



UDVIKLING AF METODE TIL OVERVÅGNING AF ALK OG LOMVIE PÅ GRÆSHOLMEN VED KOMBINATION AF DRONE OG TIME-LAPSE KAMERA, SAMT RESULTATER AF OPTÆLLING I 2024

Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 656

2025



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

UDVIKLING AF METODE TIL OVERVÅGNING AF ALK OG LOMVIE PÅ GRÆSHOLMEN VED KOMBINATION AF DRONE OG TIME-LAPSE KAMERA, SAMT RESULTATER AF OPTÆLLING I 2024

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 656

2025

Anders Mosbech
Johan H Funder Castenschiold
Morten Frederiksen
Kasper Lambert Johansen
Flemming Merkel

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 656
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Udvikling af metode til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen ved kombination af drone og time-lapse kamera, samt resultater af optælling i 2024
Forfatter(e):	Anders Mosbech, Johan H Funder Castenschiold, Morten Frederiksen, Kasper Lambert Johansen og Flemming Merkel
Institution(er):	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	https://dce.au.dk
Udgivelsesår:	April 2025
Redaktion afsluttet:	April 2025
Faglig kommentering:	Thomas Bregnballe
Kvalitetssikring, DCE:	Camilla Uldal
Rekvirent:	Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV)
Bedes citeret:	Mosbech, A., Castenschiold, J.H.F., Frederiksen, M., Johansen, K.L., og Merkel, F. 2025. Udvikling af metode til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen ved kombination af drone og time-lapse kamera, samt resultater af optælling i 2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, s. 39 Videnskabelig Rapport. 2025 656
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten beskriver resultaterne af en afprøvning af metoder til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen og præsenterer estimater for antallet af ynglepar af de to arter i 2024. Ved at kombinere fotografering fra drone med time-lapse kameraer var det muligt at estimere antallet af lomvier til 19.472 par og antallet af alke til 2.965 par. Det kunne derved dokumenteres, at begge arters bestande har været i kraftig vækst på Græsholmen over de seneste årtier.
Emneord:	alk, lomvie, overvågning af fuglebestande med drone, Græsholmen, Ertholmene, Christiansø
Foto forside:	Alk Foto P. Lyngs
ISBN:	978-87-7156-948-3
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	39

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1 Indledning	8
2 Metode	9
2.1 Overordnet metode	9
2.2 Græsholmen: Droneflyvning og optælling	9
2.3 Havet omkring Græsholm: Droneflyvning og optælling	13
2.4 Time-lapse kameraer	20
3 Resultater og diskussion	21
3.1 Antal lomvier i yngleområder på Græsholmen i 2024	21
3.2 Variation i antal fugle og estimering af K-faktor	23
3.3 Estimat af antal lomvie-ynglepar	25
3.4 Ynglebiologiske resultater for lomvie	27
3.5 Anbefalinger til fremtidig brug af time-lapse kameraer	27
3.6 Antal fugle på havet omkring Græsholmen i 2024	28
3.7 Estimat af ynglebestand af alk	30
4 Anbefalet metode til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen	33
4.1 Lomvie	33
4.2 Alk	33
5 Bestandsudvikling for alk og Lomvie på Græsholmen	34
6 Referencer	36
7 Appendiks	37
Appendiks 1	37
Appendiks 2	37
Appendiks 3	37

Forord

Miljøstyrelsen (nu Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø) har 22. marts 2024 bestilt en opgave hos DCE med det formål, at udvikle metoder til overvågning af ynglebestande af alk og lomvie på Græsholmen. Denne rapport beskriver resultaterne.

Sammenfatning

I Danmark yngler så godt som hele bestanden af lomvie og alk på den lille ø Græsholmen, der udgør en del af øgruppen Ertholmene nordøst for Bornholm. Disse arter indgår i udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F79 både som ynglefugle og som trækfugle. Begge arter yngler også – men i lave antal – på vestkysten af Bornholm.

Denne rapport indeholder resultater fra et projekt, hvis primære formål var at udvikle metoder til optælling af ynglebestanden af lomvie og alk på Græsholmen. I foråret 2024 blev der foretaget en droneoptælling på Græsholmen og på havet omkring Græsholmen, og udvalgte dele af kolonien blev fulgt gennem ynglesæsonen ved brug af time-lapse fotoovervågning. Der har ikke hidtil været foretaget overvågning af alk og lomvie på Græsholmen under NOVANA-programmet, og der har været brug for at få udviklet en standardiseret metode til optælling/estimering af disse to arters ynglebestande.

Baseret på en optælling af Græsholmen med drone d. 2. juni 2024, kombineret med time-lapse fotoovervågning af lomvier i to plots, har vi estimeret antallet af lomvier, der gennemførte yngleforsøg på Græsholmen, til 19.472 par. Det vurderes, at resultatet er relativt robust, og det anbefales, at optælling af lomvier med drone fremover gennemføres omkring den første uge af juni, hvor alle ynglepar kan forventes at være aktive. Kombinationen af droneoptælling og time-lapse fotoovervågning i plots vurderes at være væsentlig for at nå frem til et robust estimat. På denne baggrund er der udarbejdet et udkast til en Teknisk Anvisning (TA) til optælling af lomvie bestanden på Græsholmen.

Baseret på en optælling med drone d. 2. juni 2024 af Græsholmen og havet omkring Græsholmen, har vi estimeret antallet af alke, der gennemførte yngleforsøg på Græsholmen, til 2965 par. Da alke yngler mere skjult end lomvier, er det vanskeligere at estimere ynglebestanden, og estimatet af alke er behæftet med en væsentlig usikkerhed. Det anbefales, at der gennemføres yderligere en sæson med metodeudvikling, dels med dronetællinger på flere dage i begyndelsen af juni for at få et indtryk af dag-til-dag variationen, dels med time-lapse fotoovervågning i plots for at fastlægge døgnrytme omkring tælletidspunktet (både i kolonien og i rasteområder på land). Herefter vil der kunne udarbejdes en Teknisk Anvisning til optælling af alkebestanden på Græsholmen.

Resultatet af optællingerne fra 2024 viser, at Græsholmens bestand af alk og lomvie er stor, og at begge arters bestande har været i kraftig vækst gennem de seneste årtier. For begge arter er bestanden i Østersøen biogeografisk isoleret, og for begge arter udgør den danske ynglebestand en vigtig del af Østersøens samlede bestand. Græsholmens koloni af lomvie vurderes nu til at være den næststørste i Østersøen, efter kolonien på Stora Karlsö ved den svenske ø Gotland. Græsholmens koloni af alk vurderes til at være blandt de største, der findes i Østersøen. Ligesom på Græsholmen har der også på Stora Karlsö været hurtig vækst i de to arters bestande. Væksten har været mulig, fordi de to arter har haft let adgang til føde, hovedsageligt bestående af brisling. Et konservativt skøn, baseret på de tilgængelige, men ikke helt opdaterede opgørelser for antallet af ynglepar i Østersøen, tyder på, at Græsholmen nu huser omkring en tredjedel af Østersøens samlede bestand af lomvie og knap 10 % af Østersøens samlede bestand af alk.

Summary

This report describes a feasibility study of monitoring of breeding common guillemots and razorbills at the islet Græsholmen, located NE of Bornholm in the Baltic Sea (55.32° N, 15.18° E). This islet holds the vast majority of all breeding pairs of the two species in Denmark. These breeding populations have not previously been included in the Danish national environmental monitoring programme NOVANA, and there has been a need to develop standardised methods for estimation of abundance. The study was conducted in 2024 and employed drone-based aerial counts of the island and the surrounding sea area, combined with time-lapse camera monitoring of study plots.

Based on a drone-based count of Græsholmen on 2 June 2024, combined with time-lapse camera monitoring of two study plots, we estimate the breeding population of common guillemots at Græsholmen to 19,472 pairs. This result is regarded as relatively robust, and we recommend that drone-based counts of common guillemots are carried out during the first week of June, when all breeding pairs are active. The combination of drone-based counts and time-lapse monitoring is regarded as important, in order to reach a robust estimate. Based on these principles, we have developed Technical Guidelines for surveys of the common guillemot population at Græsholmen.

Based on drone-based counts of both Græsholmen and the surrounding sea area on 2 June 2024, we estimate the number of breeding pairs of razorbills to be 2965. Because razorbills breeds more secluded this estimate comes with a high uncertainty, and we recommend a further season of method development, including repeated counts on several days in early June to estimate day-to-day fluctuations, as well as time-lapse monitoring of razorbills to establish diel attendance rhythms, both in colonies and in loafing areas. Following such studies, Technical Guidelines can be developed for monitoring of razorbills.

Our results show that the populations are larger than previously thought and indicate a rapid population growth over several decades for both species. The Danish breeding population forms an important part of the Baltic population, which for both species is biogeographically isolated. Græsholmen is now estimated to be the second-largest common guillemot colony in the Baltic, after Stora Karlsö (Sweden), and among the largest razorbill colonies. The rapid growth of the Græsholmen colony is mirrored in the Stora Karlsö colony, indicating an abundant food supply, mainly consisting of sprat. A conservative estimate, based on available but partially outdated figures for the other breeding areas in the Baltic Sea, suggests that the common guillemots on Græsholmen now constitute about one-third of the Baltic population, and the razorbills constitute nearly 10%.

1 Indledning

Der har ikke hidtil været foretaget overvågning af ynglende alk og lomvie på Græsholmen under NOVANA-programmet. Der har således været brug for at få udviklet en standardiseret metode til tælling/estimering af disse to ynglefuglebestande.

Græsholmen er en ca. 400x250 m stor ubeboet ø. Den udgør én af tre øer i øgruppen Ertholmene beliggende nordøst for Bornholm. ((55.32° N, 15.18° Ø, Ertholmene/Christiansø). På baggrund af de udviklede metoder skal der udarbejdes Tekniske Anvisninger (TA), som kan anvendes til den fremtidige overvågning af de to ynglefuglearter på Græsholmen.

Igennem det tyvende århundrede var Græsholmen den eneste ynglelokalitet for alk og lomvie i Danmark. I de senere år er der opstået mindre kolonier af begge arter på Bornholm, men langt hovedparten (~99 %) af begge arters bestande yngler fortsat på Græsholmen. Både som ynglefugle og som trækfugle indgår begge arter i udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde 79 (Ertholmene). Derfor er der behov for at kunne overvåge bestandenes størrelse regelmæssigt. Græsholmen er generelt det man betegner som en 'flat-top' koloni, hvor hovedparten af alkefuglene yngler under og mellem store sten og ikke på klippehylder. Bestanden af begge arter har været i vækst i mange år, og der er efterhånden kommet flere ret åbne sub-kolonier, hvor der yngler lomvier. Lomvier og alke er tidligere blevet optalt ved at kravle rundt inde i subkolonierne og tælle æg og/eller redeindgange. Denne metode resulterede i omfattende prædation af lomviernes æg fra sølvmåger. De tidligere gennemførte optællinger af de ynglende alkefugle på Græsholmen var særdeles besværlige, yderst tidskrævende, skabte forstyrrelser af fuglene, og i lomviernes tilfælde var det delvis umuligt at nå frem til en præcis opgørelse. Ud fra disse erfaringer har DCE tidligere frarådet at gøre forsøg på at overvåge de to arter ved at gå i land på øen og forsøge at tælle fugle og/eller æg eller redeindgange. I stedet har DCE efter aftale med Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø arbejdet på at udvikle en metode til optælling af lomvier og alke, hvor der benyttes en kombination af dronefotos suppleret med fotos fra time-lapse kameraer i udvalgte foto-plot.

I denne rapport fremlægges resultaterne af metodeudviklingsprojektet, samt estimater for størrelsen af ynglebestandene af lomvier og alke på Græsholmen i 2024. Optællingsresultatet for lomvier i 2024 er tidligere kortfattet rapporteret i notatet Mosbech m.fl. (2024). anbefalinger til den Tekniske Anvisning for optælling af lomvie rapporteres separat.

Mads Salling takkes for optælling af fugle på dronefotos og Nicoline Nørgaard takkes for optælling af fugle på time-lapse fotos. Tak til Thomas Bregnballe for hjælp med den oprindelige udvikling af metodeprojektet. Per Alnor Kjær, Christiansø Naturvidenskabelige Feltstation, samt Christiansø Administration og Havn takkes for hjælp og logistisk support. Naturstyrelsen Bornholm takkes for tilladelse til at gennemføre feltundersøgelser på Græsholmen.

2 Metode

2.1 Overordnet metode

Hypotesen var, at det ville være muligt at estimere antallet af ynglepar af lomvier ved 1) at afgrænse udbredelsen af del-kolonierne på dronefotos, 2) at optælle antallet af individer i delkolonier på dronefotos, 3) at anvende time-lapse kameraer i foto-plots i yngleområderne mhp. at estimere et forholdstal mellem antallet af aktive par, der gennemfører yngleforsøg, og antallet af individer, der er til stede og optælles på dronefotos.

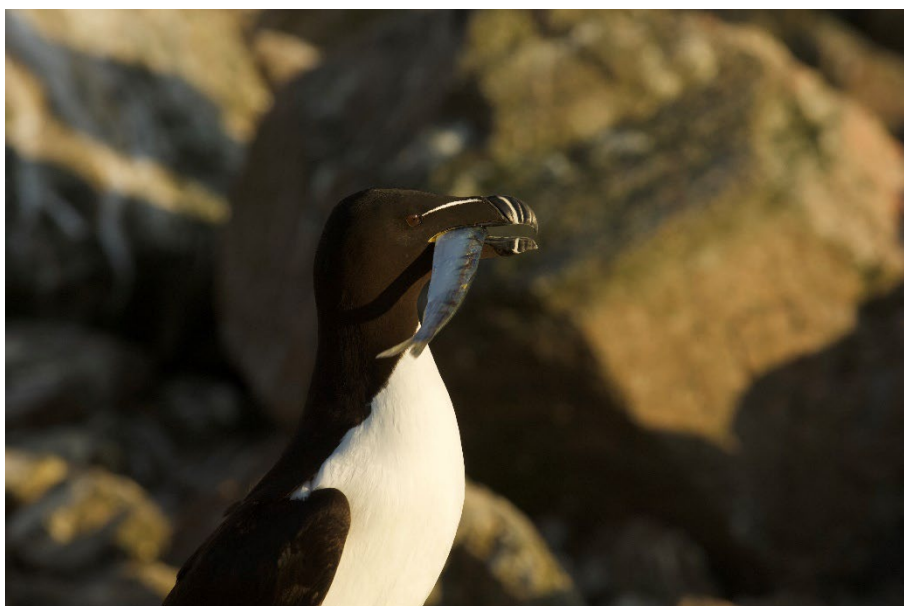
Alke yngler mere skjult, og alle de aktive ynglepar kan derfor ikke på samme måde som for lomvier optælles på dronefotos af selve øen. Hypotesen var, at det ville være muligt at estimere antallet af ynglepar af alk ved 1) at fotografere øen såvel som havet omkring Græsholmen inden alkene gik igang med at etablere sig inde på øen og 2) at omregne fra antal individer til antal ynglepar.

