



Rapport 2017:11



Länsstyrelsen
Stockholm

Modellering av potentiella födosöksområden för sjöfågel i Stockholms län

Rapport 2017:11



Länsstyrelsen
Stockholm

Modellering av potentiella födosöksområden för sjöfågel

i Stockholms län

Foto omslag: Ingrid Nordemar

Utgivningsår: 2017

ISBN: 978-91-7281-738-8

Rapporten är framtagen av Aqua Biota Water Reserach AB på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholm.

För mer information avdelningen för miljö.

Länsstyrelsen i Stockholm

Telefon: 010-223 10 00

Länsstyrelsens rapporter finns på
www.lansstyrelsen.se/stockholm/publikationer

Förord

För arbetet med havsplanering är Länsstyrelsen och kommunerna i stort behov av underlag för havsområdet och angränsande skärgård som vi i dagsläget inte vet mycket om. För att uppfylla kravet på en hållbar och ekosystembaserad förvaltning av havet behövs i synnerhet grundläggande marinbiologisk information. I första hand är det prioriterat att skapa underlag för områden med många intressenter, bland annat Ålandshav, vid Svenska Björn och Svenska Högarna, vid Horsten och Landsort, där konflikter kan uppstå.

Länsstyrelsen arbetar dessutom i nuläget med en revidering av naturreservat Svenska Högarna till ett marint naturreservat som förhoppningsvis ska inkludera värdekärnor i havet utanför dagens reservat. För arbetet behövs nya marinbiologiska underlag. Inom det pågående åtgärdsprojektet *ekosystembaserad förvaltning av HELCOM MPA Stora Nassa-Svenska Högarna - Stockholms skärgårds utpost i öster* som finansieras av Havs- och vattenmyndigheten har vi sedan 2015 arbetat för att komplettera underlagen med dykinventeringar, provfisker mm. Dock har vi saknat underlag som bland annat belyser havsområdets värden som födosöksområde för sjöfågel och säl.

På grund av olika verksamheter i utsjön som exempelvis pelagiskt trålfiske, sjöfart och planer på vindkraft finns risk att både sjöfågel och säl påverkas negativt i havsplaneområdet. Länsstyrelsen vill belysa sådana tänkbara konflikter och uppdag därför som ett första steg AquaBiota Water Research AB att skapa modeller som geografiskt beskriver födosöksområden för ett antal karaktäristiska sjöfågelarter med stark koppling till ytterskärgården. För två av arterna, sillgrissla och tordmule, utgick modellerna från häckningsplatserna eftersom arterna är aggregerade till ett fåtal kolonier. Övriga arter är mer utspridda.

Modellering är ett kostnadseffektivt sätt att få fram geografiskt täckande underlag, men som alltid med modeller beskrivs en förenklad bild av verkligheten utifrån vissa generella antaganden. Verkligheten är ofta mer snäv och varierar över tid. Framöver vill Länsstyrelsen gå vidare med fältundersökningar som kan bekräfta och eller justera underlagen, men i nuläget tillför de modellbaserade underlagen en första uppskattning av hur havsområdet används av sjöfåglarna.

Modelleringsarbetet och analyserna har utförts av författarna till denna rapport, Tomas Didrikas och Martin Ogonowski, som själva ansvarar för underlaget i rapporten. Innehållet har dock stämts av med Länsstyrelsen. Arbetet har utförts med anslag från Havs- och Vattenmyndigheten inom ramen för 1:12 anslaget *Åtgärder för havs- och vattenmiljö*, villkor 5 (havsplanering).

Stockholm, april 2017

Göran Åström, miljödirektör

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning.....	8
1. Inledning	9
2. Material och Metoder	10
2.1. Litteratursökning och framtagande av kartunderlag för modellering 10	
2.2. Modellering.....	10
2.2.1. Definition av goda födosöksområden	8
2.2.2. Fodosöksbeteenden som påverkar klassificeringen	8
3. Resultat	10
3.1. Predikterade födosöksområden.....	10
3.1.1. Tordmule	10
3.1.2. Sillgrissla	13
3.1.3. Alfågel	16
3.1.4. Ejder	17
3.1.5. Svärta	18
4. Diskussion	19
4.1. Tillgång på lämpliga födosöksområden.....	19
4.2. Osäkerheter.....	19
4.1.1. Fiskätande sjöfågel	19
4.1.2. Bottenfaunaätande sjöfågel	19
4.1.3. Potentiella effekter av vinteris för födosök hos alfågel	20
Referenser	21

Sammanfattning

På uppdrag av länsstyrelsen i Stockholms län utförde Aquabiota 2016 en modelleringsstudie i syfte att lokalisera potentiella födosöksområden i länet för fem olika sjöfåglar (fiskätare -tordmule (*Alca torda*) och sillgrissla (*Uria aalge*) samt bottenätare: svärta (*Melanitta fusca*), alfågel (*Clangula hyemalis*) och ejder (*Somateria mollissima*)). Fokus för denna modellering riktades mot det planerade naturreservatet kring Svenska Högarna och Svenska Björn. Information om fåglarnas beteende och diet samt heltäckande data på födoarternas utbredning och tätheter användes för att ringa in potentiellt intressanta och skyddsvärda områden.

För de fiskätande fåglarna begränsades potentiella födosöksområden baserat på kända flygvstånd från häckningsplatser och de dominerande vindriktningar fåglarna använder sig av i sitt födosök. Primära födosöksområden för tordmule och sillgrissla förutsågs av modellerna att huvudsakligen ligga i den absoluta ytterskärgården i nära anslutning till häckningsplatserna och därifrån i nord-sydlig riktning över relativt stora avstånd (10-20 km). Ovanligt goda förutsättningar för födosök förutsågs också utanför Vaddö men detta kan dock bero på osäkerheter förknippade med modelleringen av fisktäthet.

Potentiellt goda födosöksområden för musselätande arter (ejder och alfågel) förutsågs förekomma utspritt i hela länet kring öar och skär men i lägre grad i innerskärgårdarna. Potentiella födosöksområden för svärta var begränsade till grunda områden kring öar och skär och återfanns i hela länet men förekom också sparsamt i innerskärgården. Detta berodde på att födan är förknippad med sandiga mjukbottnar som i större utsträckning förekommer längre ut i skärgården. Sämre bottenkvalitet överlag närmare fastlandet som påverkar födotillgången är också en troligt bidragande orsak.

Sammanfattningsvis kan sägas att tillgången på potentiella födosöksområden, speciellt för de fiskätande fåglarna var mycket god. Ejder och svärta begränsas dock något mer i sitt födosök p.g.a. relativt låga dykdjup (< 10 m) och likaså alfågel vars födotillgång vissa år kan begränsas kraftigt av istäcken. Över lag verkar det dock inte finnas direkt brist på föda för någon art i länet. I detta sammanhang är det också intressant att notera att andra faktorer än födotillgång verkar styra de fiskätande fåglarnas val av häckningsplatser som i dagsläget endast förekommer i ytterskärgården. Sannolikt styrs valet av häckningsplats främst av störning från friluftsliv samt risk för angrepp från rovdjur som räv och mink.

