



OVERVÅGNING AF YNGLEFUGLE VED BRUG AF DRONER

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 311

2019



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

OVERVÅGNING AF YNGLEFUGLE VED BRUG AF DRONER

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 311

2019

Thomas Eske Holm¹ (red.)
Thomas Bregnballe¹ (red.)
Lars Maltha Rasmussen²
Marie Riddervold¹
Alejandro Corregidor Castro¹
Jacob Sterup¹
Jesper Tofft³
Henrik Haaning Nielsen⁴
Jesper Leegaard⁵
Jana Kotzerka⁶

¹ Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

² Tidal Consult

³ Ravnhøj Consult

⁴ Avifauna Consult

⁵ Dansk Ornitologisk Forening

⁶ Wings of Nature



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 311
Titel:	Overvågning af ynglefugle ved brug af droner
Redaktører:	Thomas Eske Holm & Thomas Bregnballe
Forfattere:	Thomas Eske Holm ¹ (red.), Thomas Bregnballe ¹ (red.), Lars Maltha Rasmussen ² , Marie Riddervold ¹ , Alejandro Corregidor Castro ¹ , Jacob Sterup ¹ , Jesper Tofft ³ , Henrik Haaning Nielsen ⁴ , Jesper Leegaard ⁵ & Jana Kotzerka ⁶
Institutioner:	¹ Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, ² Tidal Consult, ³ Ravnhøj Consult, ⁴ Avifauna Consult, ⁵ Dansk Ornitologisk Forening & ⁶ Wings of Nature
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Februar 2019
Redaktion afsluttet:	Februar 2019
Faglig kommentering:	Rasmus Due Nielsen
Kvalitetssikring, DCE:	Jesper R. Fredshavn
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Holm, T.E. & Bregnballe, T. (red.) 2019. Overvågning af ynglefugle ved brug af droner. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 70 s. - Videnskabelig rapport nr. 311 http://dce2.au.dk/pub/SR311.pdf Der kan henvises til enkeltkapitler i rapporten som vist med følgende eksempel: Castro, A.C. & Bregnballe, T. 2019: Muligheder for automatiseret optælling på fotos. I: Holm, T.E. & Bregnballe, T. (red.) 2019. Overvågning af ynglefugle ved brug af droner. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 72 s. - Videnskabelig rapport nr. 311. http://dce2.au.dk/pub/SR311.pdf Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	I nærværende projekt har DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet undersøgt, hvorvidt droner egner sig til optælling af fugle, der yngler i kolonier såsom skestork, måger og terner. Forsøgene har vist, at droner kan være mindre forstyrrende, fordi man ved brug af en drone kan undgå at bevæge sig rundt i kolonierne og dermed skræmme fuglene på vingerne. Præcisionen af tællingerne, og dermed datakvaliteten, kan flere steder forbedres ved brug af droner. Dette gælder især, hvor alternativet er at tælle fuglene i kolonien på afstand ved brug af kikkert eller teleskop, eller hvor reder med rugende fugle ikke kan ses fra jorden på grund af høj vegetation. Forsøgene viser også, at der er arter og lokaliteter, hvor brug af droner ikke giver fordele i forhold til forstyrrelser, datakvalitet eller tidsforbrug. Metoden med optælling fra drone er meget anderledes end den traditionelle metode, hvorfor det anbefales, at en eventuel implementering i NOVANA-overvågningen først igangsættes efter gennemførelse af en testperiode, hvor Miljøstyrelsens optællere afprøver droner som supplerende redskab. Afprøvningen bør efterfølges af en erfaringsopsamling.
Emneord:	Drone, kolonier, monitoring, måger, optælling, skestork, terner, trane
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Den vestlige ø i Egå Engsø, maj 2018. Foto: Thomas Eske Holm
ISBN:	978-87-7156-391-7
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	70
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR311.pdf

