

GPS-märkta silltrutaras (*Larus fuscus fuscus*) nyttjande av projekteringsområdet Olof Skötkonung

Ulrik Lötberg, Sandra Sjöstrand, Henrik Bergendal,
Natalie Isaksson och Susanne Åkesson



Rapporten är framtagen för Deep Wind Offshores planerade etablering av vindkraftparken Olof Skötkonung i Bottenhavet.

Innehåll

Inledning.....	3
Metoder.....	5
Inventering av häckande silltrutar.....	5
GPS-övervakning av silltrut.....	6
Fångst och montering.....	7
Tolkning av häckningsaktivitet	8
Visualisering av aktivitetsområden	9
Klassificering av besök.....	9
Beräkning av kollisionsrisk.....	10
Resultat.....	13
Häckande par.....	13
Fåglar följda med GPS	13
Överlapp med den planerade vindkraftsparken under häckningstid	13
Besök och aktivitet i utredningsområdet	17
Kollisionsrisk	19
Diskussion och rekommendationer.....	21
Vi som har jobbat med denna rapport.....	23
Tack.....	24
Referenser	25

Inledning

Silltruten förekommer med två häckande underarter i Sverige, nominatformen (*Larus fuscus fuscus*) i Östersjön samt *L. f. intermedius* som häckar på västkusten och i Vänern. Den svenska populationen av nominatformen (*L. f. fuscus*) har från slutet av 1970-talet till 2010 minskat från ca 17 000 par till ca 9000 par. Idag ligger population av *L. f. fuscus* kring knappt 5000 par (Ulf Ottosson muntl.) och är numera klassad som sårbar i den svenska rödlistan (Nilsson *et al.*, 2020). Liknande minskningar hos samma underart har även konstaterats i Nordnorge, Finland och i Estland. Den är numera i stort sett försvunnen som häckfågel i Finska viken (både Estland och Finland). Den totala världspopulationen av *L. f. fuscus* uppgick 2005 till ca 22 000 par varav ca 40% återfanns i Sverige.

Denna rapport behandlar den i Östersjön häckande nominatrasen av silltrut *Larus fuscus fuscus*, även kallad östersjötrut men härefter kallad silltrut.



Figur 1: Silltrutsungar i sitt bo i Björns skärgård. Foto av Ulrik Lötberg.

Silltruten uppvisar olika rörelsemönster beroende på tidpunkt och status. En häckande individ födosöker med utgångspunkt i en central punkt (kolonin), och återvänder frekvent för att ta hand om avkomman, se Figur 1. En trut som inte häckar, antingen för att den inte påbörjat någon häckning eller efter misslyckat försök, behöver inte återvända till en central punkt. Dessa individer kan röra sig över långa sträckor, upp till 3500 km (Åkesson *et al.*, ej publicerade data), på utforskande turer över stora delar av Östersjön under häckningssäsongen. Silltrut är en migrerande art, som flyttar söderut under vintermånaderna, för aktuell art till områdena runt Victoriasjön i centrala Afrika.

Vindkraftsparker till havs kan påverka havsfåglar på flera sätt, såsom genom kollisionsrisk, habitatpåverkan, undanträngning och barriäreffekt (Exo, 2002, Furness *et al.*, 2013). Kollisionsrisk avser risken att individer skadas eller dör av direkt kontakt eller kollision med turbinens rotorblad. Habitatpåverkan innebär förändringar i det marina ekosystemet (Reubens 2013), vilket kan påverka tillgången på föda och göra så att fåglar attraheras eller undanträngs. Med undanträngning menas att

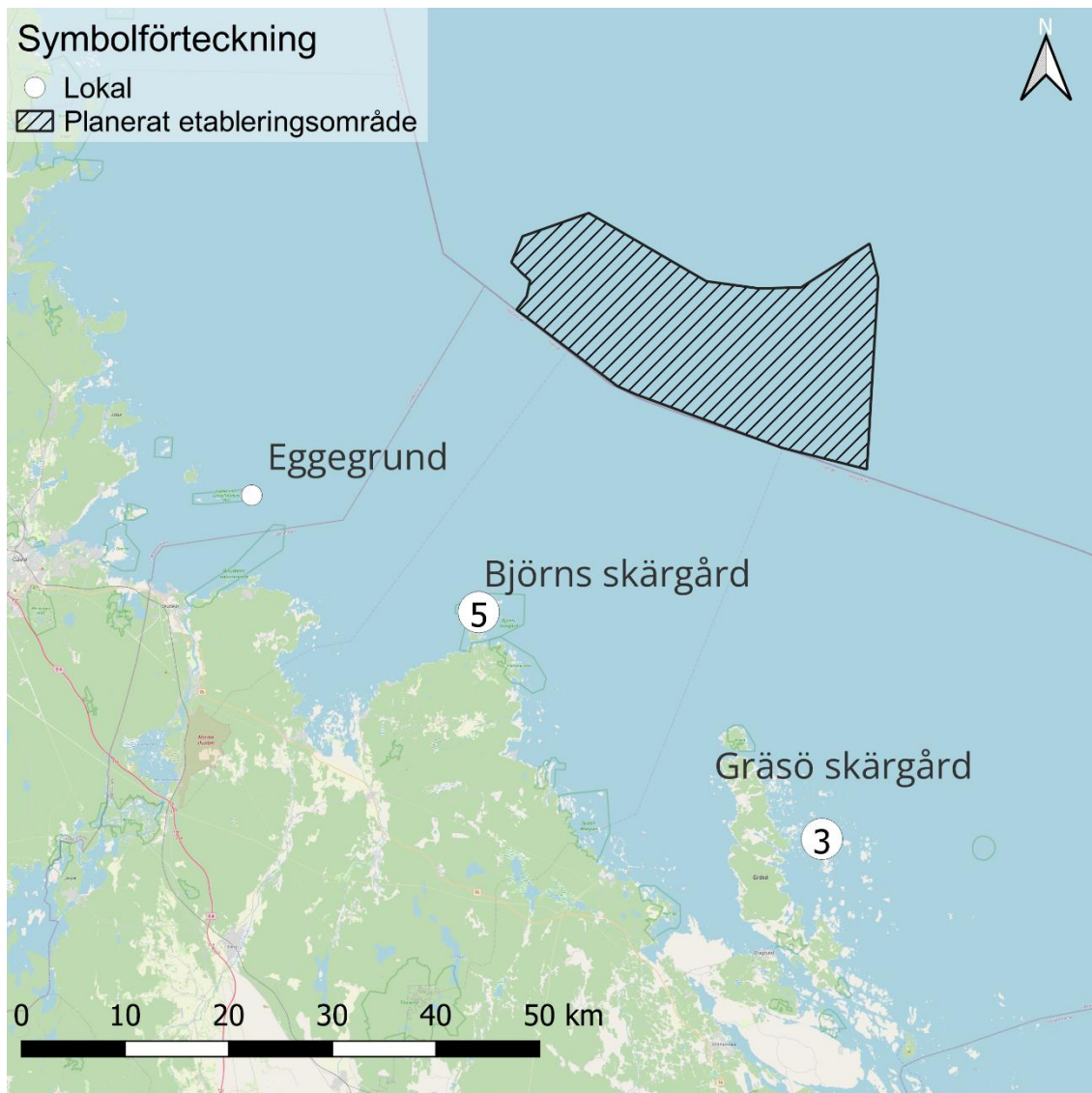
fåglar helt eller delvis undviker området och därmed förlorar tillgången till underliggande habitat. Barriäreffekt, slutligen, avser att individer flyger andra, längre sträckor mellan exempelvis koloni och födosöksområden, vilket medför att de förbrukar mer energi för att få tillgång till föda (Band, 2012). Denna rapport undersöker silltrutens rörelsemönster under häckningsperioden för att belysa potentiell påverkan på lokala populationer som ett resultat av den planerade vindkraftsparken Olof Skötkonung.