1. Inledning

I Sverige pågår för närvarande ett intensivt arbete att planera nyttjandet av havsområden inom både territorialhavet och svensk ekonomisk zon. I Stockholms län finns ett antal specifikt utpekade områden utmed det yttersta havsbandet där flera aktörer har anspråk. Länsstyrelsen vill för planeringsarbetet skaffa bättre kunskapsunderlag för dessa områden, och framförallt för skärgårds- och havsområdet runt Svenska Högarna och Svenska Björn. I just detta område finns planer på ett stort marint naturreservat med skydd för bl.a. säl och sjöfågel. Samtidigt finns flera större farleder som går strax utanför grundområdena med bl.a. risk för oljespill (minst två större olyckor inträffade på 80-talet). Det finns även planer på havsbaserad vindkraft och pelagiskt fiske förekommer (och skulle kunna öka i framtiden). Försvarmakten är en annan intressent i området. Flera av dessa uppräknade intressen kan säkert samexistera, medan andra kan innebära konflikter. Länsstyrelsen, som till stor del ansvarar för bildandet av marint områdesskydd, är angelägen om att få mer kunskap om havsområdets naturvärden och utbredningen av dessa för att göra bra analyser avseende hotbilden från olika intressen.

Länsstyrelsen har visst kunskapsunderlag om marina naturvärden i skärgårds- och havsområden. T.ex. har nyligen provfisken genomförts vid Svenska Högarna och i Lilla Nassa skärgårdar ([Länsstyrelsens rapport R2017:8](#)). Ett av de underlag som fortfarande saknas är emellertid hur olika sjöfåglar nyttjar havsområdet för födosök. Utbredningen av fåglarnas födosöksområden kan få praktisk betydelse för den rumsliga planeringen av havet, t.ex. restriktioner för trålfiske (som kan innebära risk för bifångst av sjöfågel). Aquabiota har därför fått i uppdrag av Länsstyrelsen, att med hjälp av modellering kartlägga potentiellt viktiga födosöksområden för ett antal valda sjöfågelarter (de fiskätande fåglarna -tordmule (*Alca torda*) och sillgrissla (*Uria aalge*); samt de bottenfaunaätande fåglarna: svärta (*Melanitta fusca*), alfågel (*Clangula hyemalis*) och ejder (*Somateria mollissima*)) i Stockholms län. Alla de tre bottenfaunaätande fågelarterna (övervintrande alfågel, samt häckande ejder och svärta) finns med på rödlistan över hotade arter (inom kategorierna starkt hotad, sårbar respektive nära hotad). Projektet finansierades av Havs- och Vattenmyndigheten.

2. Material och Metoder

2.1. Litteratursökning och framtagande av kartunderlag för modellering

En inledande litteratursökning av både vetenskapliga publikationer och andra underlag i form av rapporter från ornitologiska föreningar och dylikt genomfördes för att insamla information om fåglarnas rörelsemönster, dykdjup och födoval (tabell 1).

Information om häckningsplatser för sillgrissla och tordmule i området runt Svenska Högarna (nuvarande, historiska och potentiella) och övervintringslokaler (endast för alfågel) erhöles från Alf Anderin, tillsynsman på Svenska Högarna och baserades till stor del på expertbedömning av tillsynsmannen själv. Ytterligare information om sjöfågelförekomst från Norrtälje, Värmdö och Haninge kommun erhöles från Mats Nordin, Länsstyrelsen i Stockholms län (data finns även sammanfattade i Ehn et al. (2015)). Här definierades en historisk häckningsplats som ett område där häckning har förekommit minst ett år under perioderna 1991-2015 för sillgrissla och 1995-2015 för tordmule men inte under 2016. Med nutida häckningsplatser menas områden där häckning observerats 2016.

Som kartunderlag för utbredning av bottenfauna (blåmusslor (*Mytilus edulis*), östersjömussla (*Limecola balthica*), sandmussla (*Mya arenaria*), ishavsgråsugga (*Saduria entomon*)) och pelagisk fisk (huvudsakligen skarpsill (*Sprattus sprattus*)) användes tidigare framtagna modeller för Stockholm län med upplösningen 200 x 200 m (Nyström Sandman et al., 2013). För mer detaljer se avsnitt 2.2.1. om definitionen av goda födosöksområden.

2.2. Modellering

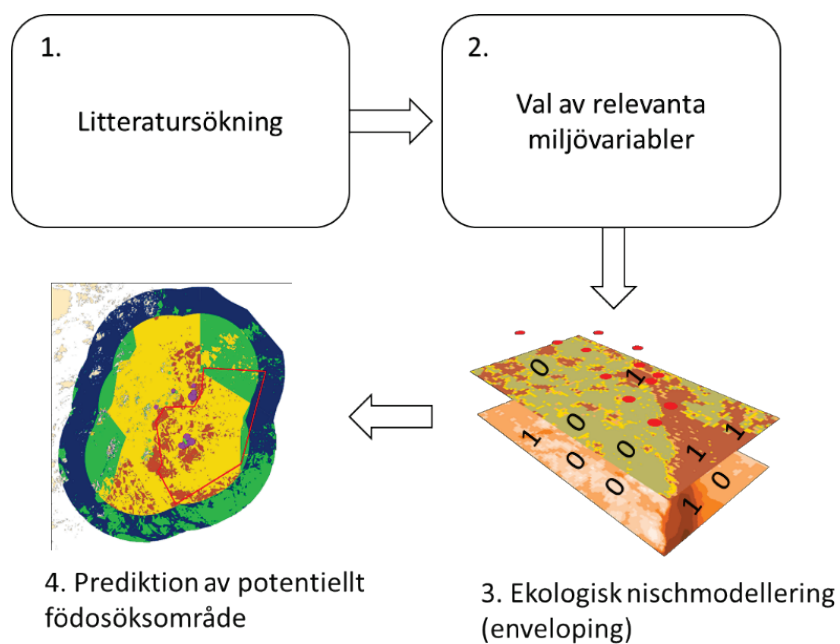
Ekologisk nischmodellering, s.k. enveloping, användes för att modellera potentiellt viktiga födosöksområden för tordmule, sillgrissla, svärta, alfågel och ejder. För tordmule och sillgrissla modellerades potentiella födosöksområden med utgångspunkt från kända (nuvarande och historiska) häckningsplatser inom Norrtälje, Värmdö och Haninge kommun, där bra underlag fanns. För ejder, alfågel och svärta modellerades potentiella födosöksområden för hela länet utan hänsyn till eventuella häckningsplatser. Information om födotillgång och fåglarnas beteende såsom maximalt dykdjup, flygavstånd och flygriktning (tabell 1) användes sedan för att skapa klassade kartlager: under eller över tröskelvärde med värde 1 (dåligt) eller 0 (bra). T.ex. gavs värdet 0 till ett område (200 x 200 m cell i kartan) om det låg inom det maximala kända flygavståndet för fågeln, och värdet 1 om det låg utanför. I den slutgiltiga prediktionen summerades cellvärdena från alla lager. Detta resulterade i kartor där områden fick olika klasser. Områden med den lägsta summan fick representera områden med bäst förutsättningar för födosök, och

områden med den högsta summan fick representera områden med sämst förutsättningar för födosök. En schematisk bild över modelleringsförfarandet ges i figur 1.

