ecocom under datakörningen för Stockholm stad. Det artonde steget är inte beskrivet i BatHabitatToolbox v1.0 men kommer troligen att implementeras i framtida versioner.

01: Create barriers

Lagren "Passage" och "Highways" används för att skapa barriärer där potentiella passager (vattenpassager och broar etc.) är exkluderade. Detta tillåter en mer realistisk spridningmodellering.

02: Update habitat

Steg 2 Update habitat kompletterar markdatan med information från punktlagren med "Hardwood trees" och lagren med "Streams". Smala vattenfårar och enskilda träd kan vara viktiga landskapselement som kan förväntas associera med hög insektsproduktion som oftast inte är med i Marktäckedata.

03: Create forest area from habitat

Alla skogshabitat markeras och används för att skapa ett nytt lager.

04: Create forest edge

En kant skapas runt alla skogshabitater i det nya lagret som skapades i steg 3. Detta används senare vid flygfriktionskartan då fladdermöss tenderar att följa kantformationer.

05: Create area close to water

Steg 5 Create area close to water skapar ett rasterlager med en buffert på 250 m runt sjöar och vattendrag.

06: Create bat value raster

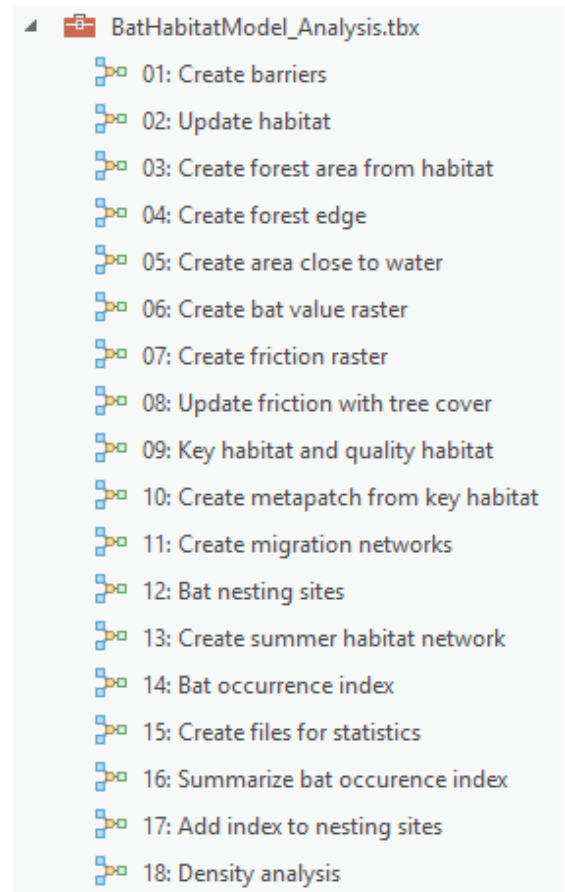
Fladdermushabitatvärdekartan skapas i steget Create bat value raster. Cellernas värde indikerar habitatkvaliteten gällande födotillgången.

07-08: Create/update friction raster

Fladdermössens migration och flygbeteende frammodelleras genom en Cost Distance algoritm som sammanlänkar punkter i landskapet och väger detta avstånd mot det faktiska avstånd som fladdermössen tenderar att förflytta sig för de fördefinierade habitattyperna i tabellen över fladdermushabitatvärden.

09-10: Key habitat and quality habitat, Create metapatch from key habitat

I habitatkvalitetskartan representeras fladdermusnyckelhabitatet av värdet 5. I många fall är de lövskogsfragment som är belägna nära sjöar och som uppfyller kriterierna för att vara viktiga livsmiljöer alltför små för att stödja även ett mycket litet antal fladdermusindivider under perioder med sämre förhållanden. För att avgränsa alla viktiga habitatplatser som är



Figur 2: De olika delmomenten i toolboxen för ArcGIS pro för fladdermushabitatmodelleringen.

tillräckligt stora för att användas av en lokal fladdermuspopulation, tillämpades Cost Distance-metoden i ArcGIS baserat på friktionsrastret. Spridningen utgick från varje fragment med habitatvärdet 5.

11-12: Create migration networks, Bat nesting sites

Under sommaren blir produktionen av insekter jämnare fördelad i landskapet. Det är därmed möjligt för fladdermöss att migrera till andra områden än bara nyckelhabitat (klass 5 i fladdermushabitatkartan) för att hitta bra områden för att etablera sina kolonier.

13: Create summer habitat network

Steget Create summer habitat network skapar en spridningskarta med utgångspunkt från kolonin för födosökande reproduktiva honor under sommarsäsongen. Avståndet från kolonin beräknades till 1500m.

14: Bat occurrence index

För att kunna förutspå platser i landskapet som har potential att hysa flest fladdermusarter under sommaren genererades en index (I) enligt formeln nedan. Detta index kombinerar informationen från födosökande reproduktiva honor under sommarsäsongen (C) med informationen från habitatskvalitetskartan (Q):

$$I = s Q (C_{max} - C)$$

där "s" är en skalfaktor som i den aktuella inställningen sattes lika med 1/300 vilket gör att indexet kan variera inom intervallet 0 till 25.

15-17: Create files for statistics/Summarize bat occurrence index/Add index to nesting sites.

Beroende på den faktiska landskapssammansättningen kring potentiella koloniplatser kan man förvänta sig att kvaliteten på områdena kommer att skilja sig åt beroende på omgivande habitats kvalitet. Det sammanlagda kolonivärdet kommer att öka, inte bara som en funktion av kvaliteten på nåbara livsmiljöer, utan även när tillgängligheten ökar till områden som är lämpliga för fladdermössens födosök.

18: Density analysis

Det sista steget i modellen innebär att summera erhållna kolonivärden kopplade till koloniernas globala placering, vilket ger information om hur värdefullt ett område är som kolonilokal.