2.2 Græsholmen: Droneflyvning og optælling

2.2.1 Droneflyvning over Græsholmen

Fotografering af Græsholmen fra drone blev foretaget i alt fire gange i 2024 d. 22., 28., 29. april og d. 2. juni (Tabel 1). Desuden blev der i 2022 gennemført en dronefotografering af Græsholmen d. 28. april, som også afrapporteres i denne rapport. Datoerne i april blev udvalgt med henblik på at få samtidige tællinger af de to arter på Græsholmen, og på havet omkring Græsholmen, på et tidspunkt, hvor lomvierne forventedes at være på plads i kolonierne, mens alkene, der er ca. 14 dage senere i deres ynglefænologi, formodedes at ligge på havet tæt ved Græsholmen. Alkene yngler mere skjult, så det er kun muligt at optælle en mindre andel af de ynglende alke på et dronefoto af Græsholmen. Optællingen d. 2. juni blev gennemført for at få en optælling midt i lomviernes yngleperiode.

Alk med brisling (foto P.Lyngs)



Tabel 1. Basisoplysninger om de fire drone-overflyvninger af Græsholmen udført i 2024.

1. Survey		Vejrdata		Metadata fotos		Noter
Dato	22. april	Skydække/sigt	1/8 / 15km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys med småbyger
Tid	15.10-17.25	Temp	-1-2 ^o C	ISO	800-1600	
Fl.højde	28-30m	Vind	5-8m/s	Ekspo. strops	-0,7 /F3)	
Fl.hastighed	>1,5 m/s	Nedbør	Sludbyger	Manuel scene	0, 0,0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Minimal	Foto format	JPG	
2. Survey		Vejrdata		Metadata fotos		Noter
Dato	28. april	Skydække/sigt	1/8 / +20 km	Shutter speed	1/1500	Meget solskin og dermed forekomst af skygger.
Tid	09.45-12.55	Temp.	3-5 ^o C	ISO	400-800	
Fl.højde	42-45 m	Vind	5-8 m/s	Ekspo. stops	-1,7 (F5)	
Fl.hastighed	>1,5 m/s	Nedbør	Ingen byger	Manuel scene	0, 0, 0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Høj	Foto format	JPG	
3. Survey		Vejrdata		Metadata fotos		Noter
Dato	29. april	Skydække/sigt	6/8/ +20 km	Shutter speed	1/1500	
Tid	11.20-13.40	Temp.	6-7 ^o C	ISO	800-1600	Forholdsvist blødt lys med minimal skyggedannelse.
Fl.højde	32-35 m	Vind	4-6 m/s	Ekspo. stops	-0,7 (F3)	
Fl.hastighed	>1,5 m/s	Nedbør	Ingen byger	Manuel scene	+2, +2, +2	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Medium	Foto format	JPG	
4. Survey		Vejrdata		Metadata fotos		Noter
Dato	02. juni	Skydække/sigt	7/8 / 15 km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys med småbyger (tordenbyger).
Tid	15.45-18.10	Temp.	-22-24 ^o C	ISO	800-1600	
Fl.højde	28-30 m	Vind	4-7 m/s	Ekspo. stops	-0,7 (F3)	
Fl.hastighed	>1,5 m/s	Nedbør	Tordenbyger	Manuel scene	2, 2, 2	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Minimal	Foto format	JPG	

For at sikre en minimal forstyrrelse blev hver flyvning udført efter en efterprøvet og standardiseret fremgangsmåde testet i anden sammenhæng, blandt andet i Vadehavet i 2020. Denne fremgangsmåde indebærer, at dronen blev startet fra Frederiksholm, hvilket sikrede en minimumsafstand på 300 m fra ynglekolonierne på Græsholmen. Når dronen var i luften, var det vigtigt at tilnærme sig surveyområdet gradvist og med en stabil flyvehastighed. Denne del af flyvningen foretages bedst manuelt, idet man derved kan minimere pludselige ændringer i hastighed, højde og lydpåvirkning fra dronen, hvilket kan udløse reaktioner hos visse arter af vandfugle. Desuden blev flyvningen planlagt, så de første par transektbaner startede ude over vandet i god afstand fra koloniområderne. Ved at følge denne fremgangsmåde kunne der observeres en markant habituering til dronen, og kun et fåtal af alkefugle rastende på klipperne så ud til at reagere negativt ved at flytte sig kortvarigt ud på vandet. Fugle længere inde på øen i koloniområderne så ikke ud til at reagere på tilstedeværelsen af dronen.

Flyvningerne blev udført med en DJI Matrice 300 RTK drone med et P1 kamera med 50 mm objektiv monteret. Kameraindstillingen 'fotoshot' var sat til 'shutter priority', hvilket sikrer en stabil og høj lukkehastighed, der var defineret til 1/1500 sekund. Ligeledes var flyvemønsteret ensartet med et overlap på 65 % mellem transekterne, hvilket sikrer en succesfuld efterfølgende sammensætning af billederne. For at imødegå det ujævne terræn med klippeblokke og fordybninger og sikre, at så mange vinkler som muligt blev dækket, udførtes flyvningen med 'Smart oblique'-funktionen aktiveret. Dette gjorde, at hele survey-området blev dækket både i nadir (90°, kig lige ned) og i

oblique (indstillet til 15° kig til alle sider) under flyvningen. Derudover blev flyvningen planlagt med 'follow terrain'-mode aktiveret, hvor dronen følger en bestemt vertikal højde over en prædefineret højdemodel, som var udtrukket fra Datafordeleren.dk (Klimadatastyrelsen). Denne model blev korrigeret for forskel mellem geoid- og ellipsoid-højde i zonen omkring Ertholmene, som er +33-35m (ellipsoid-højde). Den tilpassede højdemodel blev indlæst i DJI Pilot-appen i dronens smartcontroller. AI forprogrammering blev udført i DJI Pilot-appen (v.2.5.1.3).

2.2.2 Ortofotomosaik af Græsholmen

Fotos fra hver overflyvning blev efterbehandlet i Adobe Lightroom Classic. Dette omfatter bl.a. kalibrering af eksponering, skarphed, støjreduktion og hvidbalance. Dronefotos fra hver overflyvning blev sammensat i en georefereret ortomosaik dækkende hele Græsholmen. S sammensætningen blev foretaget i Agisoft Metashape (version. 1.8.3). For hver droneoverflyvning blev der lavet en georefereret ortomosaik i 2 mm opløsning (pixelstørrelse).

For at sikre, at præcisionen af georefereringen mellem de forskellige overflyvninger var tilstrækkelig, udførtes et workflow i Metashape med placering af kontrolpunkter (GCP) på strategiske steder og med loggede koordinater. Indledningsvist 'alignes' fotos fra alle overflyvninger på en gang i samme projekt. Denne foto-alignment kan herefter optimeres på baggrund af de udvalgte kontrolpunkter, og uoverensstemmelser kan identificeres og korrigeres manuelt. Dernæst kan ortomosaikker genereres for hvert survey, eksporteres som georefererede raster filer og indlæses til bearbejdning i GIS (Fig. 1). Fremgangsmåden sikrer en høj præcision på tværs af dataset. Udførelse workflow er angivet i appendix 1 (Metashape processeringsrapport).

Figur 1. Ortomosaik af Græsholmen fra droneflyvningen d. 22. april 2024.



2.2.3 Optælling af fugle på ortomosaikker af Græsholmen

Ortomosaikkerne blev dernæst gjort klar til optælling i programmet QGIS, og der blev lagt et net af kvadrater på 10x10 m henover hele Græsholmen (1440 i alt). Denne kvadratstørrelse gør det muligt at se samtlige fugle i et kvadrat på en stor computerskærm uden at skulle zoome. I hver ortomosaik blev hvert kvadrat systematisk afsøgt for fugle, og fundne fugle blev registreret med et punkt i separate GIS-lag for hver art og ortomosaik. Når alle fugle i et kvadrat var registreret, blev kvadratet registreret som færdigoptalt og skiftede farve til en rød tone, så det var let at holde styr på, hvor man var kommet til i optællingen (Fig. 2).

Figur 2. Udsnit, og forstørret udsnit, af fotomosaik af Græsholmen med 10x10 m kvadratnet til brug for optælling. Lomvier er markeret med en rød prik, og færdig optalte kvadrater er tonet røde for at holde styr på hvilke områder, der er blevet systematisk afsøgt.



For at estimere antallet af ynglepar på Græsholmen ud fra de optalte individer har vi dels korrigeret for antal lomvier i rasteområder langs vandet, der er udenfor yngleområder, dels for lomvier, der står enkeltvis eller meget spredt, hvor det ikke er sandsynligt, at de yngler. Desuden benytter vi i yngleområderne et forholdstal mellem antallet af aktive par, der gennemfører yngleforsøg, og antallet af individer, der er til stede (optalt på dronefotos). Forholdstallet betegnes *K-faktoren* og er beregnet ud fra data fra time-lapse kameraer i foto-plot.

2.3 Havet omkring Græsholm: Droneflyvning og optælling

2.3.1 Droneflyvning over havet

Indledningsvist blev to testflyvninger foretaget, hvor vejrforhold og flyveparametre, såsom højde og flyvehastighed, blev efterprøvet i praksis. Vejret så ud til at spille en afgørende rolle for muligheden for en sikker artsgenkendelse. Vind og særlig solpåvirkning så ud til at forringe kvaliteten væsentligt. Ved vindstyrker over 6 m/s sås bølger med begyndende skumtoppe, især inde ved kysten. Sammen med direkte sollys opstod der "glare" i disse områder med skum, som forventedes at udfordre billedkvaliteten og mindske præcisionen af den efterfølgende optælling. Vi nåede således frem til, at overskyet vejr med rimelig lysintensitet var optimalt. Samtidig konkluderede vi, at en flyvehøjde på 70 m (pixelstørrelse på ~0.6 cm) gav tilfredsstillende resultater. Under disse betingelser er der en forholdsvis markant forskel mellem alke og lomvier, når de ses ovenfra på de optagede dronefotos.

For at få en god og effektiv dækning kunne vi konstatere, at det mønster, der ser ud til fungere bedst i praksis for droneflyvninger af havet omkring Græsholmen, er et cirkel- eller spiral-mønster rundt om øen. Planlægning og optegning af flyvemønster og mission blev udført i softwareprogrammet UgCS. Missionen blev planlagt som en såkaldt 'waypoint'-mission, hvor vigtige indstillinger bl.a. var:

- Flyvehøjde 70 m (Geoid korrigeret højde)
- Fototagning hver 50 m langs flyveruten
- Afstand imellem flyvebaner ca. 100 m
- Fotos således taget per ca. 50x100 m.

Desuden blev der indtastet oplysninger om dronemodell, kamera og objektivbrændvidde. Efter planlægning blev missionen eksporteret som en kmz-fil, der kan importeres i dronestyreappen, DJI Pilot 2.

I alt seks transektflyvninger af havet omkring Græsholmen blev udført i perioden d. 23-30. april, samt d. 2. juni. Transektflyvningerne blev udført i tilknytning til hver af de fire overflyvninger af selve Græsholmen, samt yderligere i dagene imellem disse (Tabel 2).

Tabel 2. Basisoplysninger om seks transektflyvninger over havet omkring Græsholmen udført i perioden d. 23.-30. april samt 2. juni 2024. Transektflyvningerne over havet er udført i tilknytning til hver af de fire overflyvninger af Græsholmen, samt yderligere i dagene imellem disse.

1. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	23. april	Skydække/sigt	7/8 / 15-km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys uden direkte sol med småbyger.
Tid	18.25-19.10	Temp.	-1-2°C	ISO	800-1600	
Fl.højde	70 m	Vind	3-5 m/s	Ekspo. stops	-0,7	
Fl.hastig	6 m/s	Nedbør	Sludbyger	Manuel scene	+0, +0, +0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Lav	Foto format	RAW	
2. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	26. april	Skydække/sigt	1/8 / +20-km	Shutter speed	1/1500	Ret hårdt lys med direkte sol. Skabte en del 'glare' (genskin fra solen i havoverfladen).
Tid	17.10-18.05	Temp.	-3-4°C	ISO	800-1600	
Fl.højde	70 m	Vind	7-12 m/s	Ekspo stops	-0,7	
Fl.hastig	8 m/s	Nedbør	Ingen byger	Manuel scene	+0, +0, +0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Høj	Foto format	RAW	
3. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	27. april	Skydække/sigt	3/8 / +20-km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys uden direkte sol med småbyger.
Tid	15.23-16.10	Temp.	4-5°C	ISO	800-1600	
Fl.højde	70 m	Vind	6-9 m/s	Ekspo. stops	-0,7	
Fl.hastig	8 m/s	Nedbør	Småbyger	Manuel scene	+0, +0, +0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Medium	Foto format	JPG	
4. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	28. april	Skydække/sigt	1/8 / +20-km	Shutter speed	1/1500	Ret hårdt lys med direkte sol. Skabte en del 'glare' (genskin fra solen i havoverfladen).
Tid	14.50-15.25	Temp.	5-6°C	ISO	800-1600	
Fl.højde	70 m	Vind	3-5 m/s	Ekspo. stops	-0,7	
Fl.hastig	8 m/s	Nedbør	Ingen byger	Manuel scene	+2, +2, +2	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Høj	Foto format	RAW	
5. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	29. april	Skydække/sigt	5/8 / +20-km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys uden direkte sol.
Tid	09.45-10.15	Temp.	6-7°C	ISO	800-1600	
Fl.højde	70 m	Vind	4-6 m/s	Ekspo. stops	-0,7	
Fl.hastig	8 m/s	Nedbør	Ingen byger	Manuel scene	+2, +2, +2	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Medium	Foto format	RAW	
6. transektsurvey		Vejrdata		Metadatas fotos		Noter
Dato	02. juni	Skydække/sigt	7/8 / 15-km	Shutter speed	1/1500	Forholdsvist blødt lys uden direkte sol. Obs på lille ophold med bat. opladning i sidste 1/3 del.
Tid	18.15-20.15	Temp.	-1-2°C	ISO	1600-3200	
Fl.højde	70 m	Vind	3-5 m/s	Ekspo. stops	-0,7	
Fl.hastig	6 m/s	Nedbør	Tordenbyger	Manuel scene	+0, +0, +0	
Kamera	P1 – 50mm	Glare	Lav	Foto format	RAW	

2.3.2 Efterbehandling af indsamlede fotos

Fotos fra alle de udførte dronflyvninger over havet blev efterbehandlet. Dette med henblik på a) at sikre at alle forprogrammerede waypoints var dækket, b) at frasortere eventuelle duplikatfotos, og c) at trimme datasættet efter ønsket tæthed. Dette blev gjort ved at indlæse koordinaterne for hver overflyvning i ArcGIS Pro. Herefter blev datasættet 'trimmet' for at matche på tværs af overflyvningerne, og duplikerede positioner blev fjernet via funktionen 'Summarize_nearest' i ArcGIS Pro. Efter denne procedure blev de

tilbageværende fotopositioner eksporteret fra ArcGIS Pro til en tabel med associerede metadata i csv-format. Denne tabel kunne nu bruges som reference til at udvælge de rigtige filnavne på fotos (WP1, ..., WP753), og kopiere disse til en ny mappe, hvilket blev udført via et script i R.