Metoder

Information inhämtades genom inventering, insamling och sammanställning av GPS-data samt från offentliga källor.

Inventering av häckande silltrutar

Inventering utfördes på de lokaler där häckande silltrutar antas besöka den tilltänka vindkraftparken Olof Skötkonung, se Figur 2.

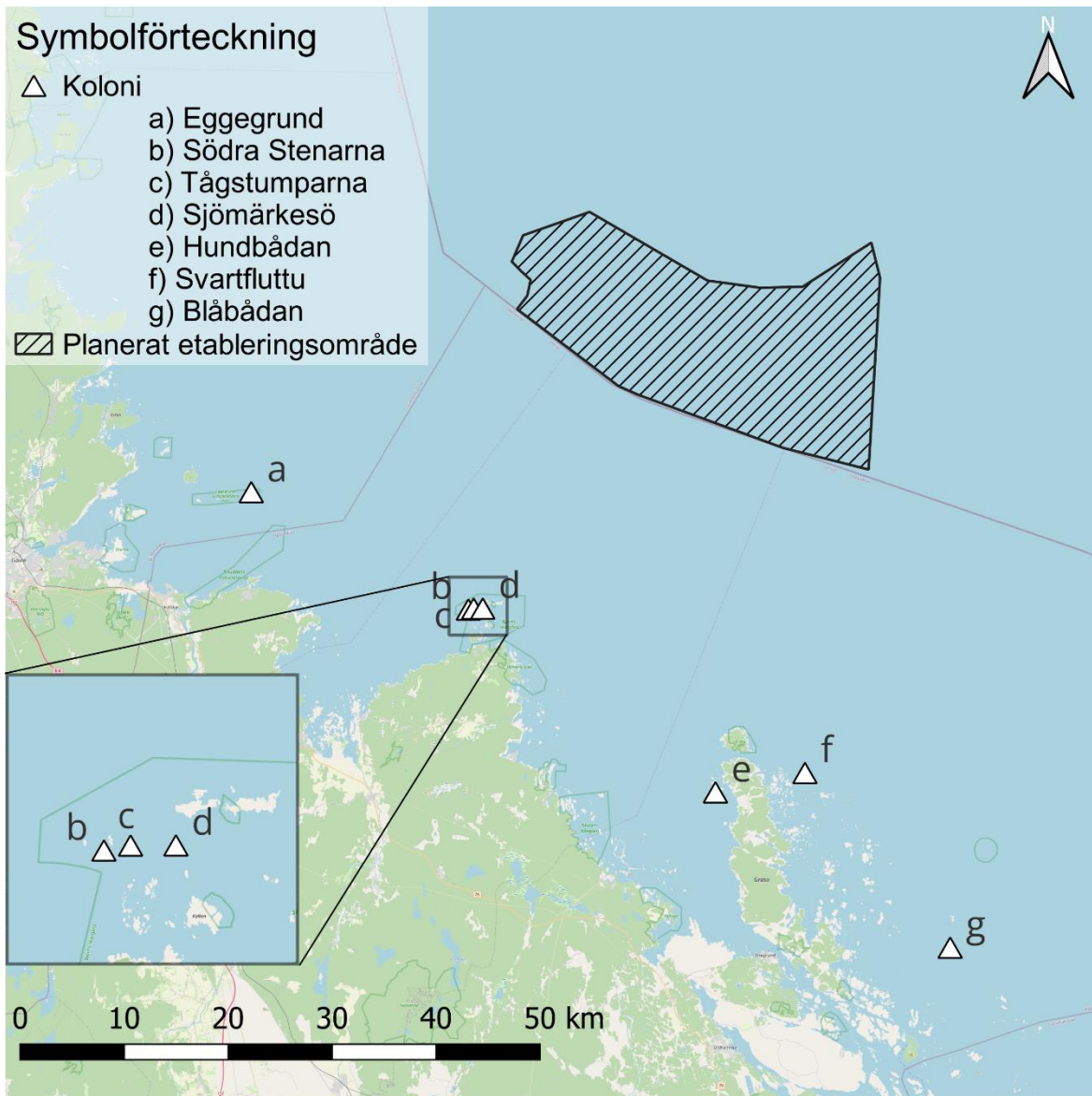


Figur 2: Lokaler från vilka silltrutar antas besöka etableringsområde Olof Skötkonung. Siffror inom cirkel anger antalet kolonier inom respektive lokal.

Inventeringen gjordes genom att räkna antalet vuxna (adulta) individer under häckningstid och dela antalet med två, vilket är den etablerade metoden att inventera häckande bestånd av silltrut (Länsstyrelsen Gävleborg, 2009).

GPS-övervakning av silltrut

Individer från sju av de nio inventerade kolonierna användes, se Figur 3.



Figur 3: Silltrutskolonier från vilka häckande individer GPS-märkts. Södra stenarna, Tågstuparna och Sjömärkesö tillhör Björns skärgård medans Hundbådan, Svartfluttu och Blåbådan tillhör Gräsö skärgård.

Totalt användes data från 21 vuxna silltrutar som försetts med GPS-logger mellan 2013 och 2020, se Tabell 1.

Tabell 1: Tillgänglig GPS data från silltrut. Koloni, märkdatum, datum för avslutad häckning, samt antal år av häckningsdata anges för respektive individ.

Koloni	Individ	Märkdatum	Häckning avslutad	Antal år med häckningsdata
Eggegrund	MU04	2020-06-08	2020-07-28, 2021-08-02, 2022-06-11	3
	MU05	2020-06-08	2020-08-31, 2021-07-27, 2022-08-13	3
	MU06	2020-06-08	2020-07-05	1
Södra stenarna	MF00	2013-05-23	2013-07-17	1
	MF04	2013-05-23	2013-08-14	1
	MF17	2014-06-06	2014-08-19, 2015-05-17	2
Tågstuparna	MF06	2013-06-13	2013-07-19	1
	MF07	2013-06-13	2013-07-14	1
	MF08	2013-06-13	2013-07-19	1
	MF15	2014-06-06	2014-08-16	1
	MF16	2014-06-06	2014-08-16	1
	MF19	2014-06-08	2014-06-16, 2015-05-18	2
Sjömärkesö	MF10	2013-06-13	2013-07-13	1
	MF18	2014-06-08	2014-08-07	1
Hundbådan	MA53	2018-06-10	2018-07-31, 2019-08-14, 2020-07-22	3
Svartfluttu	MU07	2020-06-13	2020-08-04, 2021-08-01, 2022-06-08	3
	MU08	2020-06-13	2020-07-16, 2021-05-27, 2022-07-12	3
Blåbådan	MA51	2018-06-07	2018-07-08	1
	MU00	2020-06-01	2020-07-16	1
	MU01	2020-06-01	2020-07-31	1
	MU02	2020-06-01	2020-07-16	1

För att samla in information om silltrutaras rörelser används en logger av modellen OrniTrack-15 (eller -20 för individer märkta före 2015) från företaget Ornitela. Loggern som väger ungefär 15 gram är utrustad med en GPS-mottagare för att positionera fågeln och kan skicka insamlade data via det existerande mobilnätet. Dessutom är enheten utrustad med ett internt batteri samt solceller som kan ladda batteriet vilket gör att enheten kan fungera i flera år.