Vidare är det viktigt att påpeka att ingen viktning (bättre eller sämre) har gjorts av de olika kartlager som användes i modellerna eftersom kunskap om deras relativa betydelse saknas. Födosöksområdenas klassificering återger därför endast en skala där ett primärt område definieras av optimala förutsättningar för födosök som faller över ett visst tröskelvärde för samtliga miljövariabler. Sekundära födosöksområden är därmed alla områden i fallande ordning som inte når över tröskelvärdet för minst en variabel. T.ex. kan ett område som ligger inom det kända flygavståndet, men där födotillgången förutsägs vara suboptimal, få värdet 1 ($0 + 1 = 1$). Samma värde och således samma klassindelning kan fås om den omvända situationen inträffar, d.v.s. att området ligger utanför känt flygavstånd men där födotillgången förutsägs vara god ($1 + 0 = 1$).

Art	Vetenskapligt namn	Säsong	Föda	Modellunderlag diet	Dykdjup	Flygavstånd från häckningsplats	Dominerade vindriktning	Referenser
Alfågel	<i>Clangula hyemalis</i>	Vinter	Musslor, ishavsråsugga	Blåmussla (täckningsgrad >50%), ishavsråsugga (>500 ind./m ²)	30 m			(Nilsson, 1972; Stempniewicz, 1995; Žydelis and Ruskyte, 2005)
Ejder	<i>Somateria mollissima</i>	Häckning	Blåmusslor	Blåmussla (täckningsgrad >50%)	6 m			(Guillemette et al., 2004)
Svärta	<i>Melanitta fusca</i>	Häckning	Kräftdjur, blötdjur (infauna)	Sandmussla, Östersjömussla, ishavsråsugga (>500 ind./m ²)	9.5 m			(Fox, 2003)
Sillgrissla	<i>Uria aalge</i>	Häckning	Fisk - huvudsakligen skarpsill	Pelagisk fisk (antal/1000 m ³)	Ej begränsande. Kan dyka till > 180 m. Fisk är alltid tillgänglig pelagialt och inom dykdjup (Syrebrist > 80 m djup)	Medel: 13,12 km; Max: 19,13 km	Beräknad från SMHI data från mätstation på Svenska högarna (period: april 15 - juni 30 2016)	(Evans et al., 2013; Piatt and Nettleship, 1985)
Tordmule	<i>Alca torda</i>	Häckning	Fisk - huvudsakligen skarpsill	Pelagisk fisk (antal/1000 m ³)	Ej begränsande. Kan dyka till > 120 m. Fisk är oftast tillgänglig pelagialt och inom dykdjup (Syrebrist > 80 m djup).	Medel: 13,12 km; Max: 19,13 km	Beräknad från SMHI data från mätstation på Svenska högarna (period: april 15 - juni 30 2016)	(Evans et al., 2013; Piatt and Nettleship, 1985)

Tabell 1. Beskrivning av underlag som användes i modellerna för respektive sjöfågel "Modellunderlag diet" hänvisar till tidigare framtaget modelleringsunderlag för respektive föda. Underlag för dykdjup och flygavstånd baserades på källor i litteraturen.



Figur 1. Schematisk bild över modelleringsprocessen. 1. Litteratordata över sjöfåglarnas beteende och diet togs fram. 2. Utbredningskartor för lämplig föda togs fram. 3. Födans utbredning och förekomst samt andra parametrar som begränsar fåglarnas födosöksområden klassades (bra eller dåligt, dvs. 0 eller 1). 4. De binära kartlagrena summerades och potentiella födosöksområden fick sin slutgiltiga klassning (sämst-bäst förutsättningar för födosök).

2.2.1. Definition av goda födosöksområden

Ejder och alfågel

Som utgångslager för de bottenfaunaätande sjöfåglarna ejder och alfågel användes modellerad utbredning av blåmussla med täckningsgrad >50% (Nyström Sandman et al., 2013). Som nedre gräns för att definiera ett gott födosöksområde var områden med god eller mycket god förutsättning för 50% täckningsgrad (klassning enligt Nyström Sandman et al. (2013)). En positiv koppling mellan t.ex. blåmusseltäthet och alfågelförekomst har även observerats i andra områden (Nilsson et al., 2016) vilket styrker valet av tröskelvärde.

Svärta

För svärta som huvudsakligen äter små musslor/snäckor och kräftdjur i sedimenten definierades ett gott födosöksområde av en hög täthet av östersjömussla, sandmussla och ishavsgråsugga (500 ind./m²), och där sannolikheten för förekomst i modellen var god eller mycket god (klassning enligt Nyström Sandman et al. (2013)).

Sillgrissla och tordmule

För de fiskätande fåglarna (sillgrissla och tordmule) definierades ett bra födosöksområde istället av relativt hög fisktäthet. I detta fall sattes den nedre gränsen till 50 pelagiska fiskar (huvudsakligen skarpsill) / 1000 m³ vilket motsvarar en relativt hög lokal fisktäthet i förhållande till pelagisk fisktäthet i övriga länet. Här gjordes valet av tröskelvärde baserat på en expertbedömning efter noggrann analys av underlag för fisk. Underlag för fisktäthet baserades på hydroakustiska undersökningar som gjordes i samband med projektet Marin modellering i Stockholms län (Nyström Sandman et al., 2013) men extrapolerades norrut för att täcka hela länet. I brist på djupspecifika data antogs det också att fisken var jämt fördelad i vattenkolumnen.

2.2.2. Födosöksbeteenden som påverkar klassificeringen

Dykdjup

För de bottenfaunaätande fågelarterna (alfågel, svärta och ejder) som söker föda på botten skapades ett kartlager baserat på havsdjup som klipptes vid respektive arts maximala dykdjup (tabell 1), d.v.s. områden med djup > maximala dykdjupet användes inte för modellering. För de fiskätande fåglarna (sillgrissla och tordmule) skapades inget sådant lager eftersom

1) bytesfiskens djuputbredning begränsas av tillgång på syrerikt vatten och djupare än 80 m råder syrebrist (Andersson, 2012)

2) fåglarna kan dyka ner till väl över 100 m (Piatt and Nettleship, 1985), d.v.s. djupare än bytesfisken förekommer (Ojaveer et al., 1981).