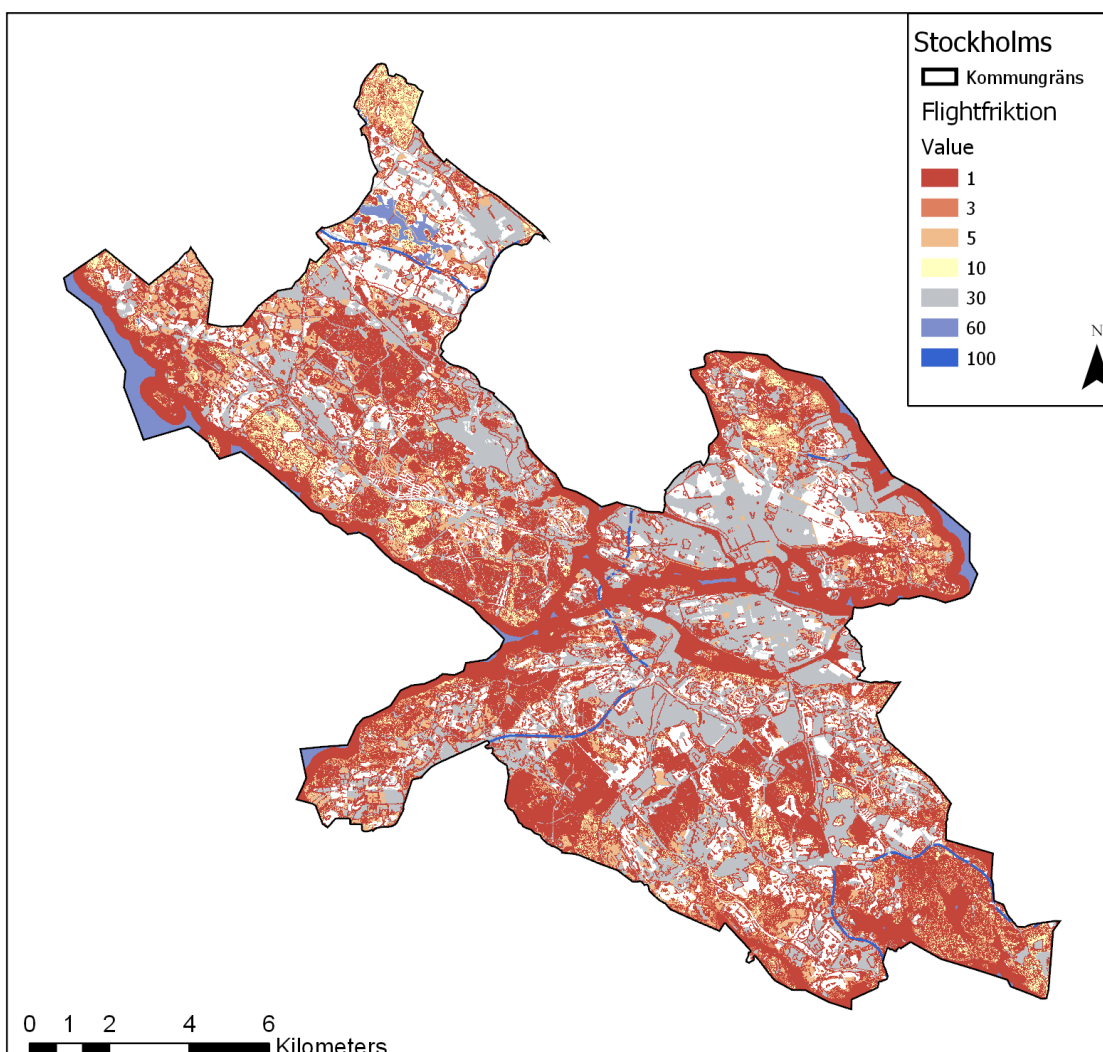
Resultat

Friktionsraster

Friktionsraster frammodelleras för att visuellt visa vilka områden som är varma eller kalla för fladdermössen, det vill säga vilka områden fladdermössen tenderar att flyga över och i vilken utsträckning. Ett varmt område, det vill säga ett område med lågt friktionsvärde, som till exempel områden längs vattendrag eller halvöppen skogsmark med ädellövträd, utgör inte något särskilt hinder för fladdermössen att ta sig över. Kalla områden däremot, med högt friktionsvärde, till exempel öppna åkerlandskap, tät bebyggelse och större vägar, är områden som fladdermössen tenderar att inte flyga över.

Man kan se i friktionskartan att områden med tät bebyggelse såsom Vasastan, Norrmalm, Östermalm, Södermalm, Solberga, Västberga och Östberga har fått högre friktionsvärde än områden som till exempel Beckomberga och Ålsten, vilka är två områden som inte är belägna i innerstadsmiljö. Kring Beckomberga och Ålsten finns flera grönområden med kantzoner längs vilka fladdermössen gärna flyger medan områden som Östermalm och Vasastan, som tillhör innerstadsmiljön, inte har så många kantzoner som attraherar fladdermöss.