Da alle fotos er optaget i RAW-format kunne en standardiseret efterbehandling foretages i Adobe Lightroom Classic. Dette sikrede en ensartethed, hvilket er vigtigt for den efterfølgende annotering og artsgenkendelse. Der bliver her korrigeret for lys, eksponering, skygger, kontrast m.m., indstillet med et 'preset', alt efter de anvendte kameraindstillinger og gældende lysforhold på tidspunktet for flyvningen. Resultatet var fotos, der i langt de fleste tilfælde viste klare forskelle mellem de overfløjne alkefugle (Fig. 3). Det er således muligt manuelt at foretage en optælling af alk og lomvie på drone-fotos. Da forskellen netop fremstod meget klart valgte vi at udvikle en algoritme til automatisk genkendelse og optælling af lomvie og alk, da det i længden vil være tidsbesparende ved fremtidig monitoring.

Figur 3. Eksempler på alk og lomvie ved første overflyvning af havet omkring Græsholmen d. 23. april. Der ses tydelig forskel på farvetoningen af rygtegningen mellem de to arter. Lomvier optræder her som markant lysere gråtonet end alke, som udviser en større kontrastforskel mellem en mørktonet ryg og et hvidt område, der udgøres af de hvide flanker. Til sammenligning ses øverst i fotoet en sølvmåge med signifikant anden farve, størrelse og kropsbygning, og en meget mindre kontrast end alkefuglene.

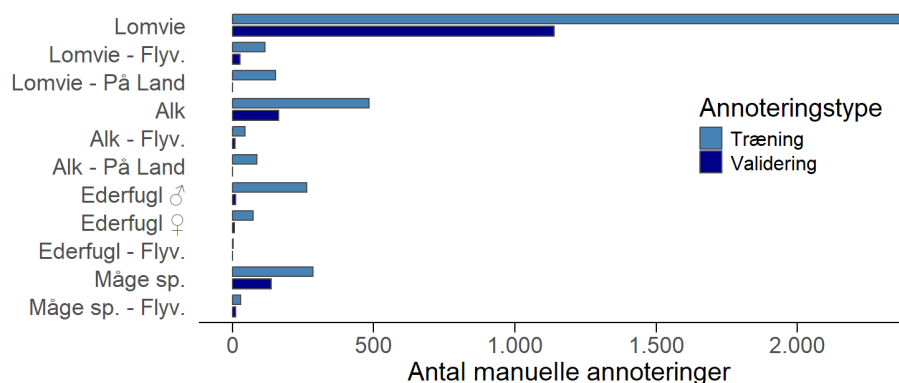


2.3.3 Annotering af fugle på dronefotos

Et annoteringsworkflow blev opsat som basis for at træne en automatisk CNN-algoritme (Convolutional Neural Networks) til AI-objekt-genkendelse af alkefuglene på de oparbejdede dronefotos af havet omkring Græsholmen. Dette blev gjort i YOLOv11 (You Only Look Once), hvor modeltræning og -kørsel foregik i Python 3.11.9 på en lokal PC udstyret med et Nvidia 4090RTX-grafikkort for at opnå tilstrækkelig processeringshastighed.

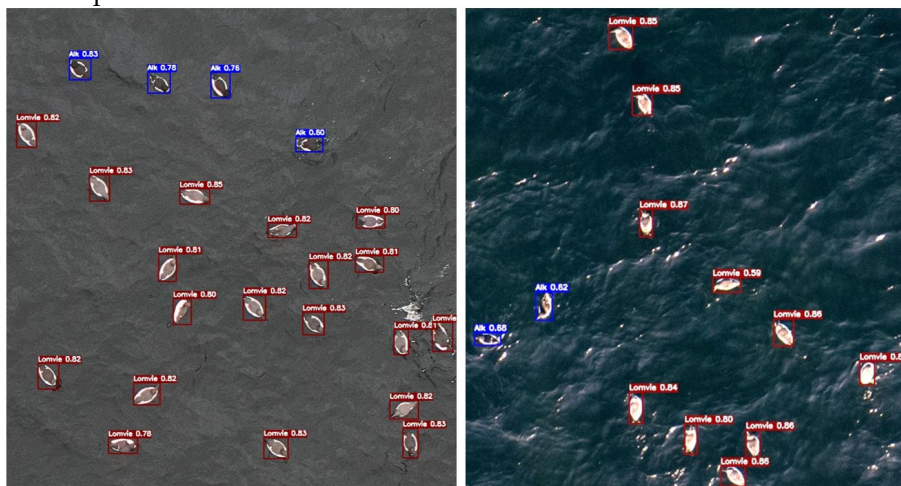
Som træningsdata til modellen blev der indledningsvist manuelt annoteret fugle på et udvalg af fotos fra de udførte flyvninger. I alt blev der foretaget 5139 manuelle annoteringer på 539 fotos (Fig. 4), hvoraf de 158 fotos var med fugle og de 381 uden fugle. Det er vigtigt at have en rigelig mængde fotos med og uden interesse-objekter, idet træning af modellen kræver input af både varierede baggrunde samt forgrunde i form af interesseobjekter.

Figur 4. Objektklasser og antal manuelle annoteringer i hver arts-klasse. Disse blev brugt som trænings- og valideringsinput til træning af YOLOv11 modellen. Al manuel annotering blev foretaget via platformen Roboflow.com.



I alt 11 artsklasser blev oprettet tilsvarende de hyppigst forekommende arter på vandfladen (Fig. 4). Disse artsklasser blev alle medtaget for at styrke en korrekt identifikation af de to fokusarter alk og lomvie. Foruden objektklasser for fugle på vandet blev der også oprettet objektklasser for fokusarterne (lomvie og alk) på land. Dette blev gjort for at træne modellen til at differentiere imellem objekter stående på land modsat liggende på vandet, idet enkelte af billederne også indeholder kystområder på Græsholmen. Kun et mindre antal af disse fugle blev annoteret, men på samme måde som de øvrige artsklasser kunne individer på land identificeres og udelukkes, og konfidensen af alk og lomvie klasserne på vand forstærkes. For nogle udseendemæssigt nærtliggende arter blev klasserne slået sammen. Dette gælder for mågearter, hvor sølvmåge/stormmåge/hættemåge og svartbag/sildemåge blev slået sammen som grå Måge sp. og grå Måge sp. Flyvende. Al manuel annotering foregik via online-platformen Roboflow.com, som er en open-source-platform.

Figur 5. Eksempel på automatisk annotering af alk og lomvie med den tilpassede YOLOv11 model. Til venstre er angivet eksempel på optimale forhold med overskyet vejr og rolig vandoverflade. Til højre et eksempel på sub-optimale forhold med direkte sol, der medfører "glare" fra bølgegang og risiko for overeksponering af fuglene. De røde bokse er lomvier og de blå bokse er alke. For hver annotering er angivet modellens procentvise sikkerhed for at finde fuglen og for korrekt at have identificeret arten.



2.3.4 Automatisk genkendelse af fugle på dronefotos

Efter endt annotering blev fotos med tilhørende annoteringer eksporteret i YOLO-format til modeltræning i YOLOv11. Modeltræning skete via et Python-baseret workflow med brug af datapakken Ultralytics. Før den egentlige træning af modellen var det vigtigt at foretage en indledningsvis kalibrering af hyperparametre og augmentering, hvilket blev gjort ved at køre testkørsler med 'model-tune'-funktionen i Ultralytics-pakken (appendiks 2).

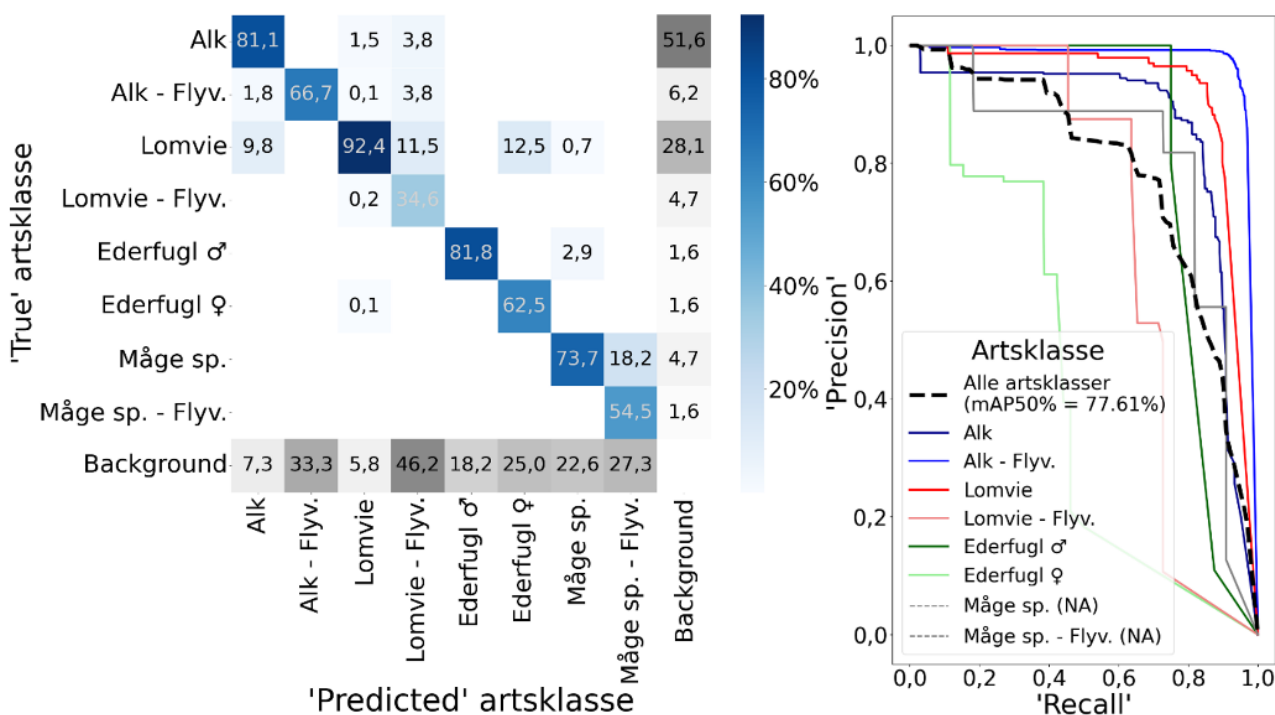
Træningen foregik ved modelkørsel indtil 'loss'-funktionen var minimeret. Dette skete efter 375 epoker. Til træningsoptimering anvendtes SGD (Stochastic Gradient Descent). Data blev opdelt i 75 % træningsdata og 25 % valideringsdata. Trænings- og valideringsdata er tilfældigt udvalgt blandt alle data (de annoterede billeder). Andelen af NULL-billeder (billeder uden annoteringer) blev efter evaluering sat til et maksimum-plateau på 70 %.

Der blev samlet set opnået en præcision på 0,75 mAP50% (mean average precision), hvilket beskriver præcisionen for alle objekter der overlapper hinanden op til 50%, som modellen er blevet præsenteret for og som generelt vurderes som en høj præcision for et datasæt med mange arter (Tabel 3 og Fig. 6). For alkefugle landede præcisionen på 0,975 for lomvie og 0,864 for alk. Fra den genererede 'confusion matrix', der kan bruges til vurdering af modellen, ses falske negative og falske positive klassifikationer at holde sig relativt lavt for særligt fokusarterne, lomvie og alk (Fig. 6).

Tabel 3. Modeltræningsresultat efter 375 trænings-epoker af YOLOv11 med prætrænede vægte. Der er angivet de individuelle antal af fotos sammen med antallet af annoteringer for de væsentlige artsklasser i validationsdatasættet. Præcision er angivet for de forskellige artsklasser samt samlet for alle klasser med konfidens for placeringen af annoteringsboks (Box(Pr)), reidentifikation af annoteringsboks (Box(R)) og den gennemsnitlige præcision af modellen for identifikationer der overlapper op til 50 % (mAP50) og med større overlap (mAP50-95).

Artsklasse	Fotos	Validering annoteringer	Box(Pr)	Box(R)	mAP50	mAP50-95
all	3264	1505	0.80	0.73	0.75	0.54
Alk	74	164	0.79	0.85	0.86	0.64
Alk - Flyvende	9	9	0.45	0.64	0.45	0.29
Ederfugl ♂	9	11	0.64	0.91	0.77	0.49
Ederfugl ♀	6	8	0.85	0.74	0.85	0.67
Lomvie	116	1139	0.98	0.93	0.97	0.77
Lomvie - Flyvende	26	26	0.70	0.36	0.48	0.37
Måge sp.	61	137	0.97	0.73	0.92	0.65
Måge sp. - Flyvende	11	11	1.00	0.64	0.71	0.45

Efter endt modeltræning og -validering kunne samtlige dronefotos fra flyvningerne over havet omkring Græsholmen køres igennem modellen, og detektioner af de forskellige artsklasser ekstraheres fra hvert foto.