Flygavstånd

För de fiskätande fågelarterna sillgrissla och tordmule som modellerades utifrån sina häckningsplatser var avstånd från dessa platser av betydelse. Information om sillgrisslors medel och maximala födosöksavstånd, vilket anges vara 13 respektive 19 km från häckningsplatsen (Evans et al., 2013) användes för att ytterligare klassificera lämpliga födosöksområden. Eftersom information om födosöksavstånd inte återfanns för tordmule antogs samma avstånd gälla som för sillgrisslor. För båda arter fick därmed områden inom en radie av 13 km från häckningsplatsen värdet 0, och områden inom en radie av 13–19 km från häckningsplatsen fick värdet 1. Områden utanför 19 km radie från häckningsplatsen användes inte i modelleringen.

Vindriktning

Eftersom tordmule och sillgrissla även tenderar att flyga i linje med vinden under sitt födosök, dvs. medvind till födosöksområdet och motvind på hemvägen (Evans et al., 2013), skapades ytterligare ett lager baserat på den dominerande medelvindriktningen under häckningsperioden 2016 på Svenska Högarna (SMHI). Vindriktningen visade sig vara i nordvästlig och sydöstlig riktning vilket var normalt även sett över flera år (1961-2004, (Alexandersson, 2006)). Celler inom den dominerande vindriktningen fick värdet 0, och områden utanför fick värdet 1.