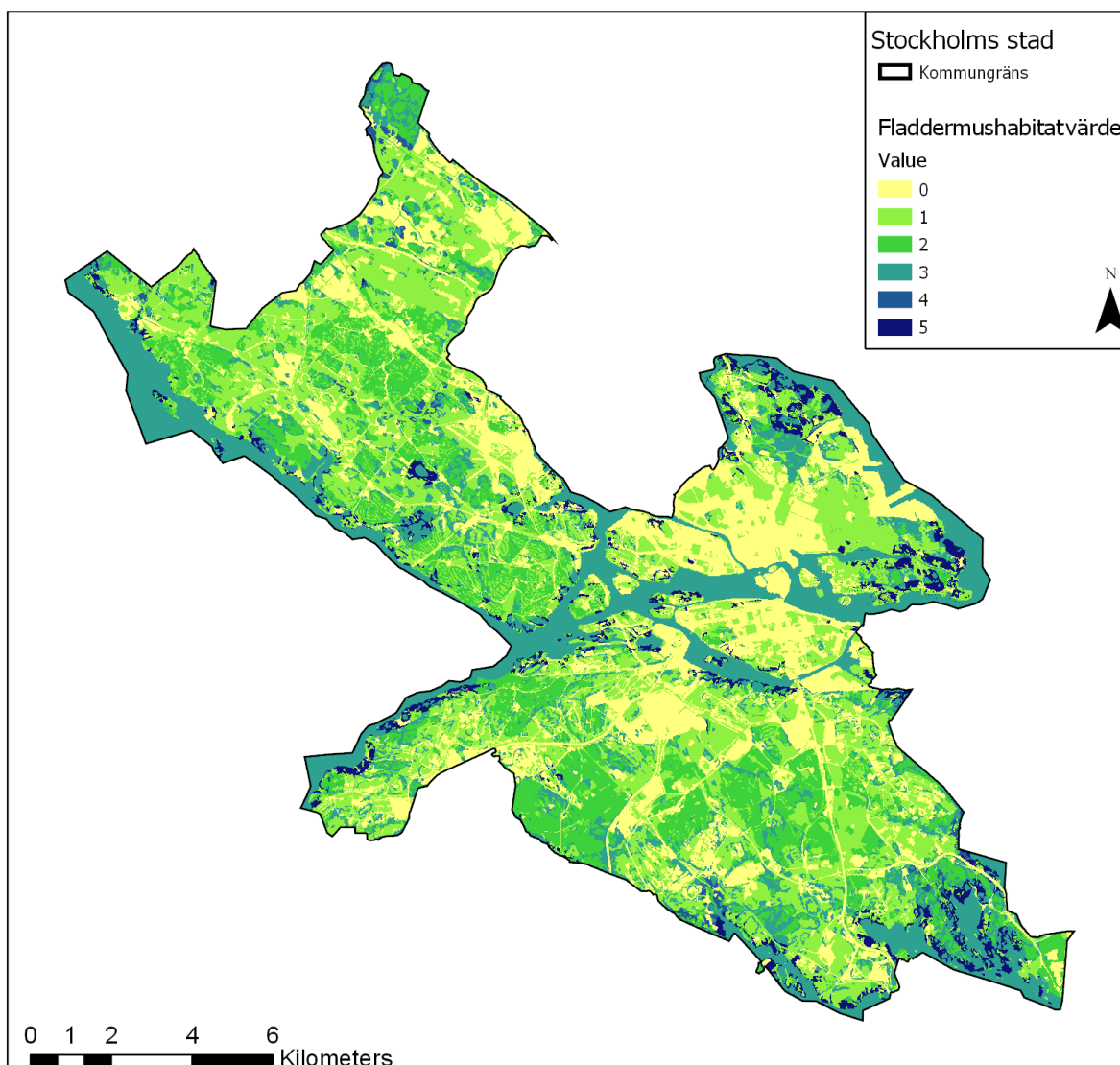
De motorvägar som går igenom Stockholm skulle kunna utgöra en barriär för fladdermössen på vissa ställen, men det finns också ställen med bra passeringsmöjligheter,



Figur 3: Flygfriktion för fladdermöss i Stockholms stad. Ju högre friktionsvärde ett område har, desto mer osannolikt är det att fladdermössen skulle flyga igenom det i större utsträckning.

Fladdermushabitatvärde

Fladdermushabitatvärde är egentligen ett mått på hur stor insektsproduktion ett område har och därmed ett mått på hur värdefullt området är som fladdermushabitat. Ju mer blå färg ett område har i habitatkartan (figur 4) desto högre fladdermushabitatvärde har det och är därför mer intressant för fladdermössen även om området är helt isolerat och kanske inte används i dagsläget. Av kartan i figur 4 framgår att de områden som har fått högst värden är de områden som ligger närmast vatten. Men det finns några undantag till detta nämligen mindre klass 5-områden alldeles norr om E18 vid Tensta. Detta kan bero på att det kan finnas fuktiga marker enligt Nationella Marktäckedata (NMD) som modellen använder. Denna bilden skulle kunna förfinas genom att lägga till andra småvatten som är för små för att ha registrerats i marktäckekartan men som spelar en viktig roll för insektsproduktionen i landskapet.

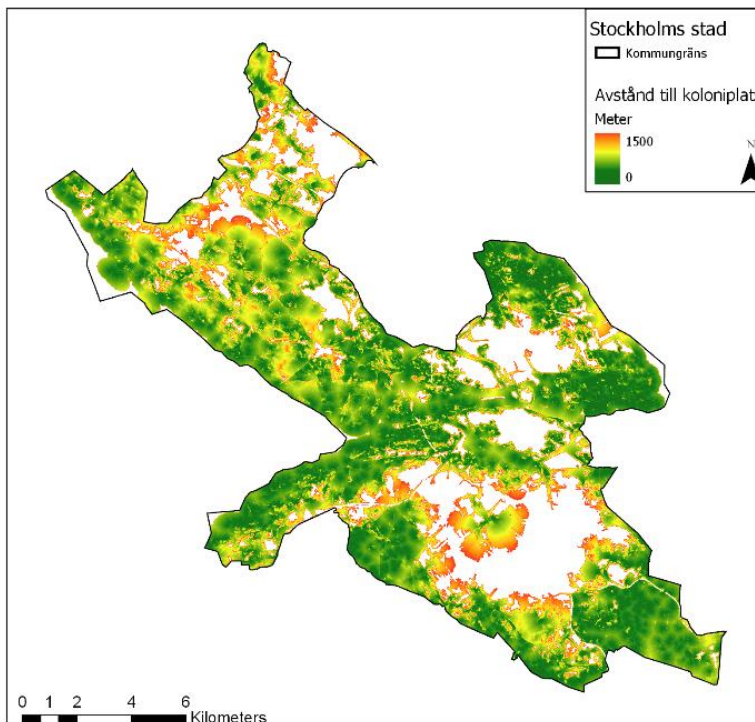


Figur 4: Habitatvärde för fladdermöss i Stockholms stad. Indikation på bästa insektsproduktiva områden. De flesta områden ligger i nära anslutning till någon vattensamling, men det finns undantag som strax norr om Tensta, på den norra sidan av E18.