Indhold

Sammenfatning	5
1. Indledning	6
2. Metoder	8
2.1 Benyttede dronetyper	8
2.2 Transektflyvning og manuel flyvning	8
2.3 Håndtering af fotos	10
2.4 Tilladelser og dronebevis	11
3. Trane	12
3.1 Kongens Mose	12
3.2 Lindet Birkemose	13
3.3 Erfaringer	13
4. Sølvhejre	15
4.1 Vejlerne	15
4.2 Erfaringer	17
5. Skarv	18
5.1 Lokalteterne	18
5.2 Fremgangsmåder i felten	18
5.3 Behandling og analyse af billedmaterialet	19
5.4 Resultater	19
5.5 Erfaringer	20
6. Skestork	23
6.1 Langli	23
6.2 Øvrige lokaliteter	24
6.3 Erfaringer	24
7. Sortterne	26
7.1 Vejlerne	26
7.2 Hasberg Sø	27
7.3 Erfaringer	28
8. Kystnære terner	30
8.1 Hirsholm (Splitterne)	30
8.2 Voerså (Havterne)	31
8.3 Holmesø	32
8.4 Erfaringer	33
9. Hættemåge	36
9.1 Sneum Digesø	36
9.2 Egå Engsø	38
9.3 Flintesø i Hedeland	40
9.4 Afprøvning på andre lokaliteter	41
9.5 Erfaringer	41

10. Store måger	42
10.1 Langli	42
10.2 Græsholm, Hirsholmene	47
10.3 Afprøvning på andre lokaliteter	48
10.4 Erfaringer	49
11. Øvrige arter	55
12. Fordele og ulemper ved brug af droner til monitorering af ynglefugle	56
12.1 Forstyrrelser	56
12.2 Datakvalitet	57
12.3 Dokumentation	58
12.4 Forudsætninger	59
12.5 Tidsforbrug (Cost-benefit)	59
13. anbefalinger	62
13.1 Overvågning i Vadehavet	62
13.2 NOVANA-overvågning i det øvrige Danmark	62
13.3 Behov for videreudvikling	63
14. Muligheder for automatiseret optælling på fotos	64
14.1 Indledning	64
14.2 Fremgangsmåde	65
14.3 Foreløbige resultater	66
14.4 Diskussion	66
14.5 Konklusioner	67
15. Referencer	68

Sammenfatning

Droner (UAV's – Unmanned Aerial Vehicles) har været fremme en årrække og er nu blevet så teknologisk fremskredne, at de har et stort potentiale som redskab til optælling af fugle. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet har i dette projekt undersøgt, hvorvidt droner er egnede til optælling af ynglefugle, med vægt på de kolonirugende ynglefuglearter, der indgår i NOVANA-overvågningen.

Der blev afprøvet to overordnede fremgangsmåder, transektflyvning og manuel flyvning. Ved transektflyvning benyttedes lodret fotografering fra en drone der var programmeret til at flyve i faste transekter mhp. en total kortlægning af et større område, fx en hel ø. Ved manuel flyvning fotograferedes der (lodret og/eller fra skrå vinkler) og/eller der blev optaget en video hen over et større eller mere afgrænset område. Begge fremgangsmåder kunne benyttes til kortlægning af områder med skestork, skarv, sølvhejre, måger, sortterne, splitterne og havterne, men generelt for arter, der yngler i kolonier, der er udbredt over et større område, anbefales det at benytte transektflyvning.

Forsøgene viste endvidere, at droner kan være mindre forstyrrende, fordi man ved brug af en drone kan undgå at bevæge sig rundt i kolonierne og dermed skræmme fuglene på vingerne. Præcisionen af tællingerne, og dermed datakvaliteten, kan flere steder forbedres ved brug af droner. Dette gælder især, hvor alternativet er at tælle fuglene i kolonien på afstand ved brug af kikkert eller teleskop, eller hvor reder med rugende fugle ikke kan ses fra jorden på grund af høj vegetation.

Ud over mindre forstyrrelse og forbedret datakvalitet vurderes det, at brug af droner for visse arter og på visse lokaliteter kan give en tidsbesparelse i forhold til de fremgangsmåder, der ellers benyttes under overvågningen. Udvikling af algoritmer til automatisk optælling og genkendelse af fuglearter på dronebilleder vil formodentlig med tiden kunne forøge fordelene ved at benytte fotografering fra drone ved fugletællinger, da analyser af det indsamlede billedmateriale for visse arter og områder kan være meget tidskrævende.

Brug af droner i overvågningen bør kun betragtes som et supplerende værktøj, såfremt observatørens fysiske tilstedeværelse på lokaliteten er påkrævet, fx hvis der samtidig skal optælles arter der ikke kan registreres fra drone, eller hvis man har andre opgaver end ynglefugleoptælling under besøget på lokaliteten. Forsøgene viser også, at der er arter og lokaliteter, hvor brug af droner ikke giver nogle fordele i forhold til forstyrrelser, datakvalitet eller tidsforbrug. Metoden med optælling fra drone er meget anderledes end den traditionelle metode, hvorfor det anbefales, at en eventuel implementering først igangsættes efter gennemførelse af en testperiode, hvor Miljøstyrelsens optællere afprøver droner som supplerende redskab i NOVANA-overvågningen. Afprøvningen bør efterfølges af en erfaringsopsamling.