Figur 6. Træningsresultat for -YOLOv11 modelkørslen med Confusion matrix (til venstre) og PrecisionRecall oversigt over "mean average precision" (mAP-50) for de enkelte arter (til højre). I Confusion matrix ses overensstemmelsen mellem de "predicted" overfor de verificerede "True" identificerede objekter. Desuden ses risikoen for falsk positive og falsk negative identifikation (Background). På Precision-Recall grafen ses chancen for, at et objekt af den samme artsklasse bliver fundet igen og i det samme område på billedmaterialet.

2.3.5 Beregning af antal fugle på havet omkring Græsholmen

Data fra den automatiske optælling af fugle på dronefotos blev omsat til et GIS-lag med et punkt for hvert foto, defineret ved fotoets centerkoordinat, der hver især indeholder tabeloplysninger om flyvedato og antallet af fugle genkendt på fotoet inden for de 11 forskellige klasser (se Fig. 4). I forhold til estimering af antallet af fugle omkring Græsholmen er flyvende fugle (over hav) slået sammen med fugle på vandoverfladen, mens fugle genkendt på land er ekskluderet. De 11 forskellige klasser fra den automatiske optælling er således reduceret til fem, alle relateret til havarealet: alk, lomvie, sølvmåge (grå måge sp.), ederfugl-han og ederfugl-hun.

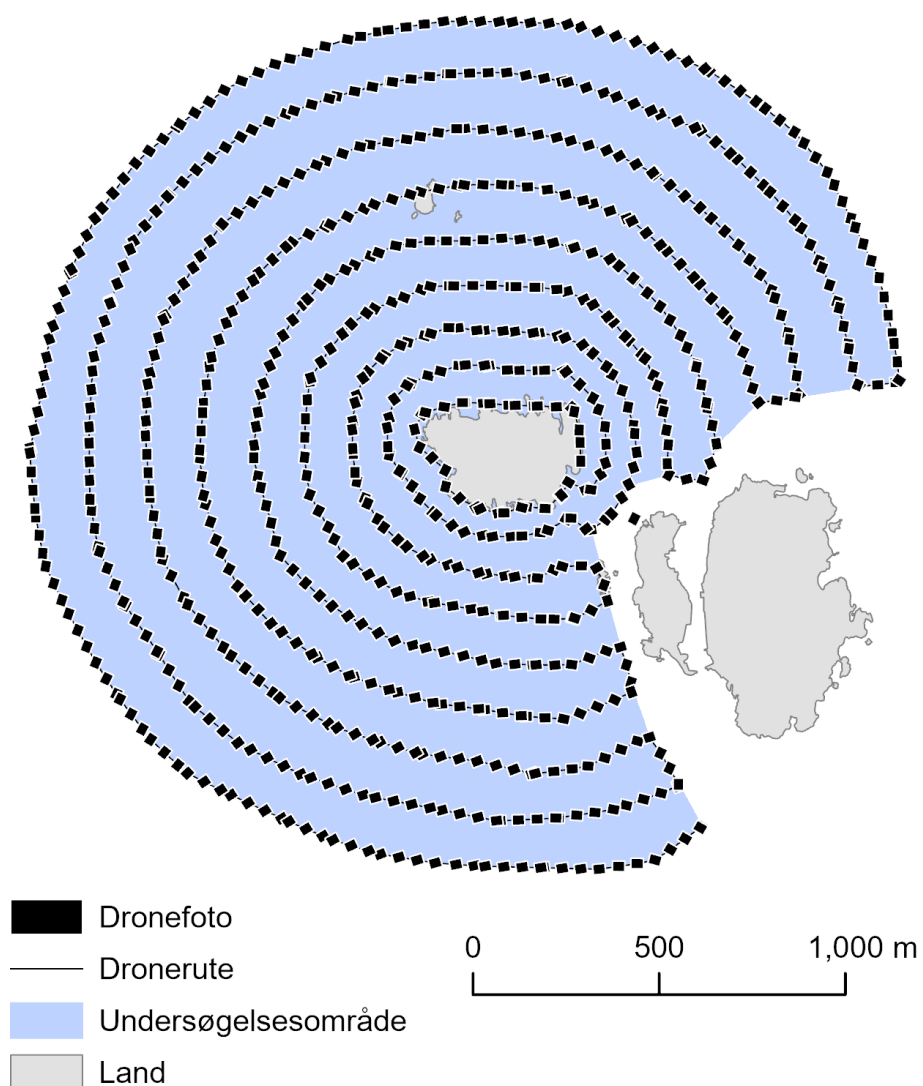
For hvert punkt (foto) er tætheden af de fem klasser beregnet ved at dividere antallet af fugle med 1683,63 m², hvilket er det areal, hvert dronefoto dækker med den anvendte flyvehøjde og sensorconfiguration. Dog er arealet nedjusteret for de 40 fotos pr. flyvning, der delvist overlapper land, ved en manuel gennemgang af disse, hvor vandarealets andel er anslået.

Med en tæthed pr. klasse pr. foto, er det i princippet muligt blot at beregne en gennemsnitlig tæthed pr. klasse pr. flyvning, og omsætte denne til et antal ved at gange med størrelsen af det havområde, der er samlet via droneflyvningerne. Et sådant simpelt estimat vil dog blive misvisende, da tætheden af dronefotos med det valgte flyvemønster er større tæt på Græsholmen end længere til havs.

Problemet med den uensartede sampletæthed er løst ved at interpolere en tæthedsoverflade, som dækker hele det havområde, der er samlet via droneflyvningerne, og dernæst opsummere værdierne i tæthedsoverfladens celler. Vi har ladet området for interpolationen, og dermed estimerne af antal fugle på havet, være afgrænset af centerpunkterne for fotos i den yderste

flyvelinje omkring Græsholmen (Fig. 7), således at der ikke ekstrapoleres udenfor datadækning. Dette område, som vi herefter benævner undersøgelsesområdet, har et havareal på 3,56 km². Med et areal på 1683,63 m² pr. dronfoto, og 753 fotos pr. flyvning, giver det en teoretisk dækningsgrad af undersøgelsesområdet på 36 %. Den reelle dækningsgrad er dog ca. 16 %, da mange fotos overlapper hinanden, nogle fotos overlapper land og de yderste fotos i ringen er halveret af undersøgelsesområdets afgrænsning.

Figur 7. Oversigtskort over droneflyvningerne på havarealet omkring Græsholmen med angivelse af dronens rute, fodaftryk for de 753 fotos pr. flyvning, og markering af det undersøgelsesområde, som totalestimerne for fugle på havet er beregnet for (det lyseblå område = 3,56 km²). Alle seks droneflyvninger i 2024 er lavet efter dette mønster.



Vi har testet fem forskellige interpolationsmetoder i ArcGIS Pro 3.2.2: 'natural neighbor', 'inverse distance weighted', 'spline', 'kriging' og 'empirical bayesian kriging'. Konklusionen på disse tests er, at forskellene i det estimerede antal fugle er helt ubetydelige. Det er mest et spørgsmål om, hvor udjævnet tæthedsoverfladen kommer til at se ud (skala). Der er dog store forskelle på, hvor vanskelige de forskellige metoder er at parameter-sætte, og hvor langt tid beregningen tager. Vores valg af interpolationsmetode er på denne baggrund faldet på 'natural neighbor'. Den er hurtig, den leverer robuste resultater, den kræver ingen parametre udover inputdata, den resulterer aldrig i tætheder udenfor spændvidden i inputdata, og den er tilgængelig i de fleste GIS-programmer. For en detaljeret beskrivelse af 'natural neighbor' henviser vi til Sibson (1981) og <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.2/tool-reference/spatial-analyst/how-natural-neighbor-works.htm>

Vi har interpoleret en tæthedsoverflade for hver af de fem klasser og hver af de seks dronedeflyvninger over havet i 2024. I alle tæthedsoverfladerne er havarealet i undersøgelsesområdet opdelt i celler på 1x1m og tætheden af fugle i cellerne beregnet i fugle pr. m². Det betyder, at estimatet for det samlede antal fugle i undersøgelsesområdet kan opnås ved blot at summere cellerne i hver tæthedsoverflade.

2.4 Time-lapse kameraer

Tre typer af time-lapse kamera blev opstillet på Græsholmen den 24. april 2024, dvs. i starten af ynglesæsonen. Der var tale om a) en fransk model ([SolarCam](#)) med indbygget SIM kort til trådløs overførsel af billeder (Plot 1), b) en spejlflekskameramodel (Plot 2), som er udviklet til brug i Grønland (Merkel m.fl. 2016), og c) en standard vildtkameramodel. Sidstnævnte blev ødelagt undervejs pga. kollisioner med fugle, så det er data fra de to første modeller, som er brugt i det følgende. De to time-lapse kameraer dækkede hvert et område med godt og vel 200 ynglefugle, og var programmeret til at tage ét billede hver time. Formålet var at kortlægge døgnvariation og dag-til-dag variation i antal lomvier tilstede, samt at fastlægge antallet af yngleforsøg i de to foto-plot. Alle tre parametre er essentielle for at omregne antallet af tilstedeværende individer til antal ynglepar.

Døgnvariation og dag-til-dag-variation blev kvantificeret ved at optælle antallet af fugle på samtlige billeder i perioden 28. maj – 9. juni i Plot 1 og perioden 29. maj – 6. juni i Plot 2. Den lidt længere periode i Plot 1 blev valgt for at kompensere for et lidt mindre antal billeder fra dette plot grundet uregelmæssigheder i den trådløse overførsel. Begge perioder er centreret omkring datoen 2. juni, hvor totaltælling af kolonien blev foretaget ved droneoverflyvning. Antallet af synlige alke på billederne blev også optalt, om end der var tale om ret få fugle.

Antal yngleforsøg, samt den tilhørende ynglesucces, blev bestemt ved hjælp af en række billedanalyser, kombineret med manuelle inspektioner af relevante billedsekvenser. Metoden er beskrevet i detaljer i Merkel m.fl. (2016) og gør brug af billeder fra hele ynglesæsonen, dvs. fra æglægning til ungeudflyvning. Optællinger af lomvier samt billedanalyser blev foretaget i freewareprogrammet [ImageJ](#).

Forholdet mellem antallet af yngleforsøg og antallet af individer i et foto-plot betegnes *K-faktoren*. Den er beregnet for de to fotoplot og er anvendt til at estimere det samlede antal ynglepar på Græsholmen.

3 Resultater og diskussion

Tabel 4. Resultat af optællingerne af fugle på Græsholmen ud fra dronemosaikker fra 2022 og 2024.

Art	28/04-22	22/04-24	29/04-24	2/6-24
Alk	114	19	2301	3388
Ederfugl	8	50	95	3
Gråand			1	7
Grågåse	7	6	13	1
Gråkrage		1	2	1
Knopsvane		3	2	5
Lomvie	23126	22077	25059	36082
Lomvieunge				380
Lomvie/alk		5		
Ringdue	10	17	38	32
Sildemåge				2
Solsort				1
Stormmåge			1	
Stormmåge/sølvmåge		5		
Strandskade			1	1
Svartbag	56	60		33
Svartbag/sildemåge			66	9
Sølvmåge	5396	2062	4697	3457
Total	28717	24305	32276	43402

3.1 Antal lomvier i yngleområder på Græsholmen i 2024

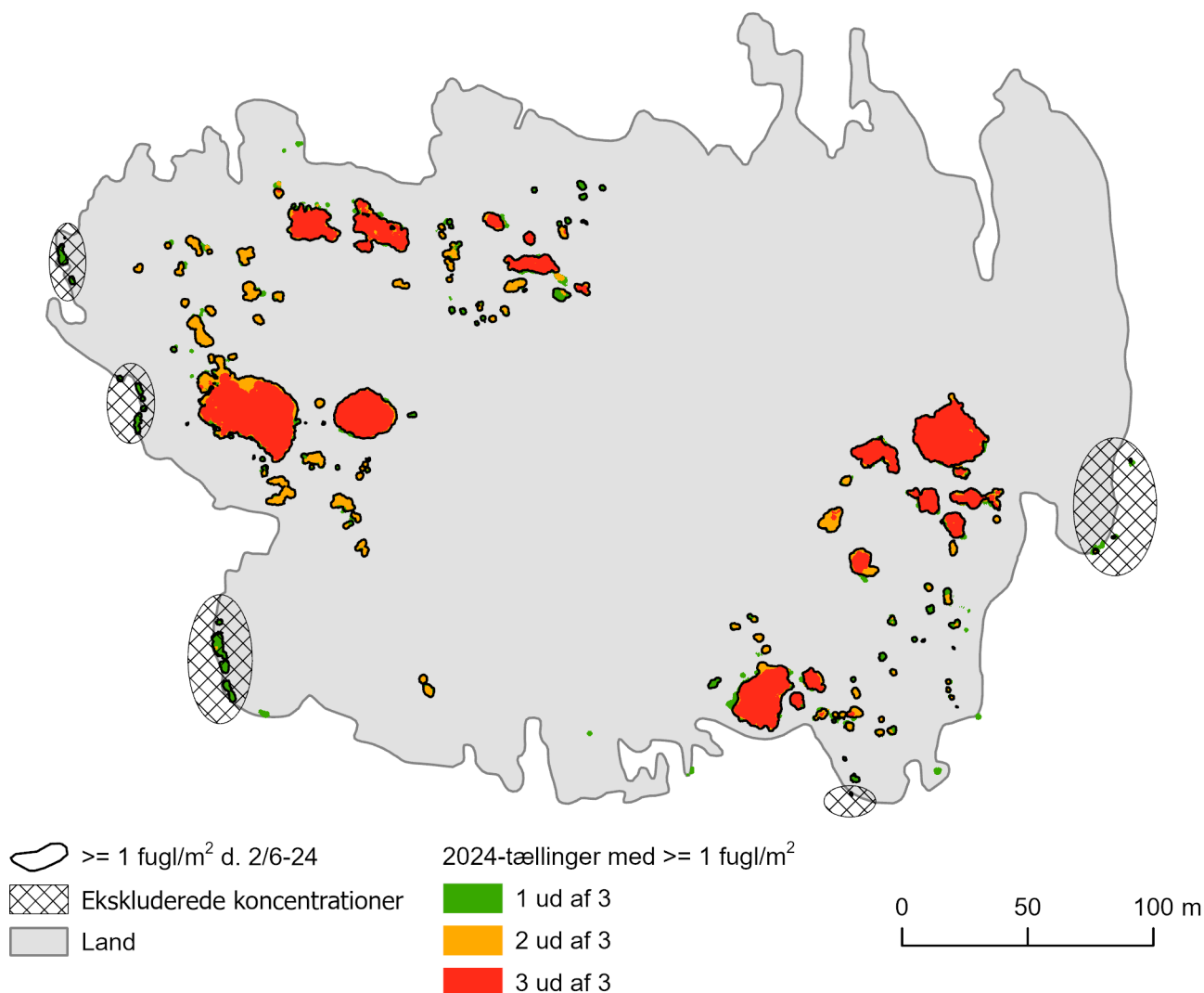
Der blev gennemført fire droneflyvninger i 2024, og der er optalt tre af de resulterende ortomosaikker, hvor belysningen var god. Den fjerde droneflyvning i 2024 blev udført i solskin midt på dagen, og ortomosaikken var vanskelig at optælle på grund af kraftige skygger. Den er derfor udeladt. Desuden er der optalt en ortomosaik fra en droneflyvning fra d. 28. april 2022, som også rapporteres her.