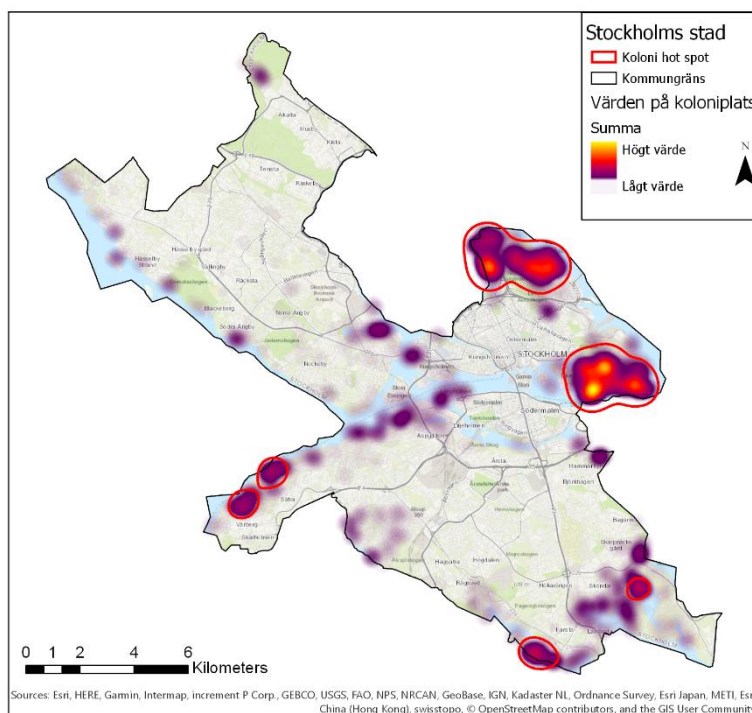
Koloniplatser och sommarspridning

Potentiella koloniplatser som habitatmodellen genererar kommer från Stockholms Ekdatabas, utdrag från Trädportalen och vissa byggnadsklasser från Lantmäteriets Terrängkarta. Utifrån dessa källor modelleras en sommarspridning för fladdermöss (figur 5) med spridningen från varje koloni. Spridningskartan visar att det i Vasastan och i områden kring Tallkrogen inte finns några frammodellerade koloniplatser och inte heller några sådana platser på nära avstånd för att fladdermössen ska kunna ta sig till områdena från kolonin.

Figur 6 visar vilka koloniområden som är mest värdefulla för fladdermössen, och det är främst Södra Djurgården och Norra Djurgården, liksom områden kring Farsta och Skärholmen som har potential att hysa flest fladdermöss och kolonier tillsammans med goda fladdermushabitat.



Figur 5: Avstånd från potentiella koloniplatser. Kartan visar spridningen från potentiella kolonier i Stockholms stad.



Figur 6: Tätheten av kolonier kopplat till habitatindex. Ju gulare ett område är desto tätare med potentiella koloniplatser i bra fladdermushabitat. De inringade områdena pekar ut de områden som har högst potential att hysa flest arter och kolonier inom området.