1. Indledning

I Danmark overvåges en række arter af blandt andet kolonirugende ynglefugle i forbindelse med NOVANA-programmet. De kolonirugende terner, klyde og skestork optælles hvert andet år i de fuglebeskyttelsesområder, hvor de pågældende arter indgår i områdernes udpegningsgrundlag. En gang i overvågningsperioden udføres der i NOVANA-programmet en landsdækkende optælling af disse kolonirugende arter. Som et led i det trilaterale vadehavssamarbejde sikrer NOVANA-programmet desuden, at alle kolonirugende kystfugle, der yngler i Vadehavet, bliver talt op hvert år. Det betyder eksempelvis at nogle af Danmarks største mågekolonier skal tælles årligt.

I europæisk sammenhæng udgør Danmark et vigtigt yngleområde for flere arter af kolonirugende kystfugle. Karakteristisk for arterne er, at de yngler tæt sammen, og at man ved færdsel inde i koloniområdet kommer til at forårsage en forstyrrelse både af den art, man ønsker at monitorere og ofte også af andre arter af ynglefugle. Selv om risikoen er lille, kan sådanne forstyrrelser i værste fald være en medvirkende årsag til at reducere fuglenes ynglesucces (Carney & Sydeman 1999).

For at minimere risikoen for at forårsage utilsigtede forstyrrelser, er det i manualen for ynglefugletællinger i Vadehavet og i de tekniske anvisninger for tælling af kolonirugende arter i øvrige områder i Danmark angivet, at man skal forsøge at benytte optællingsmetoder, hvor man undgår at gå ind i kolonierne for at tælle rederne. I stedet skal man stå på afstand af kolonien og fra et eller flere observationspunkter forsøge at tælle, hvor mange fugle der er i koloniområdet. Foreløbige tests gennemført i udlandet og i mindre omfang også herhjemme viser imidlertid, at der er høj risiko for, at sådanne tællinger fra observationspunkter på jorden giver et usikkert tal og ofte en markant undervurdering af det reelle antal (Blew 2003). Desuden kan det resultat, der opnås ved denne fremgangsmåde variere afhængigt af hvor stor erfaring den enkelte fugletæller har (fx Hellwig 2009, Koffijberg & Dijksen 2007, Laursen m.fl. 2008).

Ud over problemerne relateret til forstyrrelse og usikkerhed omkring præcision, yngler nogle af de relevante NOVANA-arter på steder, hvor det på grund af terrænet er vanskeligt på afstand at se rederne eller de yngleaktive fugle, eller få overblik over antallet af fugle. Det drejer sig bl.a. om trane, sortterne og skestork. Disse arter kan yngle i høj vegetation og spredt ud over et større område, hvilket gør det vanskeligt at se ynglefuglene og lokalisere rederne.

Af ovennævnte grunde har det været relevant at få belyst, hvorvidt anvendelse af droner til overvågning af ynglefugle vil kunne resultere i mere præcise og sammenlignelige data, samt om oplysningerne om antal ynglepar kan tilvejebringes ved væsentligt færre forstyrrelser af ynglefuglene. Det har ligeledes været relevant at forsøge at udarbejde en cost-benefitanalyse, hvor de hidtidige metoder for overvågning af ynglende vandfugle sammenlignes med optællinger fra droner.

I denne rapport præsenterer vi resultaterne fra en række optællinger af ynglefugle ved brug af drone. Vi giver en beskrivelse af de erfaringer, der er gjort i forbindelse med afprøvning af drone til optælling af bl.a. ynglende trane, skarv, sølvhejre, skestork, hættemåge, sølvmåge, sildemåge, sortterne, havterne og splitterne. Vi belyser nogle af fordelene og ulemperne ved at benytte

droner til overvågning af disse arter. Desuden giver vi en beskrivelse af under hvilke forhold det kan være fordelagtigt at benytte droner, og vi giver anbefalinger til, hvordan det sikres, at man opnår de bedst mulige resultater ved anvendelse af en drone.