Fångst och montering

Vuxna fåglar fångades på bo under maj och juni. Fåglarna infångas genom att placera en apterad slagfälla över boet vilken utlöses om fågeln lägger sig på boet (Figur 4). Denna metod är beprövad och fungerar väl för fångst av bland annat tärnor och trutar (Rueda-Urbe *et al.*, 2021).

GPS-loggern monteras på fågelns rygg med s.k. leg-loops (Figur 4), vilken består av en ögla runt varje ben (Mallory & Gilbert, 2008). Detta gör att selen inte stör vingarnas rörelser eller placeras över bröstmuskulaturen. En ytterligare fördel med metoden är att om ett av selens band går av, så faller loggern omedelbart av och kommer inte att hänga löst och störa fågeln.



Figur 4: Till vänster en slagfälla monterad över ett silltrutsbo. Till höger en silltrut med en nyss monterad GPS-logger. Foto av Ulrik Lötberg.

Tolkning av häckningsaktivitet

I denna rapport undersöks vilka områden silltrutar använder under häckningen. GPS-data från varje fågel har utvärderats för att med hjälp av deras beteende avgöra vilket datum varje individ påbörjar sin häckning samt när den avslutas eller avbryts. För att enkelt kunna referera till vilken fas i häckningen en fågel befinner sig i delas häckningen in i följande faser: parning, ruvning, matning av pulli (små ungar), flygga ungar och slutligen en fas efter avslutad häckning men där fåglarna fortfarande rör sig i nära anslutning till häckningsön. Varje fas är ungefär 25 dagar lång, därför har häckningssäsongen delats in i jämna 25-dagarsperioder. Periodernas datum, Tabell 2, beror på var i Sverige kolonin ligger. Under respektive period ägnar sig huvuddelen av fåglarna i en koloni åt det perioden beskriver.

Tabell 2: Aktiviteter och perioder under häckningstiden för silltrut.

Aktivitet	Påbörjas	Avslutas
Parning	27 april	21 maj
Ruvning	22 maj	15 juni
Matning av pulli	16 juni	11 juli
Matning av flygga ungar	12 juli	6 augusti
Tid efter häckning	7 augusti	1 september

Visualisering av aktivitetsområden

Innan vidare analys har datapunkter som genererats med färre än fem satelliter (Tomkiewicz *et al.*, 2010) samt uppenbarligen felaktiga datapunkter (starkt avvikande position från övriga) tagits bort. Dessutom har punkter inom en radie mellan 500 och 1 900 meter från respektive koloni tagits bort, eftersom enbart turer till havs är av intresse i studien och många fåglar vilar långa perioder på närliggande öar eller skär.

Frekventa besöksområden under häckningsperioden uppskattades i R (version 4.1.3, <https://www.R-project.org/> (R Core Team, 2022), med så kallad kernel density estimation, paket *adehabitatHR* (Calenge, 2006). Enbart data från perioder då respektive individ bedömdes som aktivt häckande togs med i denna analys. Ytterligare tilläggspaket som använts vid analys innefattar *sp*, klasser och metoder för spatiala data (Bivand, 2013), *raster*, för att generera avståndet mellan punkter (Hijmans, 2022), *rgdal* med länkar till Geospatial Data Abstraction Library, GDAL (Bivand, 2022) samt *rgeos* metoder för analys av spatiala data (Bivand, 2021). Se dokumentationen för utförlig beskrivning.

Data från häckande fåglar utvärderades för varje lokal. Där inte annat värde för utjämningsparameter (h-värde) anges har referensvärdet använts. Notera att när fåglarna använder flera olika områden flitigt, så kan det hända att referensvärdet för utjämningsparametern är för stort vilket medför att dessa aktivitetscentra sammansvetsas även om fågeln inte besökt mellanliggande områden. Samtidigt tenderar denna typ av analys att generera konservativa uppskattningar på högupplöst GPS-data, dvs att besöksområdet centreras kraftigt kring höga koncentrationer av GPS-punkter (Noonan *et al.*, 2019).

Kartorna togs fram med QGIS (version 3.24.0, <https://qgis.org/en/site/> (QGIS Development Team, 2022). Som kartbakgrund har kartor från Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org> (OpenStreetMap Contributors, 2022) använts.

Klassificering av besök

Data från hela häckningssäsongen, se Tabell 2

Tabell 2: Aktiviteter och perioder under häckningstiden för silltrut., filtrerades för att analysera besök i etableringsområdet och deras karaktär. Först identifierades GPS punkter som använt minst fem satelliter och som återfanns inom etableringsområdet. Konsekutiva punkter inom området behandlas som ett besök. Riktningen beräknades baserat på första och sista punkten i området som endera nord, nordost, öst, sydost, syd, sydväst, väst, nordväst (N, NO, O, SO, S, SV, V, NV) eller vändande (ToR). Vidare användes ett gränsvärde på 30 km/h för att klassificera fiskande. Vändande turer klassificerades även som troligen fiskande.

Beräkning av kollisionsrisk

För att beräkna antalet silltrutar som riskerar att kollidera med rotorblad från vindkraftparken när de födosöker i, eller passerar genom området användes den utökade Band-modellen (Band, 2012). Modellen används internationellt som en metod för att beräkna kollisionsrisken för migrerande fåglar och lokala sjöfåglar. Beräkningarna görs med hjälp av information om vindkraftverken i parken samt om fåglarna såsom fågeltäthet i området, fågelns storlek, flyghöjd, flyghastighet samt i vilken grad fåglarna undviker individuella verk.

Parametrar för vindkraftverken och parken redovisas i Tabell 3. Två scenarier beaktas där scenario 1 innefattar 70 st 20 MW verk, maxhöjd 350 m och scenario 2 är 65 st 25 MW verk med en maxhöjd på 370 m. Drifttid antogs vara 98 %.

Tabell 3: Ingångsvärden för parametrar relaterade till vindkraftverk. Scenarier baserade på Samrådsunderlag. Vidare uppskattades rotationshastighet och bladbredd (Vestas) samt lutning (Sudhamshu et al., 2016).

Parameter	Scenario 1	Scenario 2
Antal verk	70	65
Navhöjd (m)	185	195
Radie rotorarea (m)	165	175
Antal blad	3	3
Rotationshastighet (varv/min)	10	10
Maximal bladbredd (m)	10	11
Lutning (grader)	10	10
Latitud (grader)	60.86	60.86

För silltrut uppskattades fågeltätheten i området från GPS-data och inventering. Silltrutar som häckar i samma område (Eggegrund, Björns skärgård och Gräsö skärgård) antas ha ett likartat beteende när det kommer till vilka områden de utnyttjar till havs. Fågeltätheten uppskattades genom att kombinera information från GPS data med antalet häckande par, se Tabell 1. Data från samtliga (21) individer försedda med GPS-logger analyserades för att beräkna antalet besök i etableringsområdet månadsvis. Genomsnittet multiplicerades med det totala antalet häckande individer. Fågeltätheten uppskattades sedan genom att dela resultatet med etableringsområdets yta.

Parametrar för morfologi och beteende hämtades från litteraturen, se Tabell 4: Ingångsvärden för parametrar relaterade till fåglarnas egenskaper. Flyghastighet baseras på uppgifter från (Alerstam et al., 2007), nattaktivitetsfaktorn från (Garthe & Hüppop, 2004), längd och vingspann från (Svensson, 2009).

Tabell 4. Tabell 4: Ingångsvärden för parametrar relaterade till fåglarnas egenskaper. Flyghastighet baseras på uppgifter från (Alerstam et al., 2007), nattaktivitetsfaktorn från (Garthe & Hüppop, 2004), längd och vingspann från (Svensson, 2009).