Resultatet af optællingerne viste, at der var 36.082 lomvier ved optællingen d. 2. juni, og væsentlig færre ved tællingerne i april (Tabel 4). Det var overraskende, dels at forskellen i antal lomvier mellem april og juni var så stor, dels at der sidst i april kunne være et stort antal alke på land. Resultatet viser, at hypotesen om, at lomvier kan optælles på Græsholmen sidst i april, mens alkenene ligger omkring øen og venter på at gå til redepladserne, ikke holder stik. Optælling af lomvier bør derfor i stedet foregå midt i ynglesæsonen omkring første uge af juni.

Ved optællingen d. 2. juni blev der registreret 380 lomvieunger. Da ungerne normalt sidder skjult under en forældrefugl, er det en meget lille del af ungerne, der er synlige. Det er typisk i forbindelse med skift mellem forældrefugle eller fodring, at de er synlige. Tilstedeværelsen af unger er imidlertid en vigtig indikator for yngleområder.

Optællingen fra d. 2. juni er anvendt til at estimere antallet af ynglepar i 2024. De optalte lomvier repræsenterer både ynglende og ikke-ynglende fugle. For at bestemme antallet af ynglepar på Græsholmen har vi først estimeret antallet af fugle, der befinder sig i yngleområder (sub-kolonier). Med udgangspunkt i de optalte 36.082 individer har vi korrigeret for 514 lomvier talt i rasteområder langs vandet, hvor fuglene ikke yngler (Fig. 8). Vi har desuden udeladt 165 lomvier, der står enkeltvis eller meget spredt, fordi det heller ikke er sandsynligt, at disse yngler. Dette er gjort ved at sætte en nedre grænse for tætheden af lomvier i yngleområder således, at områder med mindre end 1 fugl per m² ikke er medtaget som koloniområde. Samlet har vi således estimeret antallet af lomvier, der befinder sig i yngleområder til

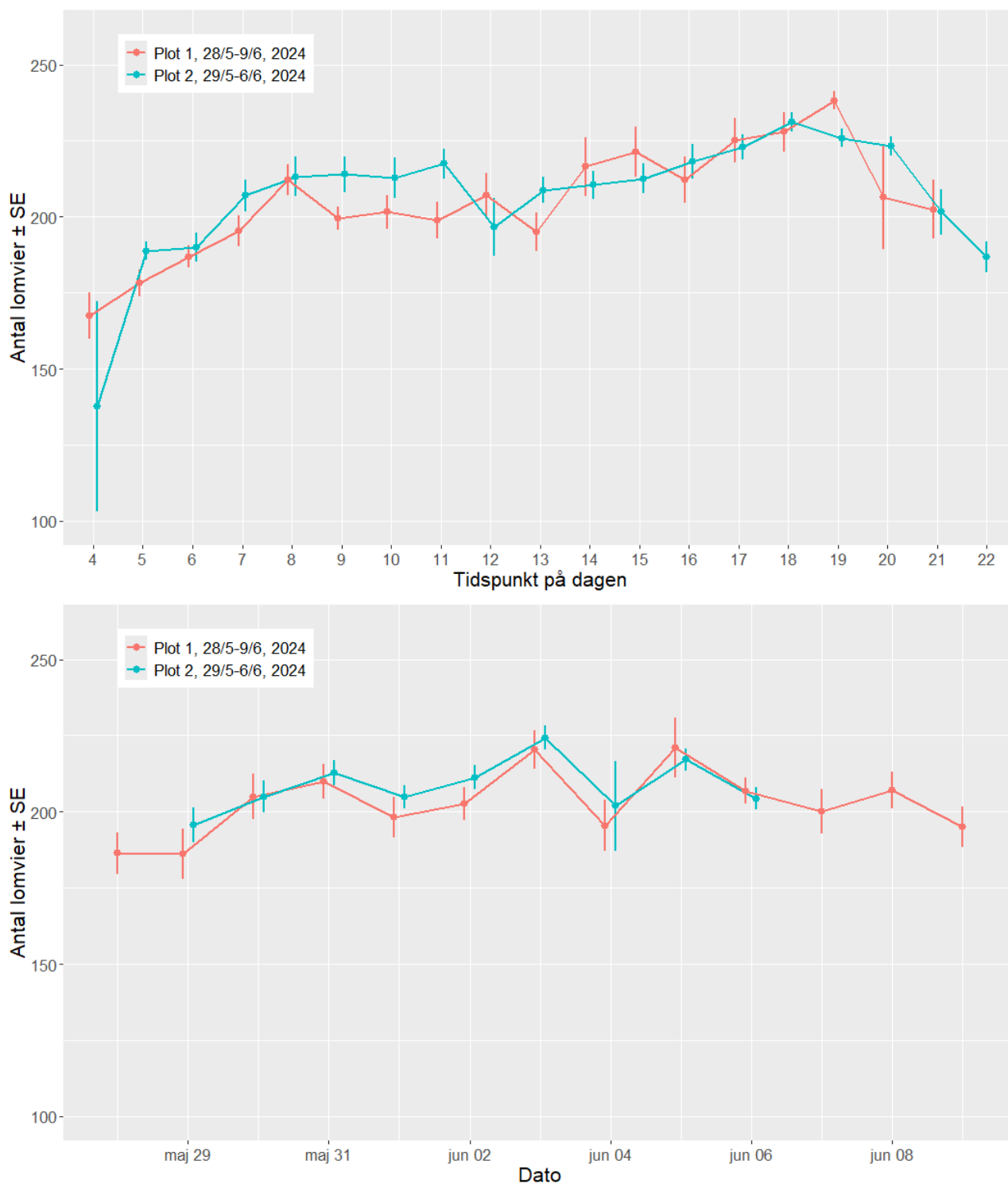
$$36.082 - (514+165) = 35.403$$



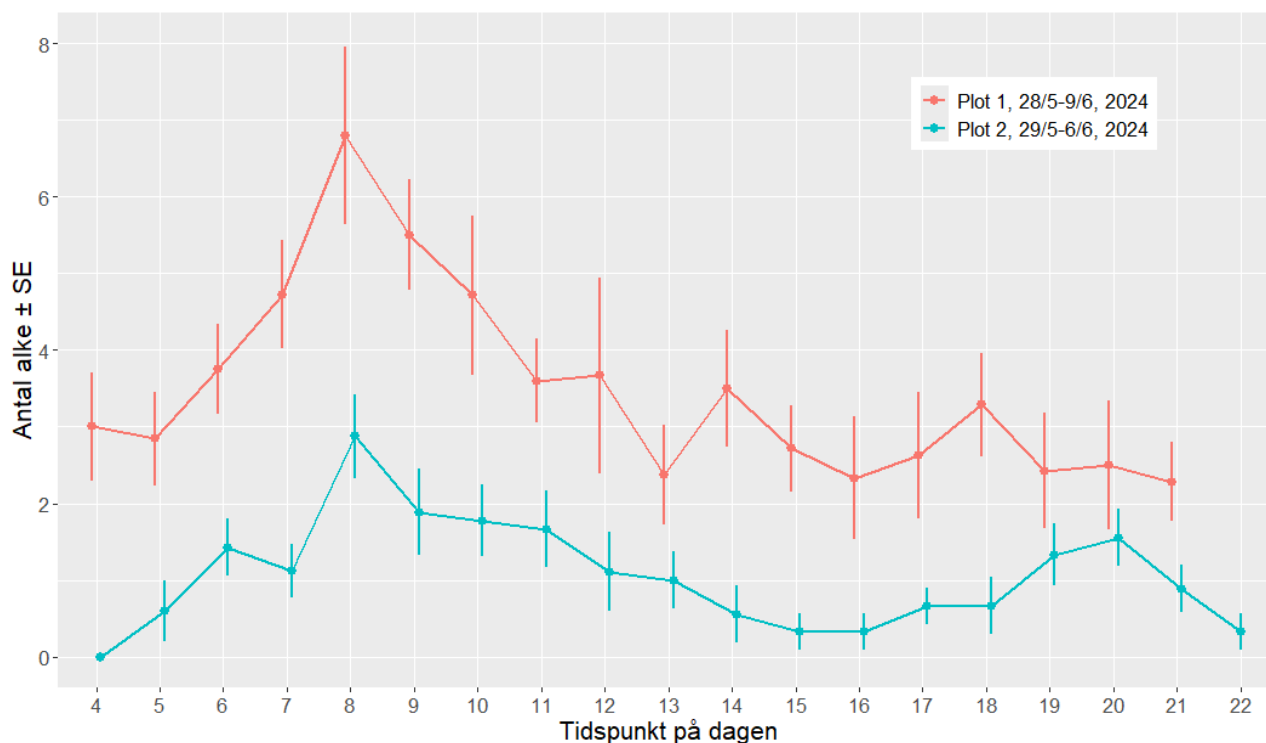
Figur 8. Græsholmen med angivelse af lomvie sub-kolonier baseret på de tre tællinger i 2024. I de røde områder er der ≥ 1 fugl/m² i alle tre tællinger, mens det kun er tilfældet i hhv. 2 og 1 tælling for de gule og grønne områder. Vi har defineret lomvie sub-kolonierne som de områder, hvor tætheden af fugle er ≥ 1 fugl/m² ved tællingen d. 2/6-24, angivet som polygoner med sort afgrænsning. De skraverede områder langs kysten er rasteområder, hvorfor fugle indenfor disse områder er udeladt i beregningen af antal ynglepar, hvilket også gælder fugle registreret udenfor områder, hvor tætheden d. 2/6-24 var < 1 fugl/m² (udenfor polygonerne med sort afgrænsning).

3.2 Variation i antal fugle og estimering af K-faktor

Resultater fra de to foto-plot ses i Fig. 9. Døgnvariation samt dag-til-dag-variation i antal lomvier var relativt beskeden og ret ens i de to foto-plot. Der var en klar tendens til, at antallet af fugle var lavest ved solopgang, steg svagt gennem dagen, og igen aftog hen mod solnedgang. Antallet af synlige alke var lavt i de to plots, jf. Fig. 10. I begge plots var der dog en tydelig tendens til, at antallet toppede omkring kl. 8 om morgenen.



Figur 9. Døgnvariation (øverst) og dag-til-dag variation (nederst) i antal lomvier i to foto-plot på Græsholmen, vist som det gennemsnitlige antal fugle per time (øverst) eller per døgn (nederst) gennem optællingsperioden. De lodrette streger angiver Standard Error (SE).



Figur 10. Døgnvariation i antal alke i to foto-plot på Græsholmen, vist som det gennemsnitlige antal fugle per time gennem optællingsperioden.

Til beregning af K-faktoren for lomvie, som er brugt til omregning mellem antal individer og antal ynglepar, benyttede vi et gennemsnit for de to plot, baseret udelukkende på optællinger foretaget under droneoverflyvningen af hele Græsholmen d. 2. juni kl. 15:45–18:10. Dette resulterede i en K-faktor på 0,55. Denne metode er at foretrække fremfor at bruge et timegennemsnit for en længere periode eller et dagsgennemsnit, idet det giver det mest nøjagtige billede af antallet af fugle på det tidspunkt, hvor totaltællingen blev foretaget (droneoverflyvningen). Såfremt der var opstået en meget lokal forstyrrelse i nærheden af de to foto-plot i tidsrummet for droneoverflyvningen, ville det dog være bedre at bruge et time-gennemsnit, der er baseret på en længere periode. Af Tabel 5 fremgår det, at K-faktoren i 2024 var relativt robust overfor de forskellige typer af variation.

Antallet af ynglepar af lomvie, som også indgår i beregningen af K-faktoren, blev bestemt til henholdsvis 118 og 121 for de to foto-plot (Tabel 5 og Fig. 9). En vis andel af disse, henholdsvis 22 % og 50 % for Plot 1 og 2, yngler delvist skjulte bag sten, eller bag andre fugle. Disse ynglepar kan udelades i analyser af ynglesucces (se nedenfor), men til beregning af K-faktoren må de nødvendigvis tælles med, medmindre man også kan undlade at tælle fugle i de samme områder på samtlige time-billeder (Fig. 9), hvilket kan være svært af afgrænse. Usikkerheden forbundet med at identificere de delvist skjulte ynglepar er naturligvis større end for de helt synlige ynglepar og vil øge risikoen for at underestimere K-faktoren. I vores tilfælde er denne risiko altså størst for Plot 2. Andelen af delvist skjulte ynglepar kan minimeres ved at efterstræbe en bedre vinkel mellem kamera og fugle (mere oppefra), men det er ikke så let i praksis på en relativt flad ø som Græsholmen.

Tabel 5. Forholdet mellem antal ynglepar og antal lomvier i de to foto-plot på Græsholmen, og den deraf beregnede K-faktor. Som det ses, varierer K-faktoren relativt lidt, afhængig af hvilken type af variation, der tages højde for. Ynglesuccesen i de to plot var henholdsvis 65 % og 74 %.