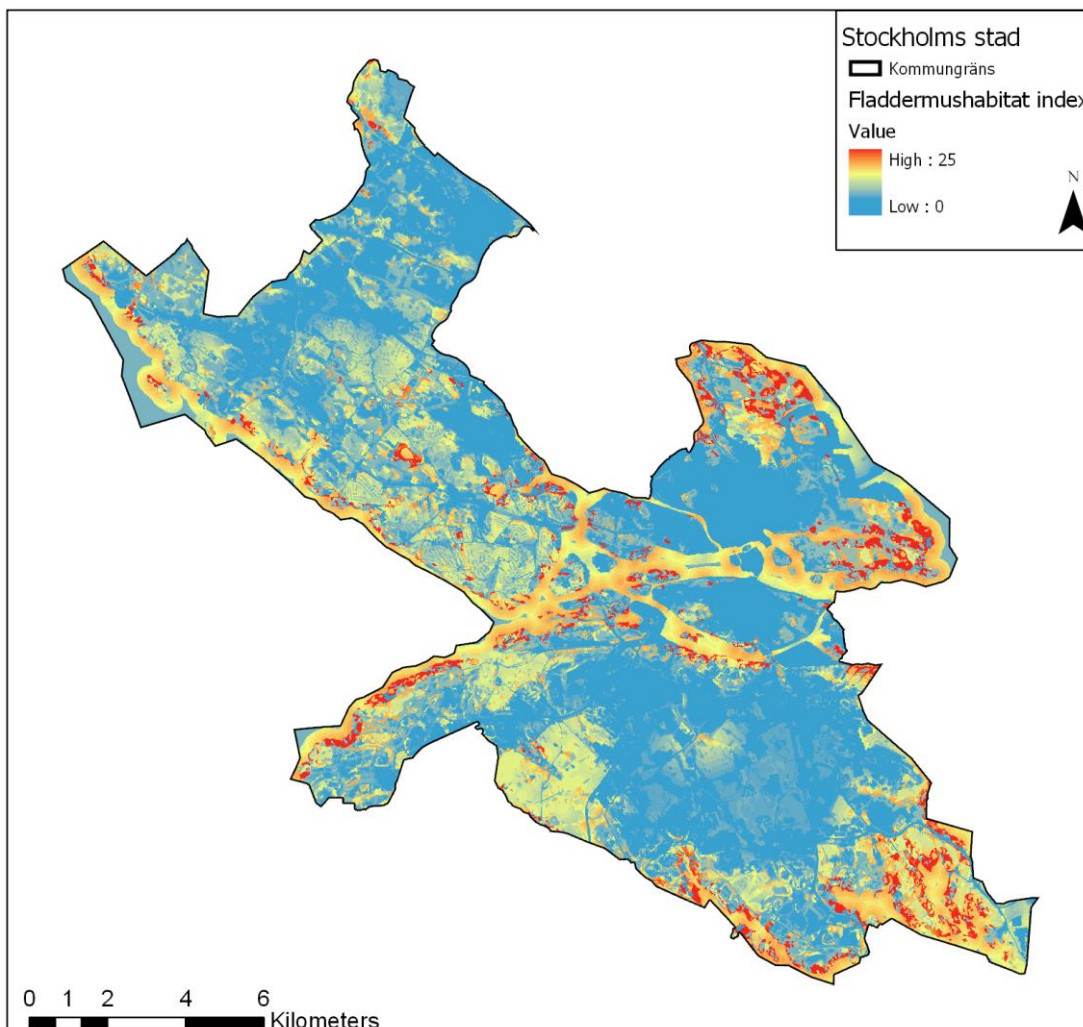
Fladdermushabitatindex

Slutprodukten från habitatmodelleringen är fladdermushabitatindexet. Det visar vilka områden som potentiellt kan ha hög fladdermusfauna med många arter. Dock så bör det noteras att indexet främst gäller för de skogsknytna arterna så som arter från *Myotis*-, *Plecotus*- och *Pipistrellus*släktet. Specifikt för Stockholm gäller det vattenfladdermus (*Myotis daubentonii*), dammfladdermus (*Myotis dasycneme*), fransfladdermus (*Myotis nattereri*), mustasch/tajgafladdermus (*Myotis mystacinus/ brandti*), dvärgpipistrell (*Pipistrellus pygmaeus*), trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii*) samt brunlångöra (*Plecotus auritus*). Modellen är inte lika bra på att peka ut alla områden för arter som inte påverkas av fragmentering i lika stor utsträckning. Arter som den större brunfladdermus, nordfladdermus, sydfladdermus och den gråskimliga fladdermusen. Dessa arter är opportunistiska och rör sig mer eller mindre obehindrat i landskapet.

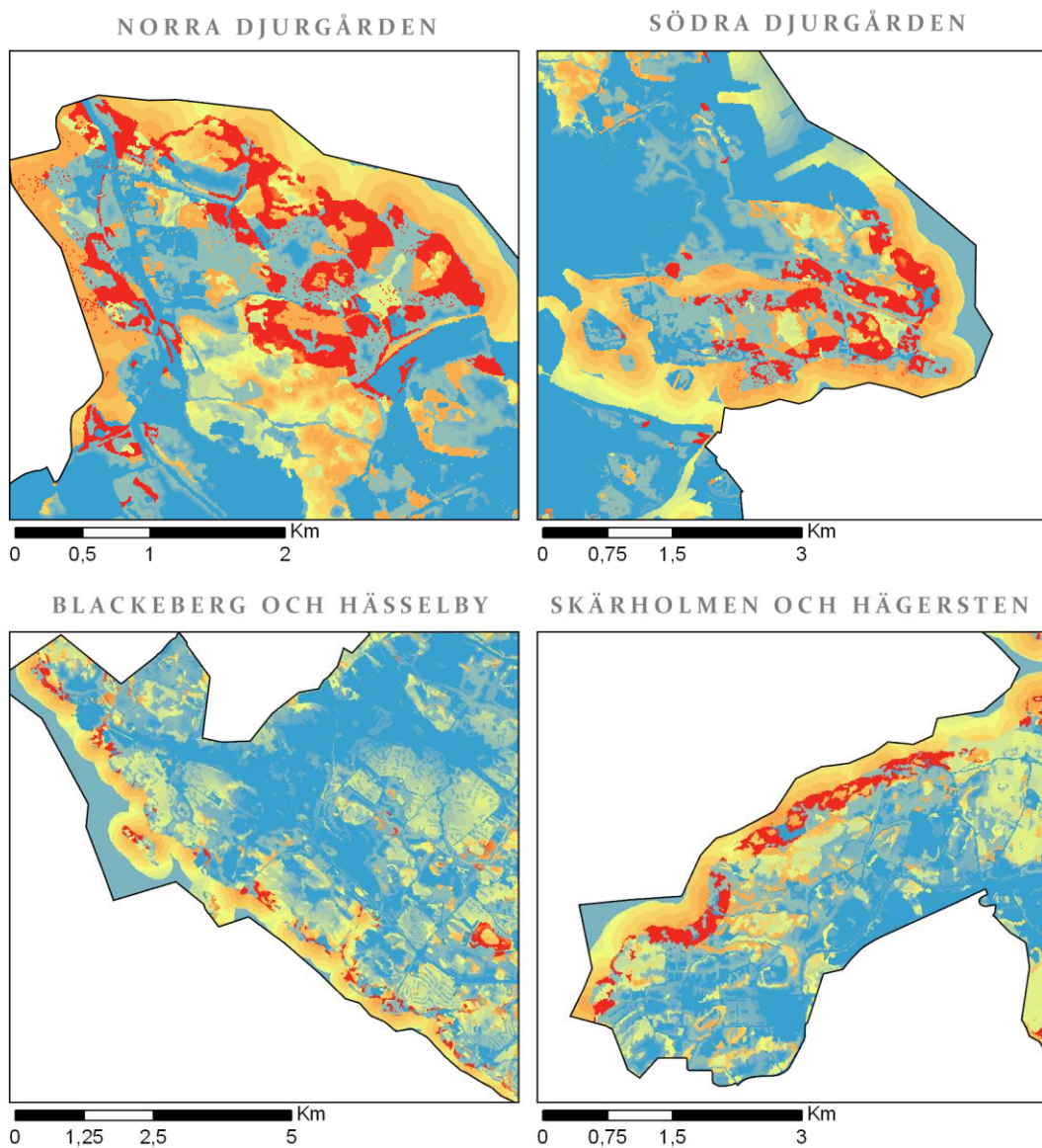
Indexet visar bra potentiella fladdermuslokaler med hänsyn till flygfriktionen, vilka områden fladdermössen kan flyga till och hur lätt, tillsammans med områden som har bra habitatvärden för fladdermöss samt om koloniplatser finns inom närliggande område. Kartan visar att det är främst längs kustlinjerna som man kan förvänta sig att hitta många fladdermusarter i Stockholms stad.