Tabell 4: Ingångsvärden för parametrar relaterade till fåglarnas egenskaper. Flyghastighet baseras på uppgifter från (Alerstam et al., 2007), nattaktivitetsfaktorn från (Garthe & Hüppop, 2004), längd och vingspann från (Svensson, 2009). Tabell 4: Ingångsvärden för parametrar relaterade till fåglarnas egenskaper. Flyghastighet baseras på uppgifter från (Alerstam et al., 2007), nattaktivitetsfaktorn från (Garthe & Hüppop, 2004), längd och vingspann från (Svensson, 2009).

Parameter	Värde
Fågelns längd (m)	0,52
Fågelns vingbredd (m)	1,26
Flyghastighet (m/s)	13,1
Nattaktivitetsfaktor (1-5)	3
Flygbeteende	Aktiv flykt
Andel av flygningar mot vinden (%)	50

Vidare används värden för silltrutars flyghöjd från Johnston *et al.*, (2014). Undvikandegrad vid användning av den utökade Band-modellen föreslås av Cook (2021) till 97,89% för silltrut. Skov *et al.*, (2018) har funnit högre värden för undvikandegrader för silltrut och anger 99,8%

Modellen ger en indikation om antalet årliga kollisioner i en vindkraftspark. Det går att göra beräkningar både med utgångspunkt från densitet av fåglar (fågeltätheten) i området och utifrån fåglarnas genomflygningar i området. Beräkningar har gjorts för häckande silltrutar utifrån insamlad GPS-data.

Resultat

Häckande par

Inventeringar genomfördes av Per Aspenberg i Gästrikland samt av Ulrik Lötberg och Henrik Bergendal i Björns- och Gräsö skärgårdar.

Tabell 5: Kolonier av silltrut från vilka häckande individer antas besöka etableringsområdet. Koloniernas ungefärliga position samt antalet häckande par år 2022 anges.

Koloni	Lokal	Kommun	Koordinater	Häckande par
Eggegrund	Eggegrund	Gävle	60.7290, 17.5579	48
Södra Stenarna	Björns skärgård	Tierp	60.6299, 17.9274	5
Norra Stenarna	Björns skärgård	Tierp	60.6319, 17.9295	15
Tågstuparna	Björns skärgård	Tierp	60.6307, 17.9361	20
Sjömärkes ö	Björns skärgård	Tierp	60.6307, 17.9518	48
Österhällarna	Björns skärgård	Tierp	60.6257, 17.9837	35
Hundbådan	Gräsö skärgård	Östhammar	60.4735, 18.3565	19
Svartfluttu	Gräsö skärgård	Östhammar	60.2804, 18.8908	120
Blåbådan	Gräsö skärgård	Östhammar	60.3181, 18.6164	150
Totalt:				465

Totalt häckar över 400 par silltrut i området.

Fåglar följda med GPS

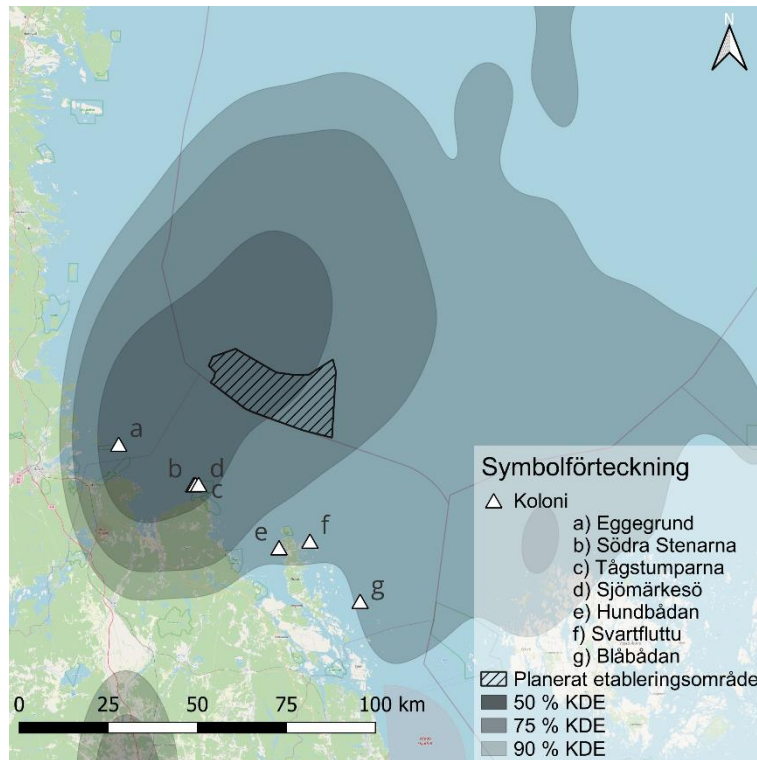
De GPS-försedda fåglar som inkluderats i analysen är sammanfattade i Tabell 1. Åtta av de totalt 33 häckningstillfällena avslutades innan matning av flygga ungar (se

Tabell 2 för faser under häckningsperioden). Avslutad häckning kan bland annat bero på predation från havsörn (*Haliaeetus albicilla*), gråtrut (*Larus argentatus*) och havstrut (*Larus marinus*).

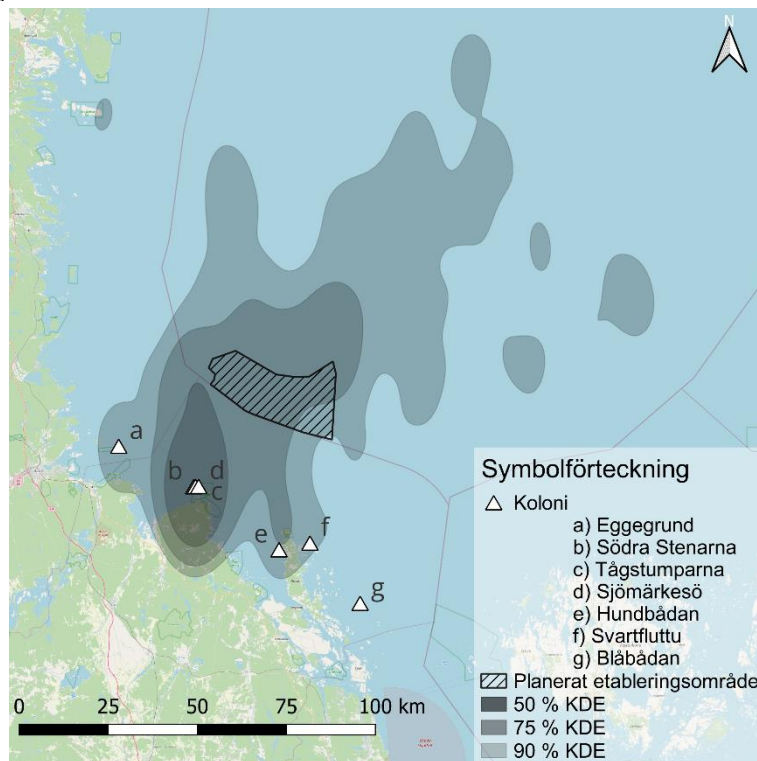
Överlapp med den planerade vindkraftsparken under häckningstid

I Figur 5 nedan redogörs för hur de märkta trutarna nyttjat området för vindkraftspark Olof Skötkonung. Förenklat visar aktivitetscentrum (kernel density) sannolikheten att en individ befunnit sig i ett område vid en viss tidpunkt. Ett område som markerats med kernel density 50% visar ett område där en (eller flera) individer spenderat hälften av sin tid i medan ett område för kernel density 90% visar det område inom vilket individer befunnit sig 90% av tiden. Dessa andelar exkluderar den tid som spenderas i kolonin.