1.1 Tak

Vi ønsker at takke Miljøstyrelsen for finansiel støtte til den del af projektet, der blev gennemført i 2018. Tak til Naturstyrelsen for at give tilladelse til droneflyvning i deres områder. Tak til Bjarne Slajkær fra Naturstyrelsen Blåvandshuk for hjælp med transport til og fra Langli. Tak til Lasse Ørsted Jensen for flyvning med fastvingedronen. Også tak til Svend Rønnest, Ole Amstrup, Christian Ditlev Funder Castenschiold og Emil Kiesbye Præstegaard Larsen for hjælp med feltarbejdet på Langli. Tak til Emil Kiesbye Præstegaard Larsen og Jørgen Maltha Rasmussen for hjælp med feltarbejdet på Langli og ved Sneum Digesø. Tak til Anija Uzule for hjælp med optælling af måger på de mange billeder, der blev taget fra dronerne. Vi takker de mange lodsejere, der gav tilladelse til flyvning med drone og til færdsel på deres arealer. Endelig takker vi de personer, der har kommenteret udkastene til rapporten.

2. Metoder

2.1 Benyttede dronetyper

I overvågningen blev der benyttet fire forskellige droner. Tre af disse var multitotordroner (quadrocopter) med fire motorer: En DJI Phantom 4 Pro (Figur 2.1), en DJI Mavic Pro (Figur 2.2) og en 3DR solo med et Gorpro Hero 4 Black kamera (Figur 2.3). Desuden benyttedes en E384 fastvingedrone (Figur 2.4). Multitotordronerne er mindre droner (under 1,5 kg), mens fastvingedronen er en større drone velegnet til kortlægning af større områder.

Figur 2.1. DJI Phantom 4 Pro multitotordrone.



2.2 Transektflyvning og manuel flyvning

2.2.1 Transektflyvning

Der blev i dette studie lavet transektflyvninger såvel som manuelle flyvninger. Flyvning i transekter er beregnet til systematisk at kortlægge et større område, fx en ø med ynglende vandfugle.

En kortlægning i transekter foregår i en fast og foruddefineret højde, fx 25 m eller 40 m. I dette studie blev transektflyvningerne udført ved hjælp af programmerne DroneDeploy (www.dronedeploy.com), Mission Planner (<http://ardupilot.org/planner/>) og Pix4D (www.pix4d.com), hvor man hjemmefra kan planlægge flyvningerne. I planlægningen blev der foretaget valg af flyvehøjden og det procentvise overlap på billederne. Derefter blev antallet og tætheden af transekter udregnet automatisk. For flyvning med den benyttede multitotordrone fra DJI blev der koblet en mobiltelefon på dronens fjernkontrol. Via en App fra DroneDeploy eller Pix4D kunne flyvningen styres autonomt. Da fastvingedronen blev benyttet, blev den styret af Mission Planner, som kører på en PC med direkte forbindelse til dronen.

Jo lavere højde der flyves i, desto mindre areal dækker det enkelte billede. Det betyder, at en flyvning i lav højde kræver flere transekter og dermed længere flyvetid, end en flyvning i stor højde. Fordelen ved en lav flyvehøjde er, at billedkvaliteten optimeres, og dermed sikres en bedre genkendelse af fuglearterne og deres adfærd.

2.2.2 Manuel flyvning

På steder, hvor transektflyvninger ikke var egnet, blev der med DJI Phantom 4 Pro udført manuelle flyvninger. Manuel flyvning kan være nødvendig, fx ved kortlægning af arter som man på forhånd ikke kan forudsige placeringen af. I en række af disse tilfælde vil det ikke være rationelt på forhånd at planlægge flyvningen som transektflyvning. Det skyldes, at transektflyvninger forudsætter, at man tegner flyveområdet ind på et digitalt kort før man sender dronen afsted. Steder hvor en manuel flyvning kan være nødvendig er eksempelvis temporære øer og sandflader for ynglende fugle.

Figur 2.2. DJI Mavic Pro multirotordrone.



Manuel flyvning blev også benyttet i områder, hvor terrænet var vanskeligt at bevæge sig i, eksempelvis moser med ynglende traner, og hvor det fra dronen ofte er muligt at få et bedre overblik over området. Her skal det under flyvningen sikres, at man får dækket alle relevante områder.

Figur 2.3. 3DR Solo.



Ved manuel flyvning blev der oftest taget video under hele flyvningen, for at indsamle så meget information som muligt. Når det blev skønnet relevant, blev der samtidig taget almindelige billeder. Dette er muligt både med en GoPro Hero4 og med de kamera, der sidder på en DJI Phantom 4 Pro.