De hot-spots som enligt indexet förutspår kunna ha många fladdermusarter, är områden som Södra djurgården, Norra djurgården, kusten längs Blackeberg och Hässelby, kusten kring Skärholmen upp till Hägersten, området kring Farsta samt de södra delarna av Stockholms stad (figur 7).

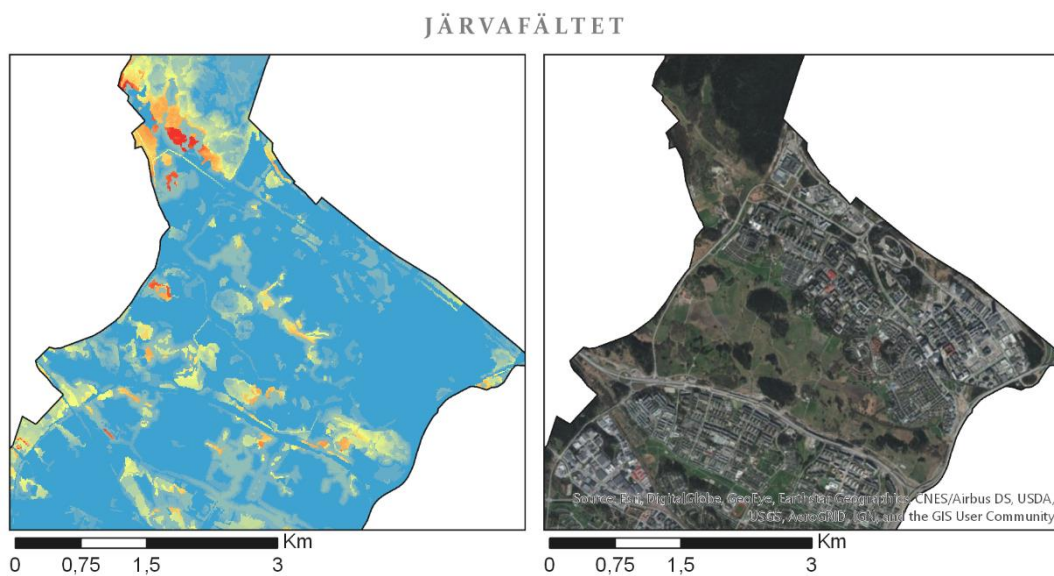
Det finns även områden som fått noterbart lågt indexvärde tex Stockholms del av Järvafältet (figur 8 och 9).



Figur 7:
Fladdermushabitatindex.
Slutprodukten av habitatmodellen som ger en indikation på tillgängliga områden och områden med bra födosökningslokaler för fladdermöss.



Figur 8: Potentiella fladdermus hot-spots inom Stockholm stad.



Figur 9: Stockholms del av Järvaområdet. Ett parklikande område med förvånande lågt index-värde.

Diskussion

Tidigare habitatinventeringar i Sverige, med syfte att identifiera goda fladdermusmiljöer, har oftast inte inkluderat konnektiviteten i beräkningarna. Ett område kan se bra ut som fladdermushabitat men vara beläget så isolerat att fladdermössen inte använder det som födosöksområde. Styrkan i den nya habitatmodellen är att den inkluderar konnektiviteten. Den visar inte bara vilka miljöer som är goda habitat för fladdermöss utan också, baserat på fladdermössens flygmönster och flygbeteende, vilka områden som fladdermössen kan ta sig till.

Vid modelleringen i Stockholm stad hittades några områden där indexvärdet blev förvånansvärt lågt jämfört med expertbedömning (Johnny de Jong). Ett exempel är Judarskogens naturreservat, vilket kan jämföras med det närliggande området Kyrksjön, beläget strax norr om Judarskogen, och som har ett mycket högre indexvärde. Flera parker i tex Vasastan såsom Vasaparken, Observatorielunden och Humlegården har också fått låga värden. Detta kan bero på att områdena är alltför täta enligt de indata som modellen använder sig av och/eller att konnektiviteten mellan och i områdena (framförallt till parkerna i Vasastan) är begränsad så att fladdermössen inte har möjlighet att ta sig dit eller flygutrymme i områdena.

Det finns också områden som gav högre värden än förväntat, tex Vanadislunden. Vanadislunden kan tyckas ligga alltför isolerat för att fladdermössen ska ta sig dit, men modellen visar på att så kanske inte är fallet när man tittar på flygfriktionen som berättar i hur stor utsträckning fladdermössen tenderar att flyga över ett vist område/habitat.

I stora drag kan man konstatera att även om Stockholms stad har många skogsområden har inte så många av dessa områden höga värden för fladdermöss enligt habitatmodellen. Det är istället framförallt skogsområden som ligger nära någon form av vattenyta som får höga indexvärden. I närheten av vattenytor finns jaktområden med hög konnektivitet, stor insektsproduktion och de mest värdefulla koloniplatserna. För Stockholms del innebär det att de flesta värdefulla fladdermusmiljöerna är belägna utmed saltsjö- och mälarstränderna, men också vid några av de större sjöarna, som tex. Kyrksjön och Trekanten.

De områden som tycks vara viktigast för fladdermössen är skogsområdena kring Norra Djurgården, Södra Djurgården, Södra Farsta och Flaten-området samt delar av Skärholmen (figur 8). Dessa områden har störst ytor med höga indexvärden och har flest potentiella värdefulla koloniplatser.