a) Eggegrund

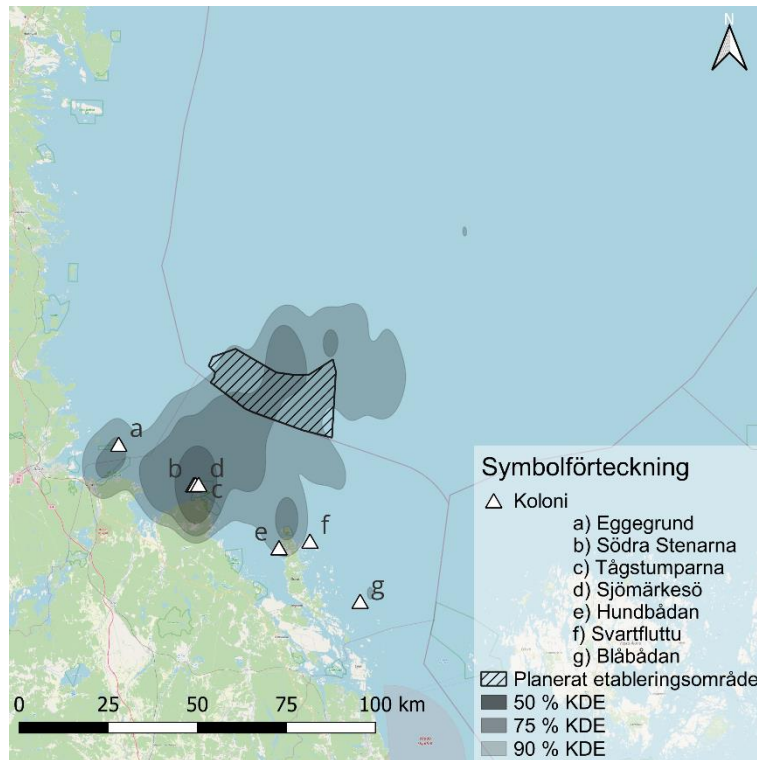


b) Södra Stenarna

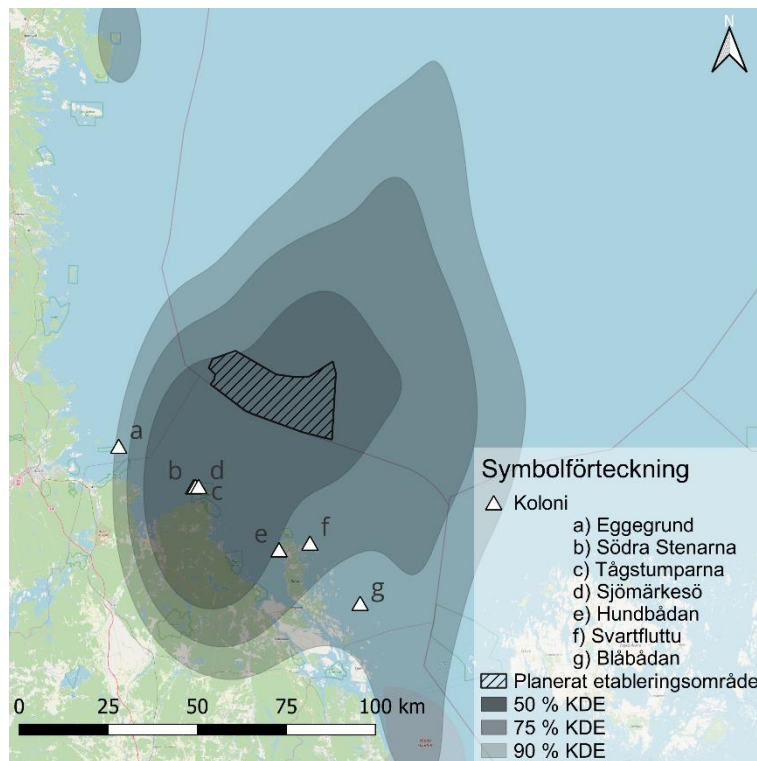




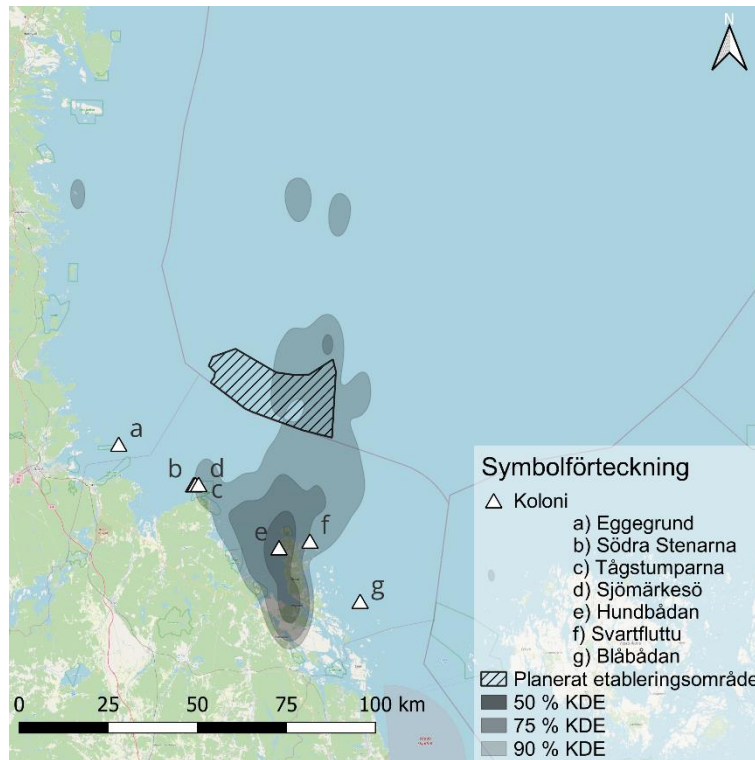
c) Tågstuparna



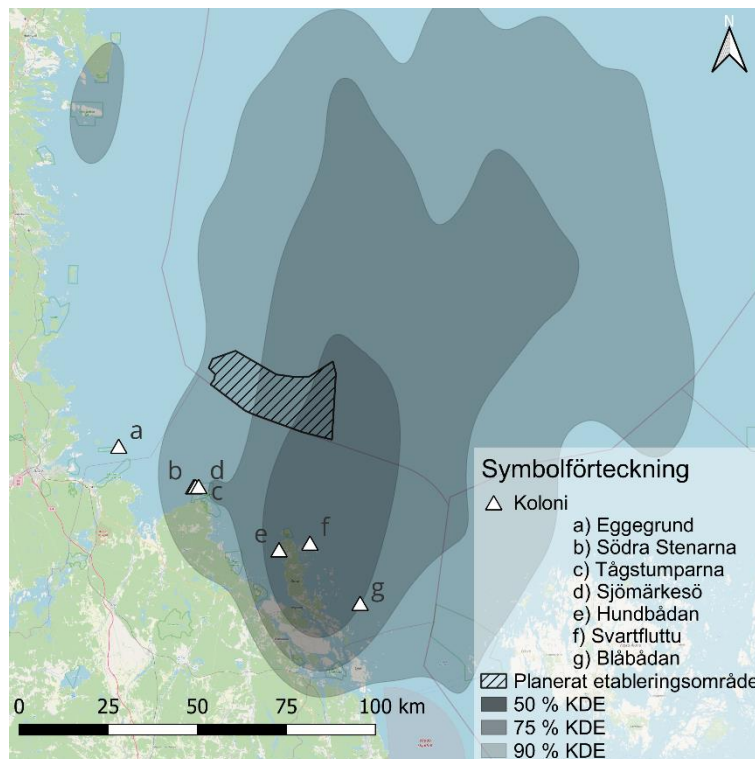
d) Sjömärkesö



e) Hundbådan

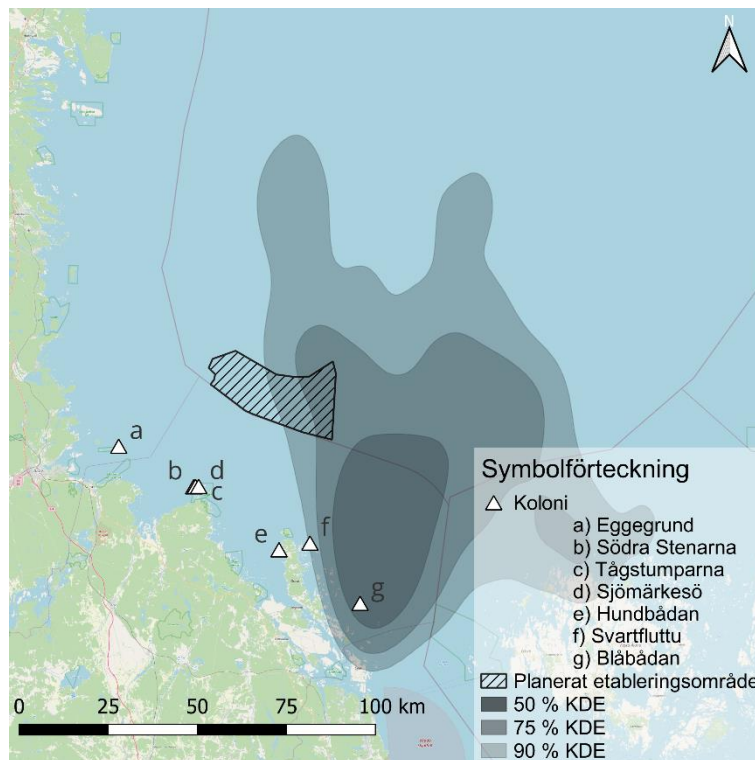


f) Svartfluttu





g) Blåbådan

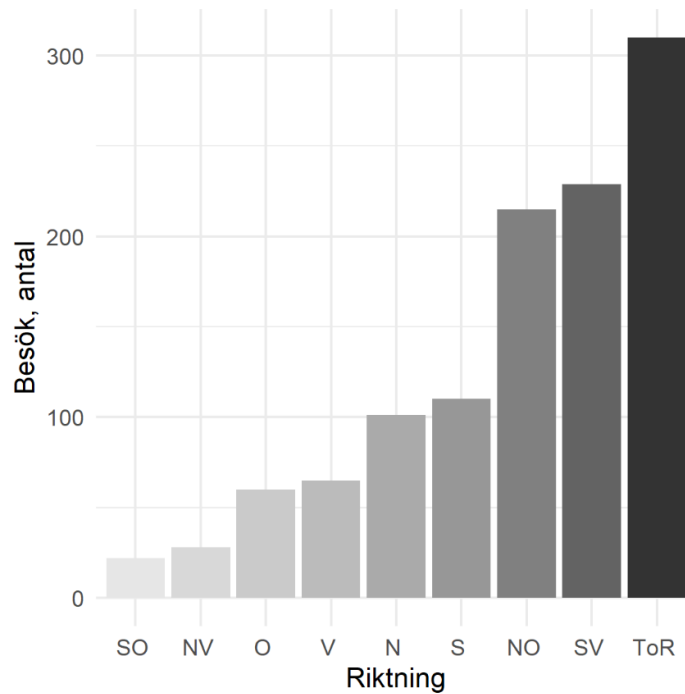


Figur 5: Aktivitetscentra (kernel density estimate) baserat på data från häckningsperioden från GPS-märkta individer, uppdelat utifrån lokal (delfigur a-g). Aktivitetscentra för 90%, 75% och 50% är markerade i ljus till mörkt grå.

Samtliga kolonier uppvisar ett visst överlapp mellan etableringsområdet och 90% aktivitetscentrum. För tre utav de sju kolonierna överlappar etableringsområdet deras 50% aktivitetscentrum.

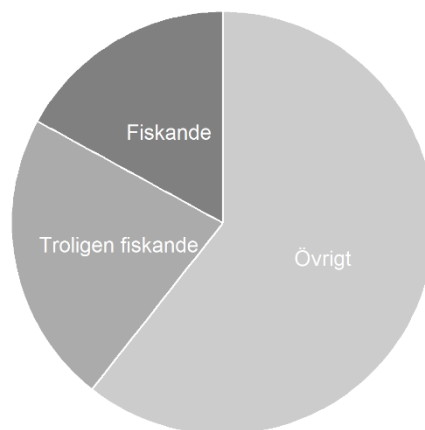
Besök och aktivitet i etableringsområdet

Förutom att uppskatta aktivitetscentra så undersöktes även karaktären av samtliga individers besök till etableringsområdet. Totalt 1140 besök registrerades under häckningssäsongerna och dessa klassificerades utifrån riktning, Figur 6, och aktivitet, Figur 7.