	Plot 1			Plot 2		
	Indvider	Ynglepar	K-faktor	Indvider	Ynglepar	K-faktor
Overflyvningsperioden, 2. juni, kl. 16-18	208	118	0,57	225,7	121	0,54
Timegennemsnit kl. 16-18 (alle dage)	221,7	118	0,53	220,1	121	0,55
Gennemsnit for 2. juni (alle timer)	202,6	118	0,58	207,3	121	0,58

3.3 Estimat af antal lomvie-ynglepar

Hvis de to foto-plot vægtes ens, og der benyttes en K-faktor fra overflyvnings-tidspunktet på 0,55 $(0,57+0,54)/2$, samt et samlet estimat på 35.403 individer i yngleområderne, bliver det samlede estimat på antal lomvie-ynglepar på Græsholmen i 2024 således:

$$35.403 * 0,55 = 19.472 \text{ par}$$



Figur 11. Fordeling af 118 identificerede ynglepar i foto-plot 1 (øverst) og 121 ynglepar i foto-plot 2 (nederst). Bemærk at zoomniveauet er forskelligt på de to billeder. De slørede fugle skyldes ikke utydelige billeder, men at de viste billeder repræsenterer et gennemsnit af mange billeder. Eksemplerne udgør et af 12 forskellige gennemsnitsbilleder for hvert plot, som hver især repræsenterer en periode på ca. en uge. Den indledende identificering af ynglepar er baseret på alle disse 12 gennemsnitsbilleder. For mere information se Merkel m.fl. (2016).

3.4 Ynglebiologiske resultater for lomvie

Ynglesuccesen for de enkelte ynglepar indgår ikke i beregningen af K-faktoren, men rapporteres alligevel her, idet ynglesuccesen, så vidt muligt, bruges til at verificere, at de identificerede ynglepar opfylder kriteriet for et yngleforsøg, og ynglesucces er en demografisk nøgleparameter for bestanden.

Definitionen på et yngleforsøg er, at der som minimum observeres et æg, eller at fuglen sidder i rugepositur på alle enkeltbilleder i en sammenhængende periode på minimum 3 døgn. Et yngleforsøg vurderes som succesfuldt, såfremt der observeres en stor unge med en minimumsalder på 13 dage (Merkel m.fl. 2016). Sandsynlige ynglepar, som var delvist skjulte af klippeformationer eller af andre ynglepar, blev udeladt af analysen. Det fremgår af Tabel 6, at ynglesuccesen var lavere for Plot 1 (65 %) end for Plot 2 (74 %), og at de ynglede en smule senere i Plot 1. Plot 1 er fladere end Plot 2, hvilket i 2024 betød, at nogle ynglesteder blev oversvømmet i forbindelse med kraftigt regnvejr. Vi vurderer umiddelbart, at det var den primære årsag til forskellen i ynglesucces mellem de to plot.

Tabel 6. Ynglebiologiske parametre i de to foto-plot på Græsholmen 2024.

	Plot 1	Plot 2
Antal ynglepar undersøgt	92	61
Gns. æglægningsdato	7. maj 2024	2. maj 2024
Gns. udflyvningsdato	27. juni 2024	22. juni 2024
Klækkesucces	80 %	82 %
Udflyvningssucces	81 %	90 %
Ynglesucces	65 %	74 %
Omlægning	5 %	15 %
Succesfuld omlægning	0 %	2 %

3.5 Anbefalinger til fremtidig brug af time-lapse kameraer

Det anbefales fremover at fortsætte med to foto-plots på Græsholmen. Plot 1 kan med fordel genbruges, men det anbefales at finde et alternativ til Plot 2, som umiddelbart er for svært at arbejde med. På den østlige side af øen, over mod Frederikssø, er terrænet mere kuperet, og det vurderes muligt at finde et bedre plot i dette område. Det væsentlige er at få kameraet lidt højere op og dermed få en mere stejl vinkel til fuglene. Vi undersøgte ikke dette område i detaljer i 2024 for at undgå unødigt forstyrrelse. Af samme grund bør kameraerne sættes op 2-3 uger tidligere, i begyndelsen af april. For Plot 1 er det blot at kopiere opsætningen fra 2024, mens man bør støtte sig til dronefotos for at finde en optimal placering af et nyt plot på den østlige side af øen (i udkastet til den Tekniske Anvisning for optælling af lomvie er den konkrete placering angivet). Det anbefales at indkøbe et ekstra time-lapse kamera af SolarCam typen til brug i det nye plot. Kameraet er lille og egnet til at montere på et teleskopstativ, hvor højde og vinkel relativt let kan justeres. Samtidig er billedkvaliteten væsentlig bedre end på et vildtkamera, hvilket er en væsentlig faktor. Spejlreflekskameramodellen, som i 2024 blev anvendt i Plot 2, leverer den bedste billedkvalitet, men opsætningen af denne er væsentligt mindre fleksibel, og kan derfor ikke anbefales til at starte med.

Man kan ikke antage, at døgnvariation og andelen af ynglefugle er den samme hvert år, og *K-faktoren* forventes således at variere fra år til år. Det anbefales derfor at benytte time-lapse kameraer hver gang man forsøger at opgøre

ynglebestanden af lomvier via droneoverflyvninger. Hvis døgnvariation og *K-faktoren* på sigt viser sig at være ret konstant ved droneflyvning omkring samme dato, kan time-lapse kameraer eventuelt udelades. I så fald er det blot vigtigt, at droneoverflyvningen af hele øen hver gang foretages på samme tidspunkt af døgnet og omkring samme dato. Tidspunktet for droneoverflyvningen bliver mere fleksibelt, hvis der fortsat anvendes time-lapse kameraer, idet man så kan korrigere for den aktuelle densitet af fugle, som det blev gjort i 2024.

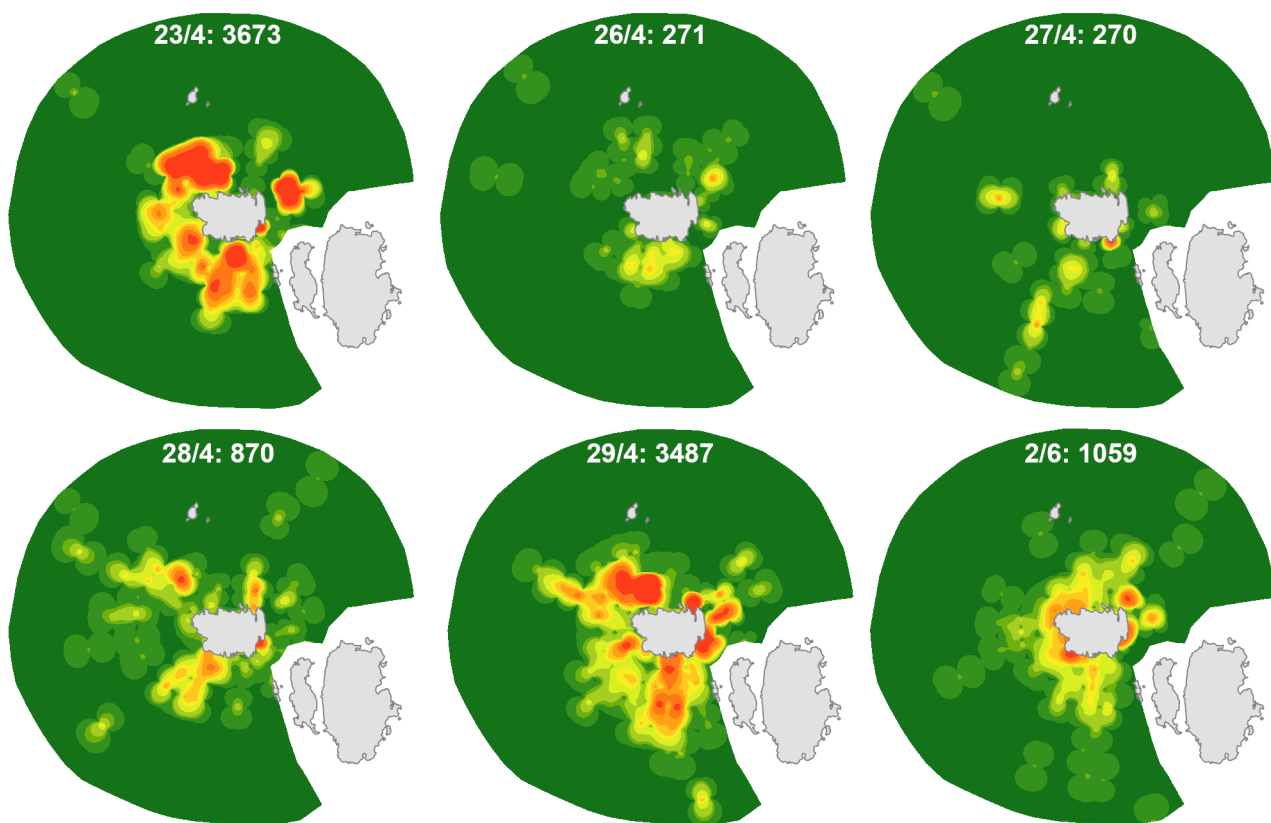
3.6 Antal fugle på havet omkring Græsholmen i 2024

Droneoverflyvningerne over havet omkring Græsholm viste sig at give fotos, hvor alke, lomvier, ederfugle (opdelt i hanner og hunner) og sølvmåger ('grå' måger sp.) kunne adskilles og optælles. Optællingen kan fint udføres manuelt, men det lykkedes os at træne en AI-model, som med god præcision kunne foretage en automatisk optælling, hvilket fremadrettet vil lette optællingsopgaven. De optimale forhold viste sig at være overskyet vejr, hvor der ikke var 'glare' (genskin fra solen i havoverfladen) eller middelvinde $\geq 6-8$ m/s. På baggrund af den automatiske optælling af dronefotos, der dækker ca. 16 % af det overfløjne havareal, kunne fugletætheden kortlægges og antallet estimeres på havet i en radius af ca. 1 km omkring Græsholmen. Se resultat for alke og lomvier i Tabel 7 og Fig. 12 og 13. Tilsvarende resultater for ederfugle og måger findes i appendiks 3.

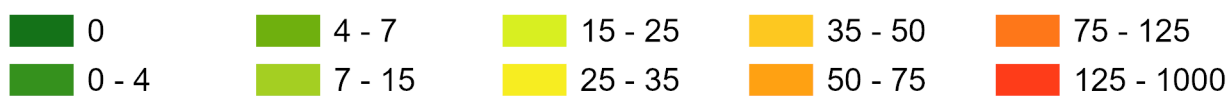
Det ses af Tabel 7, at antallet af alke og lomvier varierer kraftigt i den sidste uge af april 2024.

Tabel 7. Det estimerede antal fugle indenfor undersøgelsesområdet på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024.

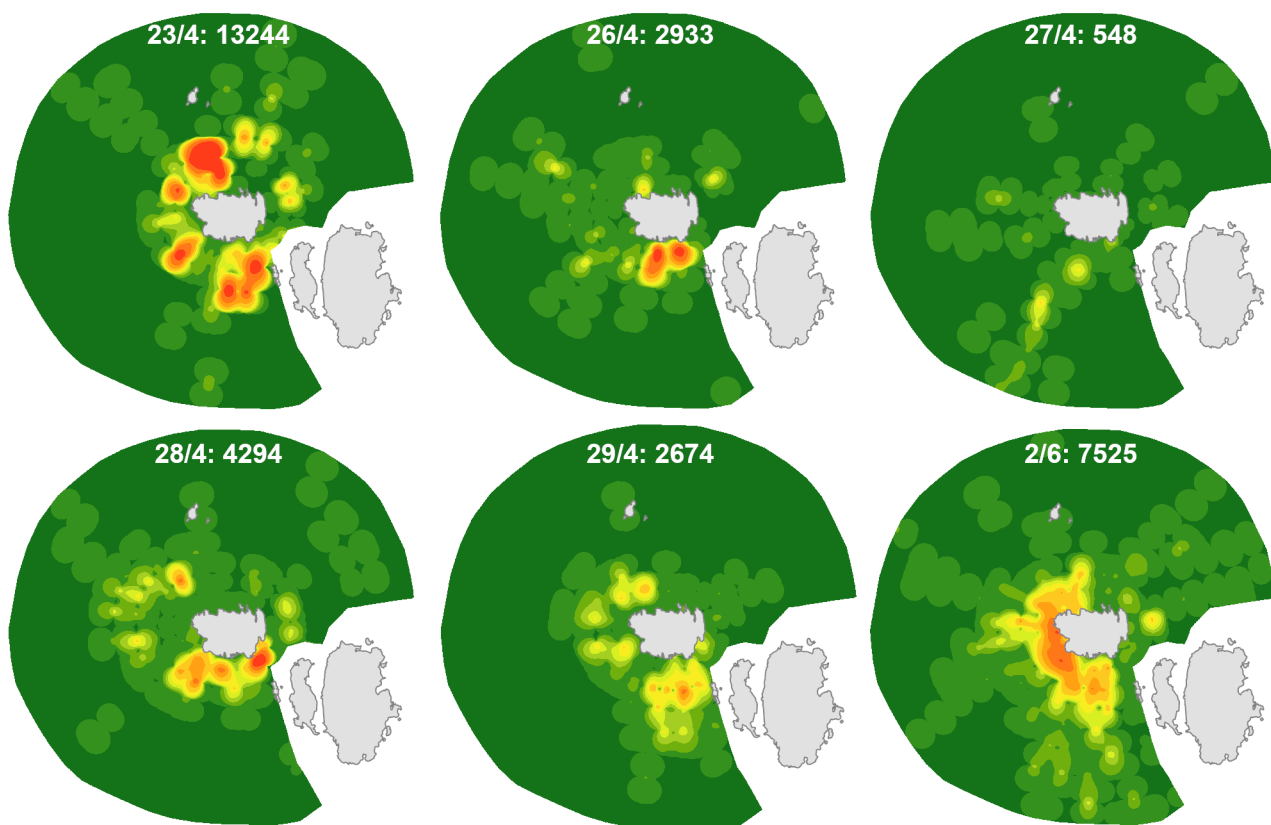
Art	23/04	26/04	27/04	28/04	29/04	02/06
Alk	3673	271	270	870	3487	1059
Lomvie	13.244	2933	548	4294	2674	7525



Alk - tæthed i fugle pr hektar

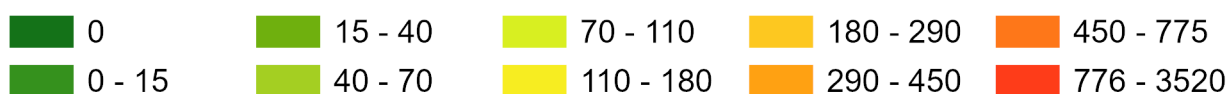


Figur 12. Tætheden af alke (fugle/ha) på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024. Øverst på hvert kort er der en angivelse af dato for flyvning og det estimerede, totale antal fugle indenfor det overfløjne område (radius på ca. 1 km omkring Græsholmen (3,56 km²)).