Modellen är bäst på att förutsäga skogslevande arter av fladdermöss. Områden som ger ett lågt indexvärde kan mycket väl vara goda fladdermusområden för mer rörliga fladdermusarter, såsom tex större brunfladdermus, nordfladdermus, sydfladdermus och gråskimlig fladdermus. Dessa arter har ofta mer generella habitatkrav och är inte lika bundna av ledlinjer eller ytor med låg friktion. Därför kan habitat som ser ut som isolerade öar i habitatkartan (figur 4) mycket väl vara värdefulla för dessa arter. För att göra så att även skogslevande arter av fladdermöss börjar använda sådana områden måste konnektiviteten till dessa områden troligen öka.

Ett sätt för Stockholms stad att använda den utförda modelleringen i sitt planeringsarbete är som underlag för prövning inför exploatering eller som ett underlag i naturvårdsarbetet.

Inför exploatering kan modellen användas för att förutsäga var konfliktpunkter mellan artrika fladdermusområden och planerad exploatering finns genom att granska var

områdena överlappar. Utifrån en konfliktanalys så kan en prioritering göras och därefter kan fältstudier genomföras för att vidare undersöka prioriterade fladdermushabitat. För att göra denna analys bör kartan: fladdermushabitat index användas.

Ett annat sätt att använda modellen t ex i naturvårdsplanering är för att identifiera isolerade habitatöar som är värdefulla miljöer för fladdermöss. Denna identifikation görs genom att granskar var höga värden som finns i habitatkartan (figur 4) mot områden med låga indexvärden från indexkartan (figur 7). Områden med överlapp tyder på att området utgör ett bra habitat men i dagsläget ligger alltför isolerat från övriga habitat för att få höga värden. Dessa områden gynnas av åtgärder som minskar fragmenteringen i landskapet och skapar förbättra konnektivitet för fladdermössen t ex genom arbete med grön infrastruktur.

Generellt gäller för modelleringen att den fungerar bra som ett första prioriteringsredskap. Dock bör man vara försiktig med att dra alltför långtgående slutsatser utifrån de indexvärden som modelleringen genererar utan att modelleringen kompletteras med fältundersökningar.

Referenser

- Ashrafi, S., Rutishauser, M., Ecker, K., Obrist, M. K., Arlettaz, R. & Bontadina, F. (2013). Habitat selection of three cryptic *Plecotus* bat species in the European Alps reveals contrasting implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 22(12), pp 2751–2766.
- Ducci, L., Agnelli, P., Di Febbraro, M., Frate, L., Russo, D., Loy, A., Carranza, M. L., Santini, G. & Roscioni, F. (2015). Different bat guilds perceive their habitat in different ways: a multiscale landscape approach for variable selection in species distribution modelling. *Landscape Ecology*, 30(10), pp 2147–2159.
- Fukui, D., Murakami, M., Shigeru, N. & Toshiki, A. (2006). Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology*, 75(6), pp 1252–1258.
- Hagen, E. M. & Sabo, J. L. (2012). Influence of river drying and insect availability on bat activity along the San Pedro River, Arizona (USA). *Journal of Arid Environments*, 84, pp 1–8.
- Jones, G. & Rydell, J. 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 346: 445–455.
- de Jong, J. & Ahlén, I. (1991). Factors affecting the distribution pattern of bats in Upland, central Sweden. *Holarctic Ecology*, 14(2), pp 92–96.
- Kelm, D. H., Lenski, J., Kelm, V., Toelch, U. & Dziock, F. (2014). Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica*, 16(1), pp 65–73.
- Kniowski, A. B. & Gehrt, S. D. (2014). Home range and habitat selection of the Indiana bat in an agricultural landscape: home range and habitat use by Indiana bats. *The Journal of Wildlife Management*, 78(3), pp 503–512.
- Meyer, G. A., Senulis, J. A. & Reinartz, J. A. (2016). Effects of temperature and availability of insect prey on bat emergence from hibernation in spring. *Journal of Mammalogy*, 97(6), pp 1623–1633.
- Nelson, J. J. & Gillam, E. H. (2017). Selection of foraging habitat by female little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Journal of Mammalogy*, 98(1), pp 222–231.
- Seibold, S., Buchner, J., Bässler, C. & Müller, J. (2013). Ponds in acidic mountains are more important for bats in providing drinking water than insect prey: Oligotrophic ponds - a source of water for bats. *Journal of Zoology*, 290(4), pp 302–308.
- Verboom, B. & Huitema, H. (1997). The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12(2), pp 117–125.
- Wordley, C. F. R., Sankaran, M., Mudappa, D. & Altringham, J. D. (2015). Landscape scale habitat suitability modelling of bats in the Western Ghats of India: Bats like something in their tea. *Biological Conservation*, 191, pp 529–536.

Bilagor

Bilaga 1. Fladdermushabitatvärden som modellen använde sig av

Källa: Den källan om datan kommer ursprungligen ifrån. Klass Code: är de ytors unika ID:n. Open: Ja/nej värde om ytan är öppen eller har träd/byggnader. Bat value Basic: är basvärdet som marktypen har för fladdermössen. Pasture: Ja/Nej värde för om marktypen inkluderar någon form av betesmark. Close To Water: om marktypen får högre värde för fladdermössen om ytan ligger nära vatten. Close To Lake: om marktypen får högre värde för fladdermössen om ytan ligger nära en sjö. Friction Basic: Utgångsfriktion för de olika marktyperna. Friction Close To Water: Minskar eller ökar värdet beroende på om friktionen ändras om ytan ligger nära vatten. Friction Hunttable Forest: Minskar eller ökar värdet beroende på om friktionen ändras om ytan ligger nära bra jaktmarker för fladdermöss.