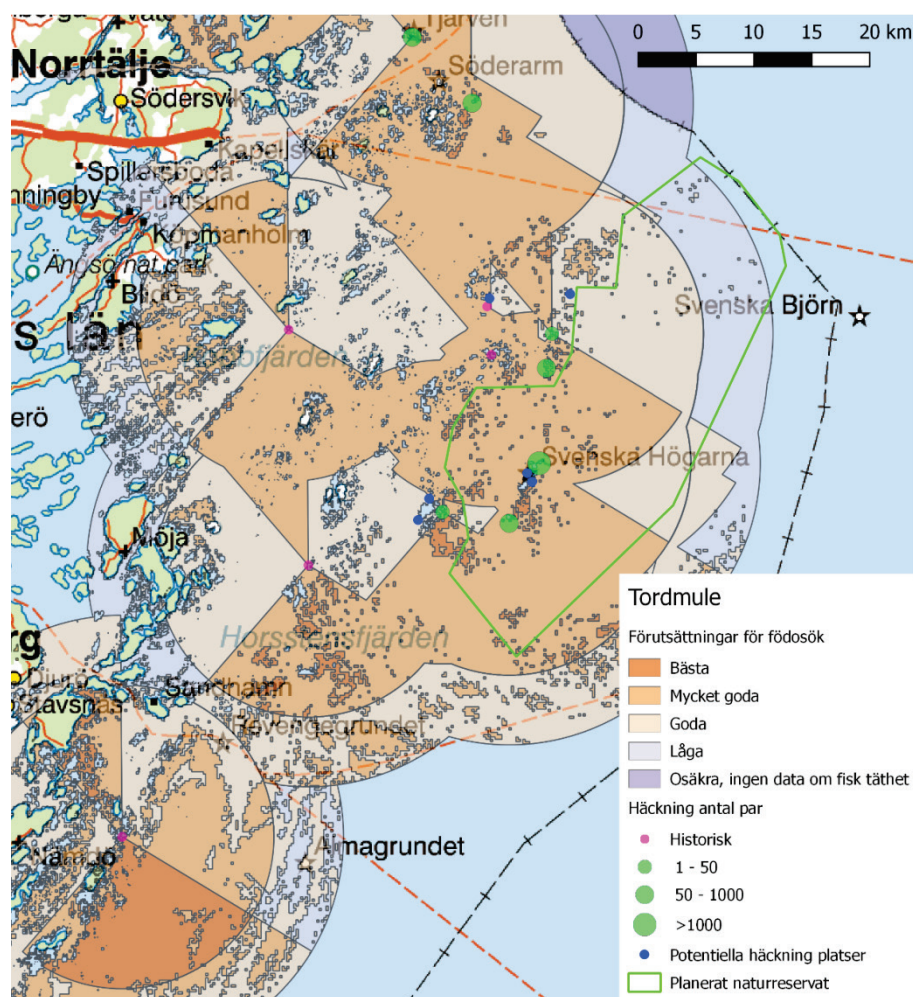
3. Resultat

3.1. Predikterade födosöksområden

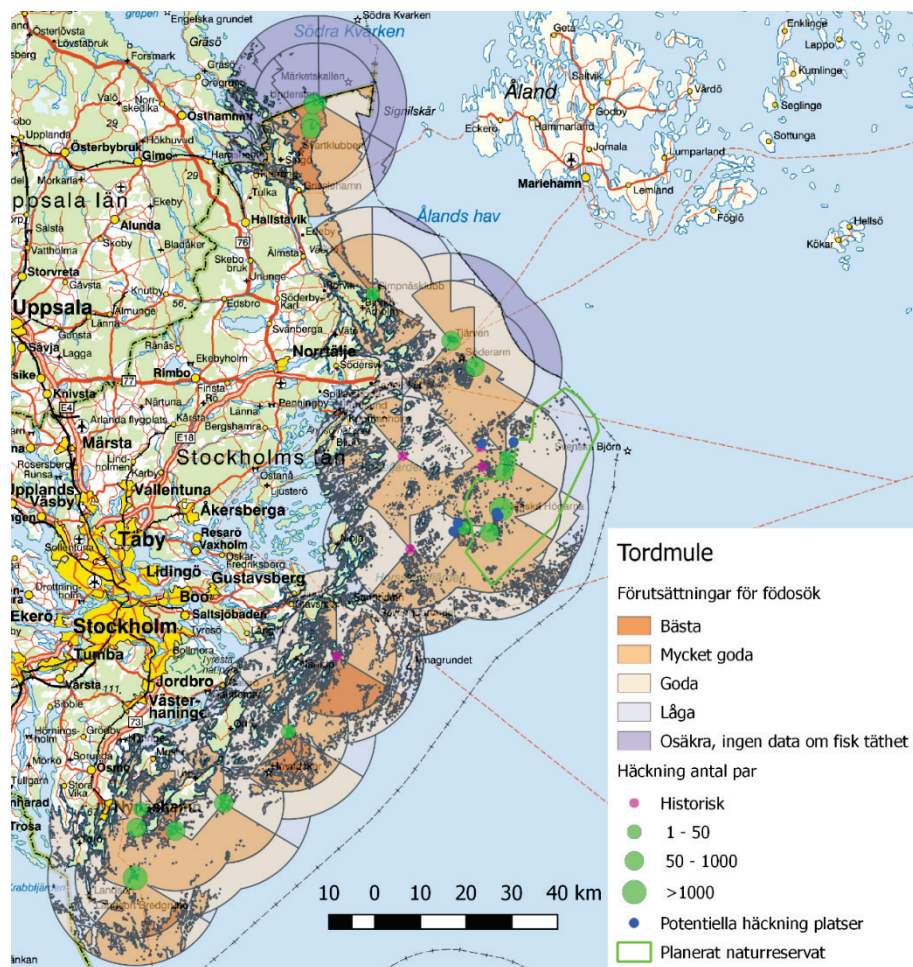
3.1.1. Tordmule

I modellen för tordmule förutses de bästa födosöksområdena i skärgårdarna kring Svenska Högarna vara koncentrerade strax öster om det yttersta kustbandet, dvs. relativt nära häckningsplatserna (figur 2). Utpekade födosöksområden indikerar att dessa områden bör ha en relativt hög fisktäthet, ligger inom normalt födosöksavstånd och i linje med den dominerande vindriktningen i området. Dessa primära födosöksområden hamnade till viss del inom det planerade marina reservatet. Dock förutser modellen att en del primära födosöksområden ligger i nära anslutning men utanför reservatets västra gräns i skärgårdarna Gillöga, Röder, Lygna, Fredlarna och Skarv. Detta beror på att modellen utgår från både nuvarande och historiska/potentiella häckningsplatser både i och utanför Svenska Högarnas naturreservat inklusive flera platser i just de skärgårdar där primära födosöksområden förutses. I dagsläget finns emellertid de största kolonierna i naturreservatet samt i Skarvs skärgård. Övriga områden klassificerades i fallande grad som suboptimala om minst ett av ovan nämnda kriterierna inte uppfylldes (figur 2).

I norra skärgården (till största del Norrtälje kommun) identifierades ett relativt stort område utanför Singö och utmed norra Vaddökusten som ett primärt födosöksområde (bäst förutsättningar) samt områdena utanför Arholma och mellan Blidö och Svartlöga. Två andra stora sammanhängande primära födosöksområden återfanns även söder om en historisk häckningsplats på Bullerö samt runt en nuvarande häckningsplats på Sävlingarna vid Norsten i Värmdö kommun. I Haninge kommun förutsågs primära födosöksområden kring den stora kolonin på Grän och i Nynäshamns kommun förutsågs ett födosöksområde söder om Gunnarstenarna i höjd med Landsort. Förövrigt förutsågs mycket goda förutsättningar för födosök även utanför de primära områdena i nästan hela Stockholms skärgård.



Figur 2. Potentiella födosöksområden för tordmule (*Alca torda*) i skärgårdarna kring Svenska Högarna. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Historiska (1995–2015) samt nutida häckningsplatser (2016) är markerade med rosa respektive gröna punkter. Potentiella häckningsplatser är markerade med blå punkter. Födosöksområdena är klassade i fyra klasser som representerar låga till höga förutsättningar för födosök. I det mörklila fältet saknas det data om fisktäthet och klassades därför inte.

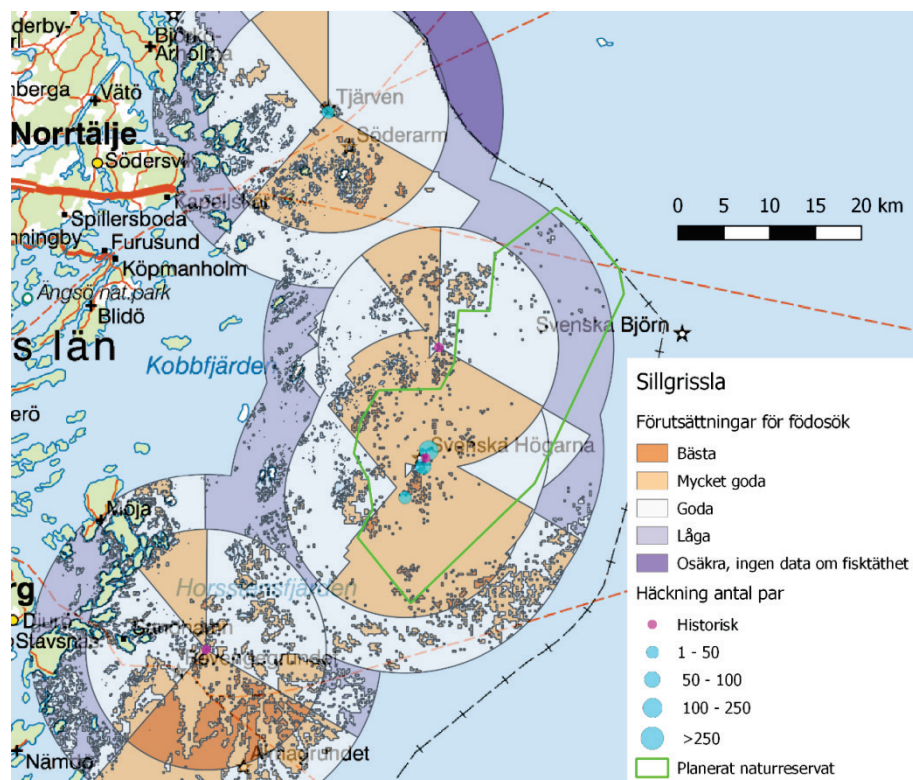


Figur 3. Potentiella födosöksområden för tordmule (*Alca torda*) i delar av norra, mellersta och södra skärgården. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Historiska (1995–2015) samt nutida häckningsplatser (2016) är markerade med rosa respektive gröna punkter. Potentiella häckningsplatser är markerade med blå punkter. Födosöksområdena är klassade i fyra klasser som anger låga till höga förutsättningar för födosök. I det mörklila fältet saknas det data om fisktäthet och klassades därför inte.