0 500 1,000 m

Lomvie - tæthed i fugle pr hektar



Figur 13. Tætheden af lomvier (fugle/ha) på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024. Øverst på hvert kort er der en angivelse af dato for flyvning og det estimerede, totale antal fugle indenfor det overfløjne område (radius på ca. 1 km omkring Græsholmen (3,56 km²)).

3.7 Estimat af ynglebestand af alke

Der er fundet en meget betydelig dag-til-dag-variation i antallet af alke talt med drone på havet sidst i april (Tabel 7). Derfor vurderer vi, at droneoptællinger af alke på havet sidst i april ikke umiddelbart vil give et robust estimat for ynglebestanden af alke. Optællinger på havet alene er derfor ikke velegnede til at følge udviklingen i ynglebestanden over en årrække. Det vil kræve et stort antal droneflyvninger, hvis der skal tages højde for dag-til-dag-variation, samt forskelle der skyldes variationer i fænologi mellem årene, som kan være betydelige (Lyngs 2020).

Der kan imidlertid sidst i april også være et betydeligt antal alke, der raster på Græsholmen (Tabel 8), og en kombination af antallet af alke på havet og antallet af alke på land, optalt med få timers mellemrum, vurderes til at kunne give et mere robust estimat af ynglebestanden. Det svarer til en metode anvendt på Stora Karlsö (Olsson & Hentati-Sundberg 2017). Stora Karlsö kolonien er dog på en fjeldside med hylder, og optællingerne er foretaget fra båd i løbet af flere dage sidst i april. Det antages her, at halvdelen af det højeste tælleantal (sum af land og hav), der opnås i april, svarer til et maksimalt antal ynglepar. Det angives, at denne metode benyttes 'i mangel af bedre', og at den muligvis fører til et overestimat (Olsson & Hentati-Sundberg 2017).

Anvendes dette princip på vores dronetællinger, er det højeste tælleletal i april på 5788 alke (3487 på havet plus 2301 på land, Tabel 8). Det er optalt med drone d. 29. april med ca. 2 timers mellemrum på hav og land. Det giver et maksimum estimat på 2894 ynglepar. Det skal hertil bemærkes, at Lyngs (2020) skriver, at der i marts og april kan forekomme gennemtrækkende alke, som er på vej til kolonier mod nord. Vores droneoptælling ligger dog så sent i april, at gennemtrækkende fugle næppe har væsentlig betydning.

Der blev også optalt med drone i begyndelsen af juni måned, midt i alkenes rugetperiode, hvor det forventes, at alkenes tilstedeværelse er mere robust, både overfor år-til-år-variationer i fænologi og daglige variationer i rytme, end sidst i april, lige før alkenene går på land. Vi har kombineret antallet af alke talt på havet og på land i juni måned (Tabel 8). Ved estimering af antal ynglepar ud fra tælleletal i juni, bør der tages hensyn til, at omkring halvdelen af alkenene ruger skjult (Lyngs 2020), og at disse rugende fugle ikke ses på dronefoto. Da bestanden er vokset siden Lyngs' estimat, kan flere alke ruger mere åbent mellem store sten i dag, men samtidig er vegetationen/græsset blevet kraftigere og mere dækkende. Vi antager derfor, at kun 50 % af de rugende alke er registreret med dronen, mens 100 % af magerne er registreret, hvis de har været tilstede på Græsholmen eller på havet omkring Græsholmen.

Efter korrektion af dronetælleletal for skjulte, rugende alke på rede, antages det, at der er to fugle tilstede (på land eller rastende på vandet omkring Græsholm) for hvert yngleforsøg (P -faktor=0,5). Ved at anvende dette estimat når vi et maksimalt antal ynglepar, der svarer til estimatet fremkommet ved metoden anvendt i april som beskrevet af Olsson & Hentati-Sundberg (2017), men med inklusion af skjulte, rugende fugle, der udgør en væsentlig andel i starten af juni. Denne metode kan generaliseres til følgende formel for estimering af antallet af ynglende alkepar i starten af juni:

$$(UX+Tl+Tv)P=X$$

som kan omskrives til:

$$X = (-P*T)/(P*U-1)$$

hvor:

X = antal yngleforsøg

Tl = tælleletal fra dronesurvey på land (3388)

Tv = tælleletal fra dronesurvey på vandet omkring Græsholm (1059)

T = samlet tælleletal, $Tl+Tv$ (4447)

U = andel af rugende alke, der er usynlige fra drone (0,5)

P = forholdstal mellem antal yngleforsøg og antal tilstedeværende alke på og omkring Græsholmen (0,5)

Baseret på droneoptælling af Græsholmen og havet omkring Græsholmen den 2. juni 2024, og brug af denne formel, anslås antallet til 2965 par alke.

Der er en del usikkerhed på begge estimer, der er på hhv. 2894 par og 2965 par alke for april og juni. Det vurderes, at juni-estimatet er det mest robuste at bruge fremover, da alkene på dette tidspunkt ruger og forventes at have en mere fast rytme. Metoden bør dog valideres, dels med time-lapse-overvågning af alke for at fastlægge døgnrytme omkring tælltidspunktet (både i koloni og raste-områder), dels med dronetællinger på flere dage i begyndelsen af juni for at få et indtryk af dag-til-dag-variationen.

Tabel 8. Antallet af alke talt hhv. på havet og på Græsholmen hvor de to flyvninger er gennemført med relativt kort mellemrum.

Dato	*22-23/04/2024	29/04/2024	02/06/2024
Tidspunkt hhv. land- & havtælling	15:10 & 13:40	11:20 & 9:45	15:45 & 18:15
Land	19	2301	3388
Hav	3673	3487	1059
Samlet	3692	5788	4447

*land gennemført 22/4, hav gennemført 23/4



Alk ved redehul (foto P.Lyngs)

4 Anbefalet metode til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen

4.1 Lomvie

Optællingen med drone d. 2. juni, kombineret med time-lapse-overvågning i foto-plots, har givet et estimat af antallet af lomvie-par, der gennemførte yngleforsøg på Græsholmen i 2024, på 19.472 par.

Kombinationen af droneoptælling med time-lapse-overvågning i foto-plots vurderes at give et robust estimat. Overvågning i foto-plots giver mulighed for at korrigere for, hvor mange fugle der er til stede på tidspunktet for droneoverflyvningen i forhold til antallet af ynglepar (K-faktoren) (se specifikke anbefalinger til fremtidig brug af time-lapse kameraer i afsnit 3.5). K-faktoren kan variere gennem yngleperioden og mellem år, bl.a. som følge af forskellige vejrforhold og fødeforhold. Det anbefales, at optælling af lomvier med denne metode fremover gennemføres omkring den første uge af juni, hvor alle ynglepar er i gang. På denne baggrund er der udarbejdet et udkast til en Teknisk Anvisning til optælling af lomviebestanden på Græsholmen.

4.2 Alk

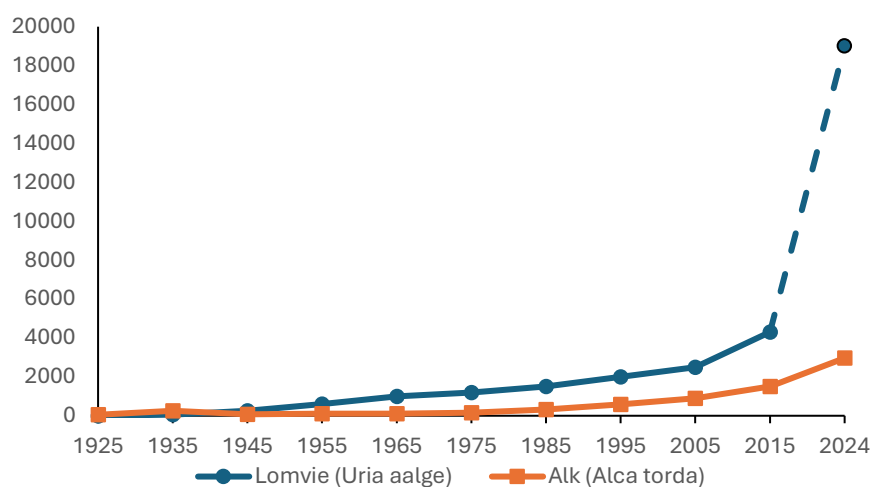
Optællingen med drone d. 2. juni af Græsholmen og havet omkring Græsholmen har givet et estimat på 2965 par alke på Græsholmen i 2024.

Det vurderes, at metoden med optælling med drone, både på øen og på havet, i rugeperioden i begyndelsen af juni er lovende. Men det anbefales, at metoden videreudvikles og valideres, før der udarbejdes en Teknisk Anvisning. Det anbefales, at der gennemføres en sæson, dels med dronetællinger på flere dage i begyndelsen af juni for at få et indtryk af dag-til-dag-variationen, dels med time-lapse-overvågning af alke for at fastlægge døgnrytme omkring tæletidspunktet (både i koloni og rasteområder). Herefter vil der kunne udarbejdes en Teknisk Anvisning for alk.

5 Bestandsudvikling for alk og Lomvie på Græsholmen

Med bestandsestimater for 2024 på omkring 20.000 par lomvier og 3.000 par alke er det tydeligt, at der er sket en kraftig stigning i bestanden af lomvier og alke i forhold til de 4300 par lomvier og 1500 par alke, som blev skønnet for 2015 (Fig. 14) (Lyngs 2020). Vi sætter dog spørgsmålstegn ved, om ikke skønnene for 2015 var for lave. Især for lomvierne må der være sket en langsommere vækst over en længere periode, da en firdobling af bestanden siden 2015 vil kræve en vækstrate, som ikke er biologisk realistisk.

Figur 14. Bestandsudvikling af lomvie og alk på Græsholmen 1925-2024. Stiplet linie angiver urealistisk vækstrate, se tekst. Data: 1925-2015 omtrentlige antal pr. årti skønnet af Lyngs (2020), og data for 2024 dette studie.



Fra 1983 til 2011 steg bestanden af alke på Græsholmen fra 250 par til 1100 par, og med årlige optællinger i perioden 1986-2006 er der beregnet en gennemsnitlig årlig vækstrate på 5,5 % (Lyngs 2020). Med forbehold for, at der er optalt med forskellige metoder i 2011 og 2024, er væksten i perioden 2011-2024 fortsat med en gennemsnitlig årlig vækstrate på 8 %.

Bestanden af lomvier på Græsholmen har i de seneste årtier været anslået med stor usikkerhed. Lomvierne blev frem til 1982 optalt ved at kravle rundt inde i subkolonierne og tælle æg. Herefter blev der gennemført skøn baseret på de gamle optællinger indtil en komplet kortlægning af alle subkolonier fandt sted i 1992, hvor bestanden blev skønnet til 1800-2500 par (Lyngs 1992). Efterfølgende er bestandens størrelse blevet skønnet ved at vurdere om sub-kolonierne areal øgedes eller mindskedes. Hvis vi tager udgangspunkt i, at der i 1992 var 2500 par, har der siden 1992 tilsyneladende været en årlig vækst i bestanden på 6-7 %.

Den kraftige vækst i både lomvie- og alkebestanden (Fig. 14) hænger sammen med, at Græsholmen i 1926 blev et fuglereservat lukket for offentlig adgang og i de seneste årtier er jagt på alk og lomvie blevet forbudt, bifangst i drivgarn er stoppet og niveauet af miljøgifte er faldet. Samtidig er der føderigelighed, så ynglefugle på relativt kort tid kan skaffe den nødvendige føde (Lyngs 2020).

Føden for lomvier og alke i Østersøen er alt overvejende den lille sildefisk brisling (Hedgren 1976, Hentati-Sundberg m.fl. 2018, Kadin m.fl. 2012, Lyngs & Durinck 1998, Lyngs 2020). Der er en meget stor brislingebestand i Østersøen,

hvor det er den fiskeart med de største kommercielle fangster. Bestandens størrelse og udbredelse svinger fra år til år, men den er ikke overudnyttet, og den er begunstiget af, at torskebestanden er meget reduceret (ICES 2022 og 2024).

Den største lomvie- og alkekoloni i Østersøen ligger på Stora Karlsö ved Gotland ca. 275 km nordøst for Græsholmen. Her yngler der 26.000 par lomvier og 12.000 par alke (Carlsen m.fl. 2024, Hentati-Sundberg m.fl. 2025). På Stora Karlsö er begge arters bestande, ligesom på Græsholmen, vokset meget siden 1970'erne. Alk har på Stora Karlsö haft årlige vækstrater på godt 5 % i perioden frem til 2014 og lomvie har haft en tilsvarende vækstrate i 11 år op til 2014. (Olsson & Hentati-Sundberg 2016, 2017, Hentati-Sundberg og Olsson 2016).

De nye bestandstal for lomvie og alk på Græsholmen understreger den internationale betydning af Græsholmen. Olson og Hennati (2017) sammenstillede bestandstal for hele Østersøen, og de nåede et estimat på 23.540 par for lomvie og 39.115 par for alk. Heri indgår der tal, som er mere end 10 år gamle, og bestanden af lomvier på Stora Karlsö er vokset markant siden da (fra 15.700 til 26.000 par se ovenfor). Et konservativt skøn er, at lomvierne på Græsholmen udgør omkring en tredjedel af bestanden i Østersøen og Græsholmens bestand af alke udgør knap 10 %.

6 Referencer

Carlsen, A. A., Casini, M., Masnadi, F., Olsson, O., Hejdström, A., & Hentati-Sundberg, J. (2024). Autonomous data sampling for high-resolution spatio-temporal fish biomass estimates. *Ecological Informatics* 84(December 2024): Article 102852. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102852>

Hentati-Sundberg, J., Evans, T., Osterblom, H., Hjelm, J., Larson, N., Bakken, V., Svenson, A. and Olsson, O., 2018. Fish and seabird spatial distribution and abundance at the largest seabird colony in the Baltic Sea. *Marine Ornithology*, 46, pp.61-68.

Hentati-Sundberg, J., & Olsson, O. (2016). Amateur photographs reveal population history of a colonial seabird. *Current Biology*, 26(6), 226–228. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.02.007>

Hentati-Sundberg, J., Berglund, P.-A., Olin, A. B., Hejdström, A., Österblom, H., Carlsen, A. A., Queiros, Q., & Olsson, O. (2024). Technological evolution generates new answers and new ways forward: A progress report from the first decade at the Karlsö Auk Lab. *Marine Ornithology*, 53(1), 21–33.