Källa	Klass Code	Class Name	Open	Bat Value Basic	Pasture	Close To Water	Close To Lake	Friction Basic	Friction Close To Water	Friction Hunttable Forest
NMD	43	Jordbruksmark/ Arable land	1	0	1	0	0	60	60	10
NMD	91	Exploaterad mark, byggnad / Built-up areas	0	0	0	0	0	30	30	1
NMD	92	Exploaterad mark, ej byggnad eller väg /Artificial surface, excluding built-up areas and roads	1	0	0	0	0	30	30	1
NMD	93	Exploaterad mark, väg /Roads	1	0	0	0	0	30	30	1
GSD	300	Motorväg/Highway	1	0	0	0	0	100	100	100
NMD	158	Temporärt ej skog (inkl hyggen)/Temporarily non forest	1	1	1	2	2	5	5	1
NMD	168	Temporärt ej skog (inkl hyggen)/Temporarily non forest	1	1	1	2	2	5	5	1
NMD	81	Övrig öppen mark utan vegetation/ Non-vegetated other open land	1	1	1	1	1	30	30	1
NMD	82	Övrig öppen mark med vegetation/ Vegetated other open land	1	1	1	2	2	5	5	1
NMD	102	Hav/ Marine water surfaces	1	1	0	1	1	60	3	1
NMD	151	Tallskog/Pine forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	152	Granskog/Spruce forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	153	Barrblandskog/Mixed coniferous forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	154	Lövblandad barrskog/Mixed forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	161	Tallskog/Pine forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	162	Granskog/Spruce forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	163	Barrblandskog/Mixed coniferous forest	0	2	1	3	3	10	10	1

Källa	Klass Code	Class Name	Open	Bat Value Basic	Pasture	Close To Water	Close To Lake	Friction Basic	Friction Close To Water	Friction Hunttable Forest
NMD	164	Lövblandad barrskog/Mixed forest	0	2	1	3	3	10	10	1
NMD	155	Triviallövsskog/Deciduous forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	156	Ädellövsskog/Deciduous hardwood forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	157	Triviallövsskog med ädellövinslag/Deciduous forest with deciduous hardwood forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	165	Triviallövsskog/Deciduous forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	166	Ädellövsskog/Deciduous hardwood forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	167	Triviallövsskog med ädellövinslag/Deciduous forest with deciduous hardwood forest	0	3	1	4	5	5	5	1
NMD	42	Öppen våtmark/ Open wetland	1	3	1	3	3	3	3	1
NMD	101	Sjöar och vattendrag/ Inland water surfaces	1	3	0	3	3	60	1	1
Biotop kartan	1	Öppen vattenyta	1	3	0	3	3	60	1	1
Biotop kartan	2	Vattenvegetation	1	3	0	3	3	1	1	1
Biotop kartan	3	Hällmark	1	1	1	1	1	30	30	1
Biotop kartan	4	Grus-sandmark	1	1	1	1	1	30	30	1
Biotop kartan	5	Åker och vallodling	1	0	1	0	0	60	60	10
Biotop kartan	6	Gräsmark, intensiva skötselmetoder	1	1	1	1	1	30	30	1
Biotop kartan	7	Frisk gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder	1	1	1	1	1	15	15	1
Biotop kartan	8	Fuktig gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder	1	2	1	2	2	5	5	1
Biotop kartan	9	Hällmarksbarrskog	0	2	1	3	3	10	10	1
Biotop kartan	10	Blandad buskmark	1	2	1	4	4	5	1	1
Biotop kartan	11	Videbuskmark	1	2	1	4	4	5	1	1
Biotop kartan	12	Tät bebyggelse utan vegetation (0-10%)	0	0	0	0	0	30	30	1
Biotop kartan	13	Ädellövsskog, tät (>=70% trädtäckning)	0	3	1	4	5	5	5	1

Källa	Klass Code	Class Name	Open	Bat Value Basic	Pasture	Close To Water	Close To Lake	Friction Basic	Friction Close To Water	Friction Hunttable Forest
Biotop kartan	14	Ädellövskog, gles (50-70% trädäckning)	0	3	1	4	5	1	1	1
Biotop kartan	15	Torr gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder	1	1	1	1	1	15	15	1
Biotop kartan	16	Våt gräsmark, moderata-extensiva skötselmetoder	1	2	1	2	2	5	5	1
Biotop kartan	17	Sötvattensstrandäng - sedimentationsbetingad	1	3	1	3	3	3	3	1
Biotop kartan	18	Havsstrandäng - sedimentationsbetingad	1	1	1	1	1	3	3	1
Biotop kartan	19	Hällmarksblandskog	0	3	1	3	3	5	5	1
Biotop kartan	20	Barrskog, torr-frisk	0	2	1	3	3	10	10	1
Biotop kartan	21	Lövskog, torr-frisk	0	3	1	4	5	10	10	1
Biotop kartan	22	Tät bebyggelse med inslag av vegetation (10-30%)	0	1	0	1	1	20	20	1
Biotop kartan	23	Gles bebyggelse med 30-50% vegetation, intensiva skötselmetoder	0	1	0	1	1	5	5	1
Biotop kartan	24	Blandskog, torr-frisk	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	25	Barrskog, fuktig-våt	0	3	1	3	3	10	10	1
Biotop kartan	26	Blandskog, fuktig-våt	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	27	Blandskogsmyr	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	28	Hällmarkslövskog	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	29	Lövskog, fuktig-våt	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	30	Lövskogsmyr	0	3	1	4	5	5	5	1
Biotop kartan	31	Hällmarksädellövskog	0	3	1	4	5	3	3	1
Biotop kartan	32	Öppen myr	1	3	1	3	3	3	3	1
Biotop kartan	33	Videkärr	0	3	1	4	4	1	1	1
Biotop kartan	34	Gles bebyggelse med 30-50% vegetation, moderata-extensiva skötselmetoder	0	2	0	2	2	1	1	1

Källa	Klass Code	Class Name	Open	Bat Value Basic	Pasture	Close To Water	Close To Lake	Friction Basic	Friction Close To Water	Friction Hunttable Forest
Biotop kartan	35	Hårdjord obebyggd och ej genomsläpplig mark	1	0	0	0	0	30	30	1
Biotop kartan	36	Odlingslott	1	0	0	0	0	15	15	1
Biotop kartan	37	Övrig mark med avlägsnad vegetation	1	0	0	0	0	30	30	1