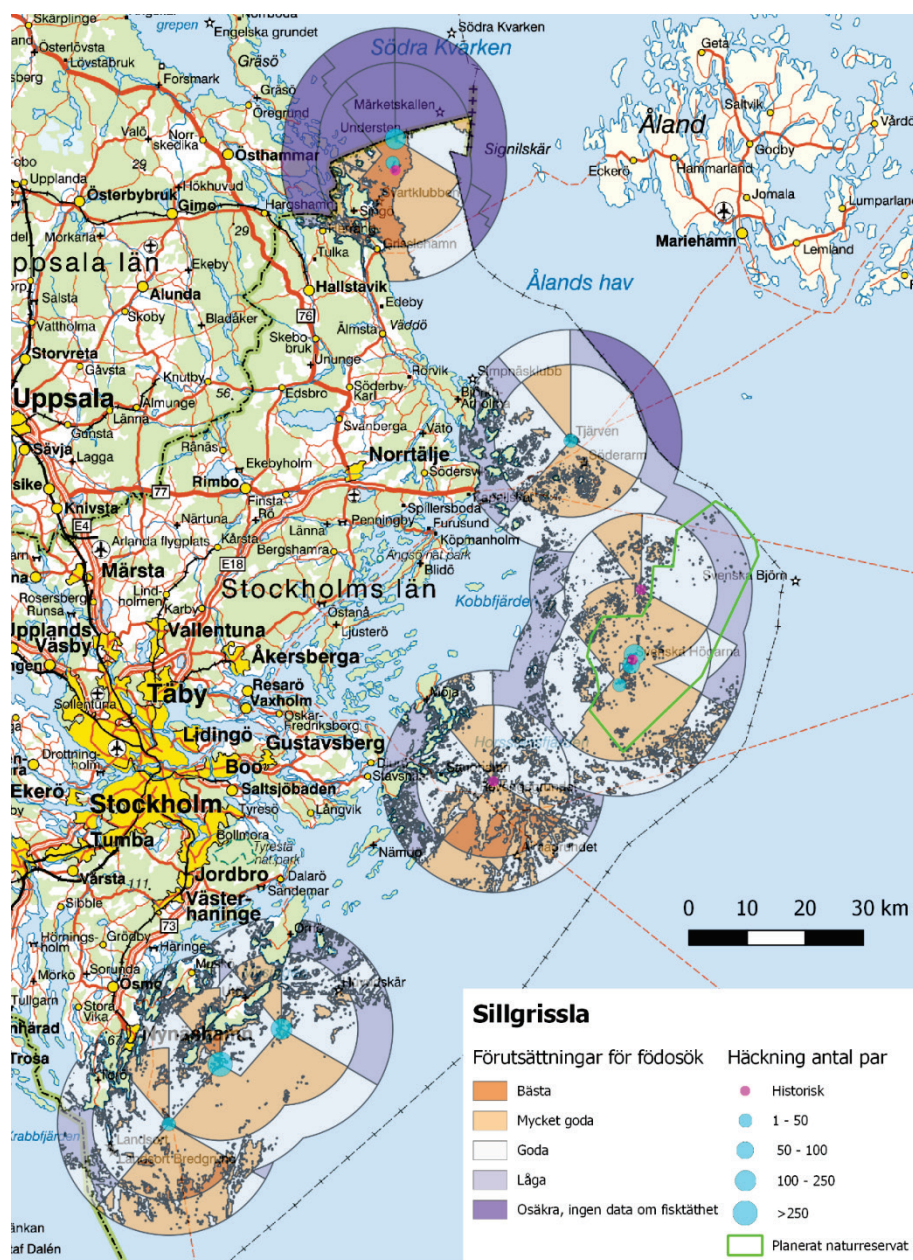
3.1.2. Sillgrissla

Modellen för sillgrissla förutsåg att de bästa födosöksområdena vid Svenska Högarna är koncentrerade runt grundområdena strax söder om huvudön inom det planerade marina reservatet samt norrut i Lygna skärgård, dvs. strax utanför reservatsgränsen (figur 4). Huvudsakligen identifierades alla bättre födosöksområden (bästa eller mycket goda) i en nord-sydlig riktning i nära anslutning till de kända häckningsplatserna på Kalken, Lillö och Skvimpaskär. Detta var främst en effekt av den dominerande vindriktningen och det faktum att fåglarna tenderar att flyga i denna riktning när de söker föda. Lämpliga födosöksområden i andra riktningar, exempelvis vid Gillöga i väster, är därför en effekt av närhet och höga fisktätheter.

I Norrtälje kommun identifierades områden med de bästa förutsättningarna för födosök främst med utgångspunkt från fågelkolonin vid Abborren och Stridsbådan i Singö skärgård och söderut mot den norra spetsen av Vaddö. Något mindre områden identifierades även kring Söderarm och söderut (figur 5). I Värmdö kommun identifierades ett relativt stort primärt födosöksområde söder om Rörskären mellan Revengegrundet och Almagrundet. I Haninge kommun förekom två större sammanhängande områden med bäst förutsättningar för födosök; det första strax norr om fågelkolonin på Grän och det andra söder om kolonin på Gunnarstenarna i höjd med Landsort (figur 5). Med utgångspunkt från tidigare nämnda häckningsplatser identifierades det sedan något sämre, men fortfarande mycket goda födosöksområden i nord-sydlig riktning längs med i princip hela det yttre havsbandet från Nämdö i söder till Arholma i norr.



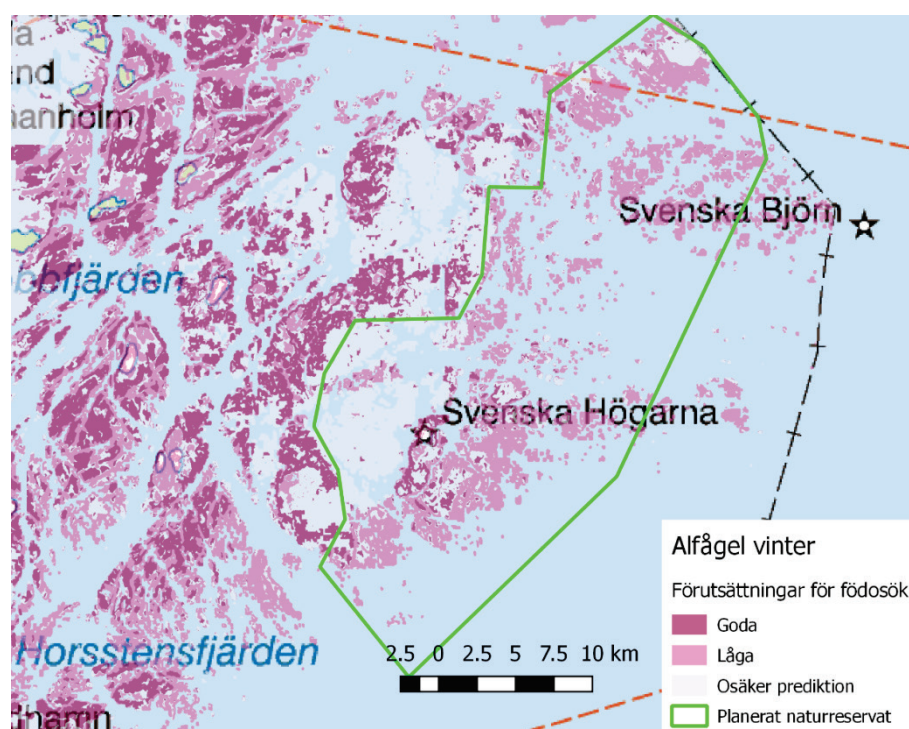
Figur 4. Potentiella födosöksområden för sillgrissla (*Uria aalge*) i skärgårdarna kring Svenska Högarna. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Historiska (1991–2015) samt nutida häckningsplatser (2016) är markerade med rosa respektive blå punkter. Födosöksområdena är klassade i fyra klasser som representerar låga till höga förutsättningar för födosök. I det mörklila fältet saknas det data om fisktäthet och klassades därför inte.



Figur 5. Potentiella födosöksområden för sillgrissla (*Uria aalge*) i delar av norra, mellersta och södra skärgården. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Historiska (1991–2015) samt nutida häckningsplatser (2016) är markerade med rosa respektive blå cirklar. Födosöksområdena är klassade i fyra klasser som anger låga till höga förutsättningar för födosök. I det mörklila fältet saknas det data om fisktäthet och klassades därför inte.