ICES (2022). Sprat (*Sprattus sprattus*) in subdivisions 22–32 (Baltic Sea). ICES Advice: Recurrent Advice. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.19453856.v1>

ICES. 2024. BALTIC FISHERIES ASSESSMENT WORKING GROUP (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 5:58. 606 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23123768>

Kadin M, Österblom H, Hentati-Sundberg J, Olsson O (2012) Contrasting effects of food quality and quantity on a marine top predator. *Mar Ecol Prog Ser* 444:239-249. <https://doi.org/10.3354/meps09417>

Kadin, M., Olsson, O., Hentati-Sundberg, J., Ehrning, E. W., Blenckner, T. 2016. Common Guillemot *Uria aalge* parents adjust provisioning rates to compensate for low foodquality. *Ibis* 158: 167–178

Lyngs, P. (2020). Breeding biology and population dynamics of a colonial seabird: The Razorbill. *Dan. Ornitol. Foren. Tidsskr*, 114.

Lyngs, P. 1992: Breeding birds on Græsholmen, Ertholmene in the Baltic Sea, 1925-90. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr*. 86: 1-93 [in Danish, with English summary].

Lyngs, P. 2001: Diet of Razorbill *Alca torda* chicks on Græsholmen, central Baltic Sea. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr*. 95: 69-74.

Lyngs, P. & J. Durinck 1998: Diet of Guillemots in the central Baltic Sea. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr* 92: 197-200.

7 Appendiks

Appendiks 1

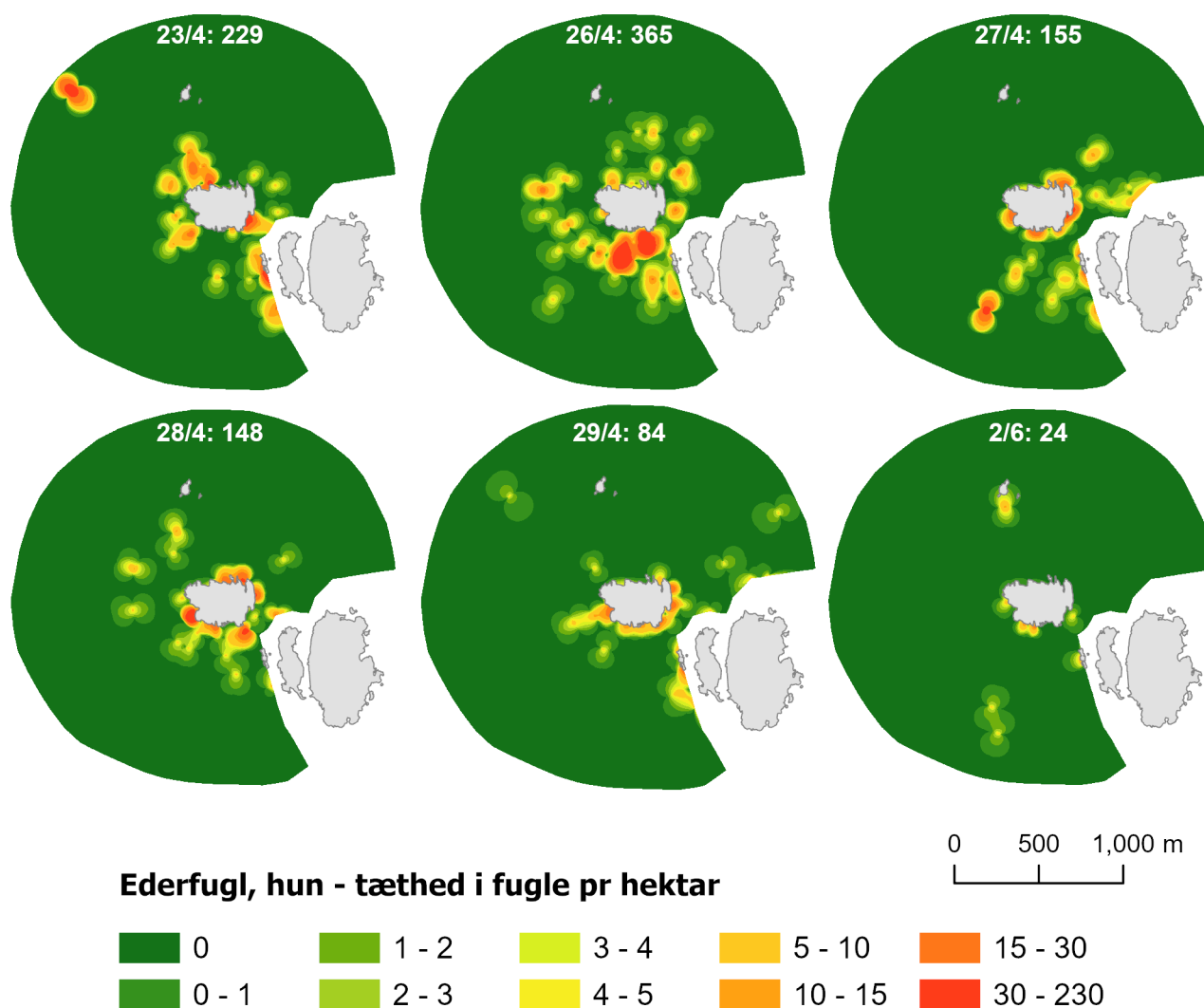
Agisoft Metashape Processing Report. [Find Appendiks 1 her.](#)

Appendiks 2

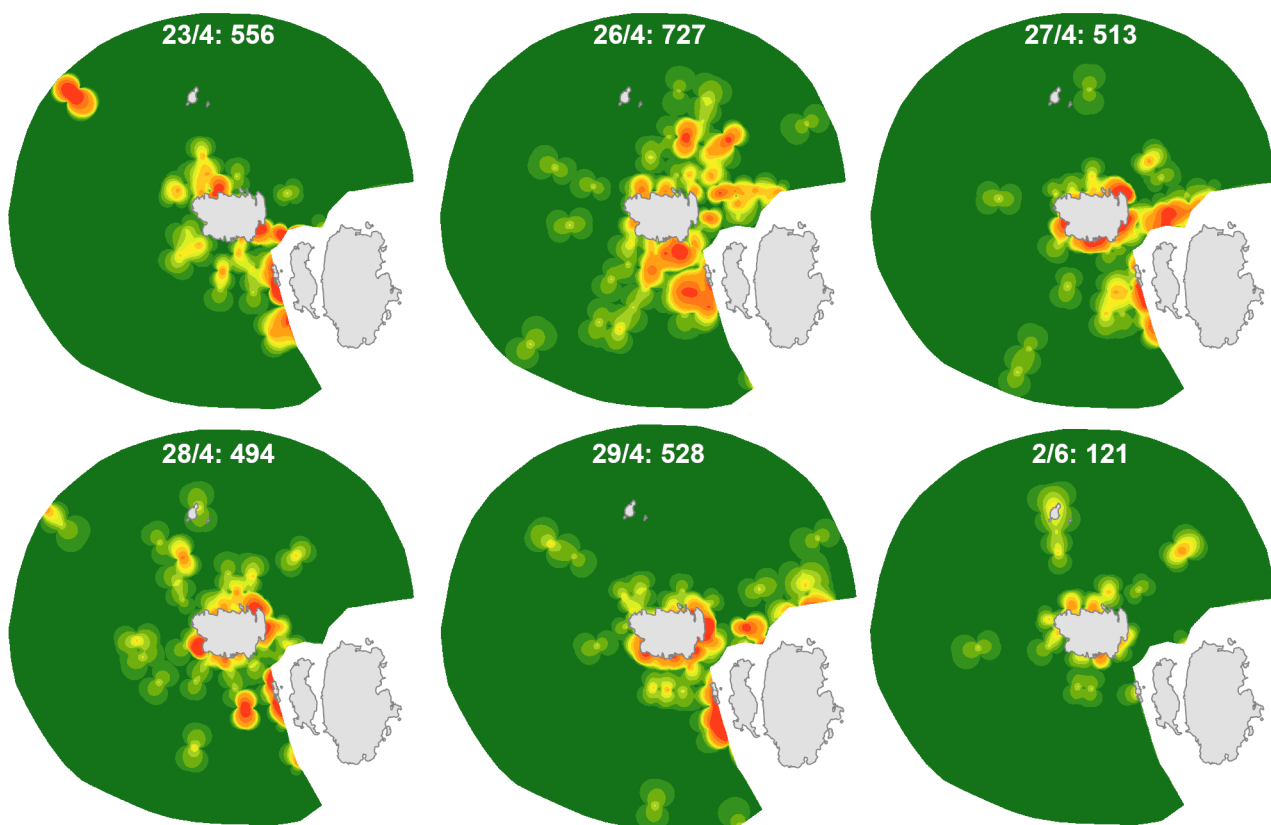
Model Tuning. [Find Appendiks 2 her.](#)

Appendiks 3

Tæthed og antal ederfugle og måger på havet omkring Græsholmen



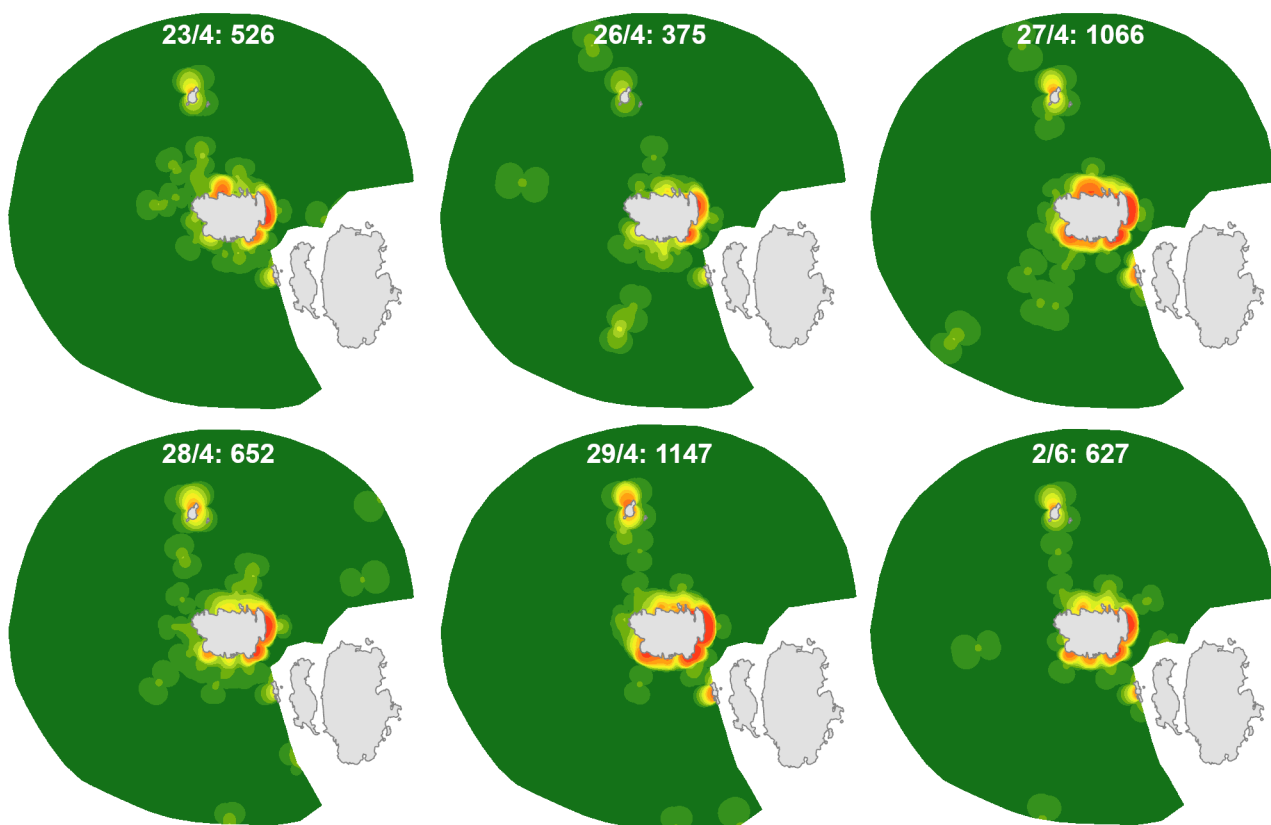
Figur 1. Tætheden af ederfuglehunner (fugle/ha) på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024. Øverst på hvert kort er der en angivelse af dato for flyvning og det estimerede, totale antal fugle indenfor det overfløjne område (radius på ca. 1 km omkring Græsholmen (3,56 km²)).



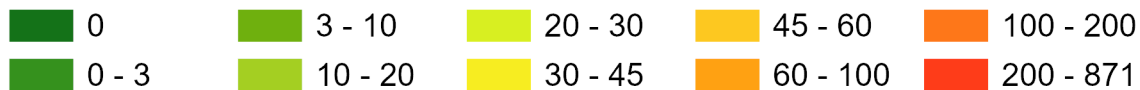
Ederfugl, han - tæthed i fugle pr hektar



Figur 2. Tætheden af ederfuglehanner (fugle/ha) på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024. Øverst på hvert kort er der en angivelse af dato for flyvning og det estimerede, totale antal fugle indenfor det overfløjne område (radius på ca. 1 km omkring Græsholmen (3,56 km²)).



Uspecificerede måger - tæthed i fugle pr hektar



Figur 3. Tætheden af måger (primært sølvmåger) (fugle/ha) på havet omkring Græsholm ved de seks droneflyvninger i 2024. Øverst på hvert kort er der en angivelse af dato for flyvning og det estimerede, totale antal fugle indenfor det overfløjne område (radius på ca. 1 km omkring Græsholmen (3,56 km²)).

UDVIKLING AF METODE TIL OVERVÅGNING AF ALK OG LOMVIE PÅ GRÆSHOLMEN VED KOMBINATION AF DRONE OG TIME-LAPSE KAMERA, SAMT RESULTATER AF OPTÆLLING I 2024

Rapporten beskriver resultaterne af en afprøvning af metoder til overvågning af alk og lomvie på Græsholmen og præsenterer estimater for antallet af ynglepar af de to arter i 2024. Ved at kombinere fotografering fra drone med time-lapse kameraer var det muligt at estimere antallet af lomvier til 19.472 par og antallet af alke til 2.965 par. Det kunne derved dokumenteres, at begge arters bestande har været i kraftig vækst på Græsholmen over de seneste årtier.