Figur 2.4. E384 fastvingedrone.
Her fotograferet kort efter takeoff
på Langli. Foto: Thomas Eske
Holm.



2.2.3 Krav til vejr og vind

For at opnå den bedste billedkvalitet og en høj sikkerhed under flyvningerne, blev transektflyvninger såvel som manuelle flyvninger så vidt muligt foretaget på solrige dage. Benyttes mindre droner som i denne undersøgelse skal der ikke være for meget blæst, dvs. helst ikke større gennemsnitsvind end 7-8 m/s). Kraftig blæst nedsætter flyvetiden og øger risiko for skader ved landing, og kan give rystelser på videooptagelser. Større og mere professionelle droner som fx DJI Matrice 210 kan klare en gennemsnitsvind op til 12 m/s (Kilde: www.dji.com).

2.3 Håndtering af fotos

2.3.1 Fotos fra transektflyvninger

Ved transektflyvningerne blev der taget op til flere tusinde billeder på en kortlægning. Billederne blev taget med op til 75% overlap og uploadet til enten DroneDeploy eller Pix4D efter hver enkelte flyvning, afhængig af hvilket program flyvningen var kortlagt i. Programmerne sammensatte de mange fotos og resultatet var et samlet billede af det overfløjne område, fx en yngleø med kolonirugende fugle. Billeder fra fastvingedronen blev sammensat med programmet Drone2map fra firmaet ESRI.

Fuglene på de sammensatte fotos blev optalt manuelt. Der blev i dette projekt afprøvet forskellige GIS- og billedbehandlingsprogrammer til hjælp i optællingen, bla. ArcGIS og ImageJ. På sigt vil der med fordel kunne udvikles algoritmer, der gennem *machine learning* automatisk kan genkende og optælle fuglene og bestemme deres adfærd på fotos taget med drone. Som eksempel har vi i dette studie udviklet en simpel model, som automatisk kan finde sølvmåger på dronefotos (se kapitel 14).

Ved manuelle flyvninger blev både video og billeder gennemgået og sammenlignet, og fuglene blev optalt manuelt. Fordelen ved optagelse af videoer, at man kan studere fuglenes eventuelle reaktion på dronens overflyvning,

og man kan uddrage fotos på et valgfrit tidspunkt fra videoen; disse fotos vil være i knap så god opløsning. Nogle fugles tilstedeværelse afsløres bedst, når man kan studere en video, hvor de bevæger sig, ligesom man på en video ofte kan foretage en mere sikker artsbestemmelse.

2.4 Tilladelser og dronebevis

Før feltsæsonen blev der hos Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen indhentet tilladelse til flyvning i alle relevante BL 7-15 områder (særligt støjfølsomme naturområder), ligesom der blev indhentet tilladelse hos alle relevante lodsejere, herunder Naturstyrelsen i forhold til flyvning i reservatområder. Dronerne blev fløjet af Thomas Eske Holm, Lasse Ørsted Jensen og Lars Maltha Rasmussen, som alle har dronebevis.

3. Trane

Thomas Eske Holm, Jesper Tofft & Jesper Leegaard

3.1 Kongens Mose

Kongens Mose er med sine ca. 200 ha en af landets største højmoser. Overvågningen af reder blev foretaget den 1. maj 2018 af Miljøstyrelsen.

3.1.1 Fremgangsmåde i felten

Der blev foretaget en transektkortlægning af to udvalgte delområder af Kongens Mose med et areal på i alt 25 ha, dvs. ca. 12,5 % af hele mosen (Figur 3.1.). Områderne blev udvalgt ud fra en lokal observatørs viden om, at traner før har gjort yngleforsøg i de dele af mosen. Størrelsen af områderne blev udvalgt ud fra hvor stort et område, der kunne dækkes uden at skifte batteri.

Droneflyvningen i transekter blev foretaget med en DJI Phantom 4 Pro og styret ved hjælp af programmet DroneDeploy. Flyvningerne blev foretaget i 50 m højde og tog sammenlagt ca. 50 min. Såfremt hele mosen var blevet kortlagt på samme måde med én drone, ville det have taget ca. otte gange så lang tid, dvs. godt 6 timer.

Figur 3.1. De to delområder i Kongens Mose der blev kortlagt med DroneDeploy. De røde prikker er sat ved første gennemgangen af billedet og markerede hvor der var objekter til nærmere analyse.