Figur 6: Inflygningar och genomflygningar i etableringsområde utifrån riktning. ToR anger vändande turer.

Utifrån dessa data framgår att cirka 27% av besöken var vändande turer medan 73% var genomflygningar i övervägande nordostlig och sydvästlig riktning. Besöken klassificerades även utifrån aktivitet.



Figur 7: Fördelning av aktivitet av turer som innefattar etableringsområdet. 17% bedöms vara fiskande, 22% troligen fiskande och 61% övrigt. Kategorin övrigt innefattar turer där hastigheten aldrig underskrider tröskelvärdet för "fiskande" inom området. Kategorin övrigt innefattar troligen främst transportbeteende.

Fiskande och troligen fiskande utgör tillsammans 39% av turerna i etableringsområdet.

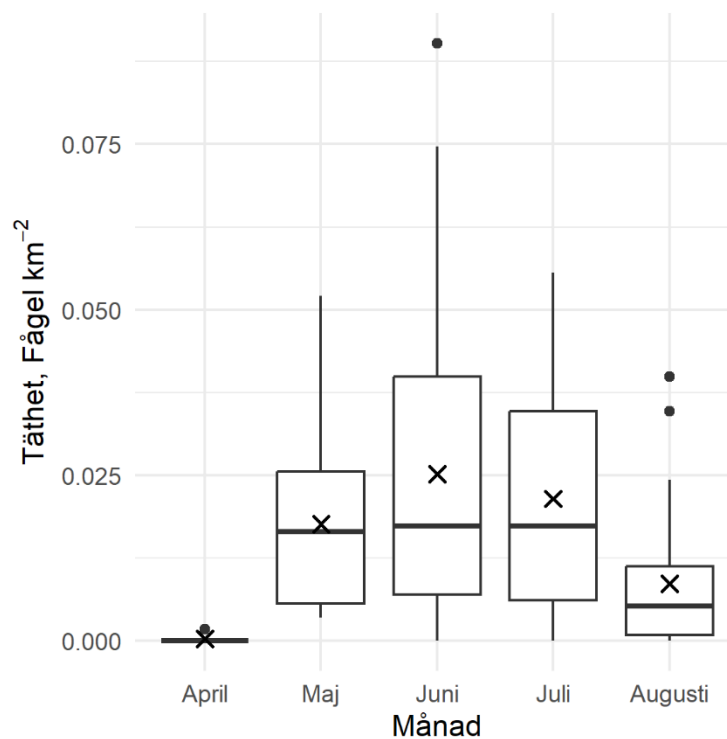
Kollisionsrisk

Beräkningar av kollisionsrisk för silltrut har gjorts med den utökade Band-modellen (Band, 2012). Beräkningen har gjorts baserad på den beräknade förekomsten av silltrutar utifrån data från de GPS-märkta trutarna.