3.1.3. Alfågel

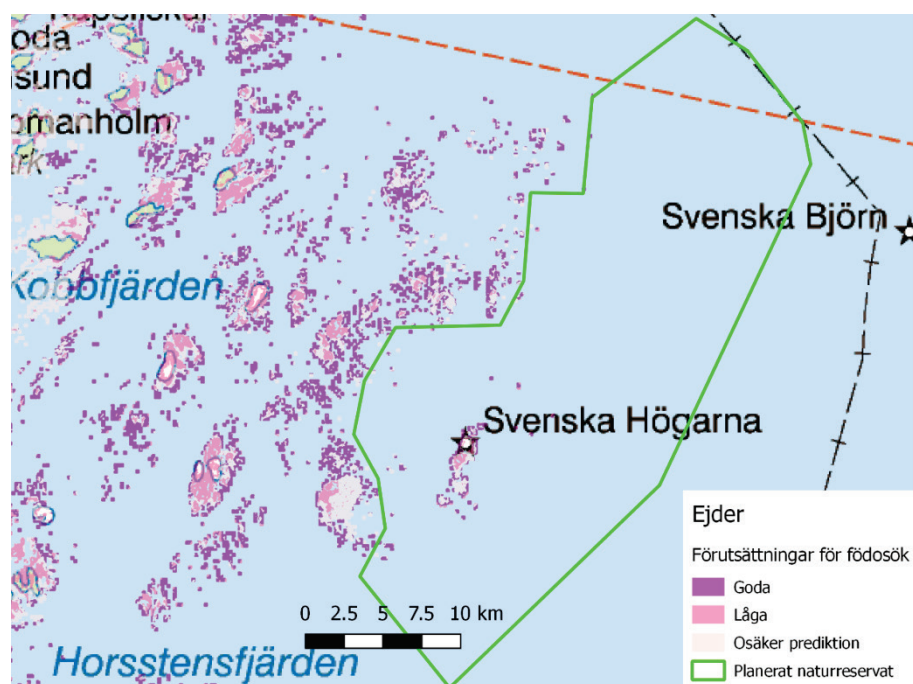
Primära födosöksområden för alfågel kring Svenska Högarna identifierades relativt nära huvudön och strax sydost om denna. Utöver detta identifierades relativt få goda födosöksområden inom det planerade marina naturreservatet eftersom de djupa bottenarna öster om skärgården (djupare än 30 meter som är alfågeln maximala dykdjup) inte är nåbara. Större primära områden identifierades dock strax väster om reservatets gräns (figur 6). Förövrigt förekom lämpliga födosöksområden för alfågel i hela länet förutom innerskärgården (visas inte i kartan nedan).



Figur 6. Potentiella födosöksområden för övervintrande alfågel (*Clangula hyemalis*) kring Svenska Högarna. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Födosöksområdena är klassade enligt låga eller goda förutsättningar för födosök. Ljusgrå områden indikerar hög osäkerhet i blåmusseltätheter och har därför inte klassificerats.

3.1.4. Ejder

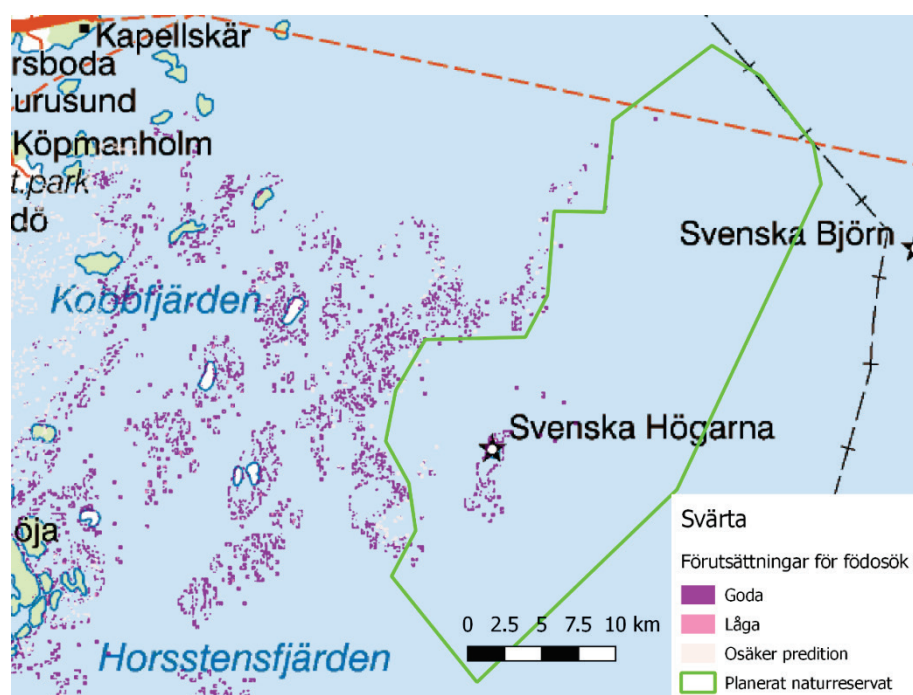
För ejder, vars dykdjup (max 6 meter) är grundare än för alfågel, identifierades primära födosöksområden huvudsakligen i nära anslutning till öar, skär och friliggande grynnor och förekom i mindre fläckar över hela länet, dock i något lägre utsträckning i innerskärgården (figur 7 visar exempel för området kring Svenska Högarna).



Figur 7. Potentiella födosöksområden för ejder (*Somateria mollissima*) vid Svenska Högarna och närliggande skärgårdar. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Födosöksområdena är klassade enligt låga eller goda förutsättningar för födosök. Ljusgrå områden indikerar hög osäkerhet i blåmusseltätheter och har därför inte klassificerats.

3.1.5. Svärta

Goda födosöksområden för svärta förekom enligt modellen, lokalt i relativt små områden i hela Stockholms skärgård med undantag för innerskärgården. Inomskärs är förekomsten av lämpligt bottensubstrat (sand) lägre och botten/vattenkvaliteten generellt sett sämre vilket kan förklara lägre tätheter av tillgänglig föda. Eftersom svärter lever av bottenfauna (kräftdjur, snäckor och musslor) vilka huvudsakligen förekommer i mjuka, sandiga sediment, predikteras tillgänglig föda förekomma relativt nära grunda, troligtvis skyddade landområden där detta substrat är vanligare (figur 8 visar endast område kring Svenska Högarna).



Figur 8. Potentiella födosöksområden för svärta (*Melanitta fusca*) kring Svenska Högarna. Det planerade marina reservatet är markerat med grön linje. Födosöksområdena är klassade enligt låga eller goda förutsättningar för födosök. Ljusgrå områden indikerar hög osäkerhet för bottenfauna och har därför inte klassificerats.

4. Diskussion

4.1. Tillgång på lämpliga födosöksområden

Tillgången på lämpliga födosöksområden för både fiskätande och bottenätande sjöfågel förutsågs av modellerna vara god i stort sett hela länet men dock något lägre i innerskärgården. För de fiskätande fåglarna (tordmule och sillgrissla) var detta en direkt effekt av att födosöksområdena begränsades i modellen av det maximalt kända födosöksavståndet från häckningsplatserna; vilka alla ligger i den absoluta ytterskärgården. För de bottenfaunaätande fåglarna (svärta och ejder och alfågel), där födosöksområdena modellerades utan sådana begränsningar, är orsaken mer kopplad till födotillgången som generellt är sämre i innerskärgården (Nyström Sandman et al., 2013). Orsakerna till detta är i sin tur antagligen kopplade till lägre tillgång på lämpliga bottenstrukturer för födoorganismer och sämre vattenkvalitet men tydliga orsakssamband är inte dokumenterade och kräver ytterligare analyser. I detta sammanhang är det även intressant att notera att den geografiska utbredningen av de fiskätande sjöfågelnas nuvarande häckningsplatser således inte är starkt kopplade till födotillgång utan begränsas av andra faktorer, troligtvis inkluderat friluftsliv, rovdjur och andra störningar.

4.2. Osäkerheter

4.1.1. Fiskätande sjöfågel

Eftersom både tordmule och sillgrissla huvudsakligen lever av pelagisk fisk som förekommer i den fria vattenmassan är det viktigt att ha i åtanke att de modeller som presenterats här är ytterst osäkra. Främst eftersom pelagisk fisk inte är stationär och modellen av fisktäthet baseras på fältundersökningar under en säsong (sensommar) år 2011. Det är således inte säkert att de områden som här klassats som bra/dåliga för fisktäthet är så alla år under aktuell häckningsperiod. Dessutom har underlaget för fisk extrapolerats att täcka in de norra delarna av länet (Norrtälje kommun) som inte inkluderades i fältundersökningen. Allt detta gör att fisktätheterna och således utpekade potentiella födosöksområden för fiskätande sjöfågel bör tolkas med försiktighet, särskilt längs Vaddökusten där modellen för fisktäthet förutsågs vara mycket hög. Primära födosöksområden, i synnerhet för de fiskätande fåglarna bör därför styrkas med nya fältundersökningar.

4.1.2. Bottenfaunaätande sjöfågel

Vissa osäkerheter i modellerna för alfågel, ejder och svärta beror främst på att underlagen för födan (täckningsgrad av blåmusslor och annan bottenfauna) också är modellerade. Osäkerheten begränsades dock av att alltför osäkra områden för födounderlagen exkluderades. Dessutom bör

mellanårsvariationer för bottenlevande och mer eller mindre stationära arter vara betydligt lägre än för pelagisk fisk.

4.1.3. Potentiella effekter av vinteris för födosök hos alfågel

För alfåglar som endast övervintrar i skärgården är vinteris en parameter som lokalt skulle kunna minska tillgången på goda födosöksområden. Baserat på SMHIs ishavsrapport för maxisutbredningen under perioden 2010-2016 visade sig isförhållandena vara mycket varierande i länet dessa år. Under de svåra isvintrarna 2010–2011 sträckte sig isen t.ex. ända ut till Svenska Högarna och vidare till Åland, medan det under andra år kunde vara helt isfritt i hela länet. Därmed är det troligt att födotillgången för alfågel kan begränsas lokalt i skärgården under perioder av större isutbredning. Det är också sannolikt att innerskärgården och de norra delarna av länet oftare blir islagda och att födotillgången där i så fall är mer varierande. Modellen visade dock att lämpliga födosöksområden bör finnas i stora delar av länet och att fåglarna därmed lätt kan hitta föda även på andra platser. Om klimatet blir mildare i framtiden med få om några isvintrar är det troligt att tillgången på isfria födosöksområden blir ännu bättre eller mer stabil, vilket kan gynna arten såvida inte födan i sig påverkas negativt.

Referenser

- Alexandersson, H., 2006. Vindstatistik för Sverige 1961-2004 (SMHI No. 121), Meteorologi. SMHI Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Norrköping.
- Andersson, M., 2012. Syreförhållanden i svenska hav (Faktablad No. 56). SMHI Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.
- Ehn, A., Hjertstrand, G., Nordin, M., Kyrk, C., Broberg, A., Helander, B., Karlsson, O., Kautsky, H., 2015. Levande skärgårdsnatur 2015 med rapporter från 2014. Skärgårdsstiftelsen i Stockholms län, Stockholm.
- Evans, T., Kadin, M., Olsson, O., Åkesson, S., 2013. Foraging behaviour of common murres in the Baltic Sea, recorded by simultaneous attachment of GPS and time-depth recorder devices. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 475, 277–289. doi:10.3354/meps10125
- Fox, A. d., 2003. Diet and habitat use of scoters *Melanitta* in the Western Palearctic -a brief overview. *Wildfowl* 2003, 163–183.
- Guillemette, M., Woakes, A.J., Henaux, V., Grandbois, J.-M., Butler, P.J., 2004. The effect of depth on the diving behaviour of common eiders. *Can. J. Zool.* 82, 1818–1826. doi:10.1139/z04-180
- Länsstyrelsen i Stockholm. Rapport 2017:8. Provfiske vid Svenska Högarna och Lilla Nassa skärgårdar.
- Nilsson, L., 1972. Habitat Selection, Food Choice, and Feeding Habits of Diving Ducks in Coastal Waters of South Sweden during the Non-Breeding Season. *Ornis Scand.* 3, 55–78. doi:10.2307/3676166
- Nilsson, L., Ogonowski, M., Staveley, T., 2016. Factors affecting the local distribution of the Long-tailed duck *Clangula hyemalis* in Baltic offshore waters. *Wildfowl* 142–158.
- Nyström Sandman, A., Didrikas, T., Enhus, C., Florén, K., Isaeus, M., Nordemar, I., Nikolopoulos, A., Sundblad, G., Svanberg, K., Wijkmark, N., 2013. Marin Modellering i Stockholms län (AquaBiota Report). AquaBiota Water Research, Stockholm, Sweden.
- Ojaveer, E., Lindroth, A., Bagge, O., Lehtonen, H., Toivonen, J., 1981. Fishes and Fisheries, in: Voipio, A. (Ed.), *The Baltic Sea*, Elsevier Oceanography Series. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands, pp. 275–340.
- Piatt, J.F., Nettleship, D.N., 1985. Diving depths of four alcids. *Auk* 102, 293–297.

Stempniewicz, L., 1995. Feeding ecology of the Long-tailed duck *Clangula hyemalis* wintering in the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea). *Ornis Svec.* 5, 133–142.

Žydelis, R., Ruskyte, D., 2005. Winter foraging of long-tailed ducks (*Clangula hyemalis*) exploiting different benthic communities in the Baltic Sea. *Wilson Bull.* 117, 133–141.



Länsstyrelsen arbetar för att
Stockholmsregionen ska vara
attraktiv att leva, studera, arbeta
och utveckla företag i.

*Länsstyrelsen Stockholm
Avdelningen för miljö
Telefon: 010-223 10 00
www.lansstyrelsen.se/stockholm*