Utöver de parametrar som berör vindkraftparken samt artens morfologi och beteende, se Tabell 3 och 4, så uppskattades fågeltätheten i området utifrån GPS- och inventeringsdata. Den uppskattade fågeltätheten redovisas i Tabell 6 användes som ingångsvärde i modelleringen.

Tabell 6: Ingångsvärden för kollisionsmodellering baserade på GPS-märkta trutars inflygningar i etableringsområdet och antal häckande par.

	April	Maj	Juni	Juli	Augusti
Genomflygningar (medel)	0,17	10	14	12	5,0
Fågeltäthet (Individer/km ²)	0,00024	0,015	0,021	0,018	0,0071



Figur 8: Fågeltäthet baserat på inflygningar i området. Medelvärde per månad används som ingångsparameter till kollisionsmodelleringen och markeras med kryss. Varje box visar intervall från första till tredje kvartilen samt median (horisontell linje). Vertikala linjer innefattar minimum och maximum förutom extremvärden som markeras med fyllda cirklar.

Eftersom fåglarna ringmärktes mitt i häckningsperioden erhöles enbart GPS-data från den senare delen av häckningen under första året. Data för början av häckningsperioden baseras därför på det fåtal individer

som överlevde och återvänder påföljande år. Detta medför att uppskattningarna för april och maj månad är mindre robusta.

Kollisionsrisken uppskattades för två olika scenarier. Den beräknade mängden kollisioner per år för häckande vuxna silltrutar ses i Tabell 7.

Tabell 7: Beräknade årliga kollisioner av häckande silltrutar för olika konfigurationer av verk. Den första raden anger antalet potentiella interaktioner bortsett från undvikande beteende. Rad 2 till 5 visar antal årliga kollisioner med undvikandegrad mellan 95-99,8%.

Undvikandegrad (%)	Scenario 1	Scenario 2
-	146	144
95	7	7
97,89	3	3
99,8	0	0

För en undvikandegrad av 97,89% är det maximala årliga antalet tre, om undvikandegraden istället antas vara 99,8% sjunker detta till noll per år.

Diskussion och rekommendationer

I sammanställningen ovan av de olika silltrutarna vi följt framgår att individer från kolonierna som studerats nyttjar det tänkta vindkraftsområdet, Olof Skötkonung. Vi kan även se en geografisk fördelning där att silltrutarna från Eggegrund främst nyttjar de västra delarna av etableringsområdet, individerna från Björns skärgård stora delar av området, medan kolonierna i Gräsö skärgård främst nyttjar de östra. Gräsö skärgård är den talrikaste lokalen med mer än hälften av områdets silltrutar, se Tabell 5. Kollisionsriskberäkningen med Band-modellen indikerar att endast ett fåtal häckande silltrutar (tre individer vid undvikandegrad 97,89 %) eller inga individer (vid undvikandegrad 99,8 %) skulle riskera att förolyckas varje år genom kollisioner med vindkraftverk. Antalet skiljer sig inte åt oavsett vilket etableringsscenario som modelleras. Modellen bygger på vissa förenklingar och antaganden vilket kan leda till både över- och underskattning av antalet kollisioner. Scenario 2, som innebär ett mindre antal och högre turbiner medför en något lägre uppskattad kollisionsrisk för silltrut vid undvikandegrad 0 %. Detta dels eftersom den totala sammanlagda arean som sveps av turbinbladen är mindre i scenario 2, dels därför att turbinerna befinner sig högre upp, och silltrut sällan flyger mer än 300 m över havet, i synnerhet under häckningssäsongen.

Utöver kollisioner bör andra effekter beaktas, så som undanträngning, barriäreffekt och habitatpåverkan. Den nivå av nyttjande som påvisas av GPS-studien indikerar att etableringsområdet i fråga överlappar tydligt med områden som används av silltrutarna under häckning, till exempel för födosök eller som transit till andra födosöksområden. Det finns därför en risk att en etablering av havsbaserad vindkraft i området skulle medföra negativ påverkan på häckande individer från de lokaler vi inkluderat här vilka utgöt ca 9% av den svenska populationen. De beräknade områdena är baserade på ett fåtal (en till sex) individer och är därför känsliga för individuell variation i beteende, och inte nödvändigtvis representativa för populationerna i sin helhet.

Det går inte heller att utesluta att fler silltrutar använder området än vad GPS-studien visar. Detta kan röra sig om fåglar som inte häckar och, en bit in på säsongen, också fåglar som misslyckats med sin häckning. Individer som uppehåller sig här kan också härstamma från andra häckningsområden, eller, efter en misslyckad häckning, andra delar av Östersjön. Sådana individer kan röra sig över stora delar av Östersjön inklusive Bottenhavet och Bottenviken, upp till 3500 km under utforskande turer (Åkesson *et al.*, ej publicerade data). Observationer till havs eller kompletterande GPS-data från individer utanför närområdet skulle bidra till att kvantifiera totalnyttjandet av området av silltrutar, samt bidraget från fåglar från andra kolonier.

Habitatpåverkan, dvs vindparksetablerings påverkan på underliggande habitat och därmed tillgänglighet av föda kan också få följder för silltruten. Fundamenten har i vissa fall visat sig fungera som artificiella rev och faktiskt ökat förekomsten av vissa arter av fisk (Reubens, 2013). Dessa effekter bör beaktas under planeringen och följas upp under och efter en eventuell etablering. Av de turer som besökte etableringsområdet bedömdes 39% att vara fiskande eller troligen fiskande. En undanträngning till följd av vindparksetablering skulle kunna medföra en viss negativ påverkan för regionens silltruts möjligheter att födosöka. En studie av Vanermen *et al.*, (2020) visar att silltrutar verkar undvika området inuti en vindkraftpark, men påvisar attraktion till verken vid parkens yttre gräns då de verkar rasta på fundamenten. Flera faktorer antas bidra till detta beteende, bland annat tillgång till föda och möjlighet att

rasta på fackverksfundamenten. Detta kan ses som en form av undanträngning eller barriär, eftersom områden inom parken används mindre än omgivningen. Undanträngning påverkar fåglarnas möjlighet att hitta föda, vilket kan leda till minskad häckningsframgång eller ökad mortalitet. Fåglarnas möjlighet att hitta föda skulle dock kunna underlättas om tillgången till fisk ökar vid ett stopp av trålning i området.

Barriäreffekten, å andra sidan, påverkar trutarnas energiförbrukning, då den leder till längre transportsträckor mellan olika aktivitetscentra. En stor andel av besöken till etableringsområdet, 73%, bedömdes som genomflygningar. Detta tyder på att trutarna till stor del använder etableringsområdet för transport till andra födosöksområden. Det är därför högst relevant att beakta konsekvenserna av en eventuell barriäreffekt. Verkens storlek kan tänkas påverka omfattningen av såväl undanträngning som barriäreffekt på silltrut.

Till vilken grad silltrutar undviker vindkraftsparker är ännu inte säkerställt. En preliminär studie av Thaxter (2018) indikerar att silltrutar inte undviker vindparker på en makro-skala, men att de uppvisar ett annat flygbeteende och undviker det rotorsvepta området inom en park. Studien har genomförts i en marin vindkraftspark utanför Englands kust.

Sammanfattningsvis är vår bedömning att undvikandegraden hos silltrut är så hög att mortalitet av någon betydelse för populationen inte uppkommer. Vi förespråkar fortsatt undersökning, i detta fall enligt före-efter-metoden (Before After Control Impact, BACI). Undersökningsperioden efter vindkraftsparkens idrifttagande bör, när det gäller silltrut, pågå under en period av tre till fem år. Undersökningen bör fokusera på en fördjupad analys av artens undvikandemönster och beteende inuti området.

Vi som har jobbat med denna rapport

Ulrik Lötberg, havsfågelexpert, har lett projekt som utför "tracking" av fåglar för BirdLife Sverige sedan 2012. Ulrik leder idag två projekt; dels Projekt skräntärnan, som är ett bevarande projekt för den nationellt hotade skräntärnan, och dels Projekt IBA-kartering, som går ut på att uppdatera våra marina IBA (Important Bird Areas) områden i Sverige utifrån data som samlas in främst med GPS-loggar för kolonihäckande fåglar i Östersjön, men även utifrån inventeringar.

Sandra Sjöstrand, teknologie doktor från Lunds universitet, har flerårig erfarenhet som fältassistent vid inventering, ringmärkning och GPS tracking av havsfåglar i Östersjön. Sandra arbetar som konsult med data-analys och visualisering.

Henrik Bergendal, datavetare från Uppsala, har långvarig erfarenhet av ringmärkning och inventering av fåglar. Henrik har deltagit i ringmärkningen vid ett flertal syd- och mellansvenska fågelstationer, såsom Ottenby, Torhamn, Utklippan och Hammarö fågelstationer.

Natalie Isaksson, biolog och filosofie doktor i miljövetenskap på University of the Highlands and Islands, Storbritannien. Natalie arbetade tidigare vid Lunds universitet och har sedan 2014 varit en del teamet i studier/projekt som BirdLife Sverige bedrivit. Natalie har främst erfarenhet av GPS tracking av havsfåglar samt är expert på miljöpåverkan av havsbaserad förnyelsebar energi.

Susanne Åkesson, professor i zoekologi vid Lunds universitet, och expert på flyttningsekologi och spårning av djur, speciellt fåglar. Susanne har bidragit med sina vetenskapliga kunskaper och har stor erfarenhet inom området. Hon har vidare studerat hur insekter och fladdermöss dras till och påverkas av vindkraftverk genom ett projekt som finansierats av Energimyndigheten.



Figur 9: En adult silltrut på sin häckningsö i Björns skärgård. Foto Ulrik Lötberg.

Tack

Ett stort tack till Deep Wind Offshore som bett oss ta fram denna rapport. Vidare ett stort tack till Lennart Söderlund och Kjell Holmqvist (Björns skärgård), Tommy Mattsson (norra Gräsö) och Louise Westerberg (mellersta Gräsö) som kunnat bistå med båttransporter ut till de olika silltrutskolonirerna som vi har undersökt och våra trevliga båtförare som också har bistått i arbetet med fångst och ringmärkning av silltrutar samt till Per Aspenberg som bistått oss vid fångsten på Eggegrund.

Referenser

- Alerstam, T., Rosén, M., Bäckman, J., Ericson, P. G. P., & Hellgren, O. (2007). Flight speeds among bird species: Allometric and phylogenetic effects. *PLoS Biology*, 5(8), 1656–1662.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PBIO.0050197>
- Band, B. (2012). *USING A COLLISION RISK MODEL TO ASSESS BIRD COLLISION RISKS FOR OFFSHORE WINDFARMS*. www.bto.org/soss.
- Bivand, R. S. (2021). Interface to Geometry Engine - Open Source ('GEOS'). In *Package "rgeos"* (p. 87).
- Bivand, R. S. (2022). Bindings for the "Geospatial" Data Abstraction Library. In *Package "rgdal."*
- Bivand, R. S., Pebesma, E., & Gomez-Rubio, V. (2013). *Applied Spatial Data Analysis with R* (R. Gentleman, K. Hornik, & G. G. Parmigiani (eds.); 2nd ed.). Springer.
- Calenge, C. (2006). The package "adehabitat" for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197(3–4), 516–519.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.03.017>
- Cook, A. S. C. P. (2021). *Additional analysis to inform SNCB recommendations regarding collision risk modelling*.
- Deep Wind Offshore. (2022). Samrådsunderlag Vindkraftspark Olof Skötkonung.
- EDF. (2023). All you need to know about windpower. <https://www.edfenergy.com/energywise/all-you-need-to-know-about-wind-power>
- Garthe, S., & Hüppop, O. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*, 41(4), 724–734.
<https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x>
- Hijmans, R. J. (2022). Geographic Data Analysis and Modeling. In *Package "raster"* (3.5-15; p. 249).
- Johnston, A., Cook, A. S. C. P., Wright, L. J., Humphreys, E. M., & Burton, N. H. K. (2014). Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 51(1), 31–41. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12191>
- Länsstyrelsen Gävleborg. (2009). *Kustfåglar i Gävleborg 2007*.
- Mallory, M. L., & Gilbert, C. D. (2008). Leg-loop harness design for attaching external transmitters to seabirds. *Marine Ornithology*, 36, 183–188.
- Noonan, M. J., Tucker, M. A., Fleming, C. H., Akre, T. S., Alberts, S. C., Ali, A. H., Altmann, J., Antunes, P. C., Belant, J. L., Beyer, D., Blaum, N., Böhning-Gaese, K., Cullen, L., de Paula, R. C., Dekker, J., Drescher-Lehman, J., Farwig, N., Fichtel, C., Fischer, C., ... Calabrese, J. M. (2019). A comprehensive analysis of autocorrelation and bias in home range estimation. *Ecological Monographs*, 89(2), 1–21.
<https://doi.org/10.1002/ecm.1344>
- OpenStreetMap Contributors. (2022). *Map data copyrighted OpenStreetMap contributors and available from <https://www.openstreetmap.org>*. <https://www.openstreetmap.org>

- QGIS Development Team. (2022). *QGIS Geographic Information System*. <https://www.qgis.org>
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- Rueda-Uribe, C., Lötberg, U., Ericsson, M., Tesson, S. V. M., & Åkesson, S. (2021). First tracking of declining Caspian terns *Hydroprogne caspia* breeding in the Baltic Sea reveals high migratory dispersion and disjunct annual ranges as obstacles to effective conservation. *Journal of Avian Biology*. [https://doi.org/10.1016/s0012-3692\(15\)44308-9](https://doi.org/10.1016/s0012-3692(15)44308-9)
- Skov, H., Heinänen, S., Norman, T., Ward, R., Méndez-Roldán, S., & Ellis, I. (2018). *ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report – April 2018*. www.nirasconsulting.co.uk
- Sudhamshu A.R., Manik Chandra Pandey, Nivedh Sunil, Satish N.S., Vivek Mugundhan, Ratna Kishore Velamati. (2016). Numerical study of effect of pitch angle on performance characteristics of a HAWT. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 19(1), 632-641, <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2015.09.010>.
- Svensson, L. (2009). *Fågelguiden: Europas och Medelhavsområdets fåglar i fält* (2nd ed.). Bonnier Fakta.
- Vanermen, N., Courtens, W., Daelemans, R., Lens, L., Müller, W., Van De Walle, M., Verstraete, H., & Stienen, E. W. M. (2020). Attracted to the outside: A meso-scale response pattern of lesser black-backed gulls at an offshore wind farm revealed by GPS telemetry. *ICES Journal of Marine Science*, 77(2), 701–710. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz199>
- Vestas. (2013). Offshore. <https://pdf.archiexpo.com/pdf/vestas/offshore-v164-80-mw-v112-33-mw/88087-243525.html>