3.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Ved hjemkomst blev de mange billeder fra dronen downloadet og efterfølgende sat sammen til to store oversigtsbilleder. Under gennemgangen af disse blev potentielle tranereder, voksne fugle mv. markeret (Figur 3.1). Ved nærmere gennemgang blev objekterne herefter verificeret som voksne traner, reder eller alternativt forkastet. Øvelsen tog ca. to timer.

3.1.3 Resultater

Der blev på billederne registreret to tranereder og i alt tre voksne fugle (Figur 3.2).

Figur 3.2. To traner ved rede fotograferet fra 50 m højde med drone.



3.2 Lindet Birkemose

Lindet Birkemose er et moseområde på ca. 57 ha lige øst for Lindet Skov. Området blev overvåget med drone den 15. april og 10. maj 2018 af Flemming Wollbrink og Jesper Leegaard.

3.2.1 Fremgangsmåde i felten

Observatørerne kendte på forhånd områdets topografi i detaljer og vidste fra tidligere år, hvor i mosen tranerne plejede at yngle og holde til. Derfor kunne de fra en længere afstand og uden selv at blive set af tranerne, styre dronen hen til det formodede ynglested. Der var således ikke tale om en kortlægning i transekter som ved Kongens Mose, men brug af dronen med henblik på en verificering af et muligt ynglefund, som man forventede var i området.

Der blev benyttet en DJI Mavic Air drone, og flyvetiden var ca. 20 min ved begge flyvninger. Data blev indsamlet ved at videofilme det overfløjne område. Der blev ikke taget billeder. Observatørerne så ikke traner på kontrolenhedens skærm, mens der blev fløjet.

3.2.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Ved hjemkomst blev videoerne overført til computeren og gennemgået på en PC-skærm med høj opløsning. Hver gennemgang tog ca. en time.

3.2.3 Resultater

Ved gennemsyn af videoen blev der på begge datoer registreret ét par traner, hvilket svarede til det forventede.

3.3 Erfaringer

Traner er store fugle der yngler i små såvel som i større områder. Størrelsen på fuglene gør dem nemme at se og opdage på billeder og video. Dog ruger de ofte i visent løv, herunder tagrør, star og dunhammer, og kan på sådanne steder med deres grå og brune farvetoner på ryggen være svære at opdage fra

luften. Nogle par ruger under træer og buske, og kan således være svære eller umulige at lokalisere, selv før løvspring.

Der er to måder at benytte droner på ved overvågning af traner. Den ene er transektkortlægning som i Kongens Mose og den anden er manuel flyvning som i Lindet Birkemose.

Transektkortlægning vil være velegnet i områder som ønskes systematisk gennemgået. Det kan fx være et område man ikke kender i forvejen, eller hvor man ikke i forvejen har kendskab til, om der er ynglende traner. Her kan man foretage en kortlægning med drone, for herefter at studere billedmaterialet på en computerskærm. Jo større områder der er tale om, jo længere vil det tage både i felten og i den efterfølgende eftersøgning af reder og voksne fugle på billederne. Det vil derfor blive en afvejning i de enkelte tilfælde, hvorvidt der er fordele ved metoden i forhold til en traditionel optælling, som er beskrevet i den tekniske anvisning til overvågning af trane (Holm & Søgaard 2017).

En kortlægning i transekter kan også foretages som en supplerende til den traditionelle optælling, fx i områder, hvor man har mistanke eller formodning om, at der yngler traner, men ikke præcist ved, hvor det mulige ynglested er lokaliseret. Her vil man med en transektkortlægning kunne få data til at understøtte eller forkaste en sådan formodning.

Den anden metode er at benytte dronen til verificering af mulige eller formodede ynglefugle eller reder i et område, som man har eftersøgt på traditionel vis, fx ved lytning af territoriehævende fugle. Her kan film (som ved sølvhejre, se kapitel 4) være en fordel, da traners bevægelse kan afsløre deres position på steder, hvor de ellers er godt camoufleret. Metoden kan også benyttes som supplerende til den traditionelle overvågning, fx hvor man ønsker at undgå forstyrrelser, eller hvor man ikke kan overskue terrænet (sumpe, rørskove) med almindeligt udstyr som kikkert.

I Lindet Birkemose sås tranerne ikke på skærmen under flyvningen, men først efterfølgende under gennemgang af videoen, så metoden kan være usikker på den måde, at man ikke nødvendigvis filmer det rigtige sted og dermed ikke sikkert verificerer tilstedeværelse af traner. Denne usikkerhed kan sandsynligvis mindskes betydeligt ved at benytte en større skærm som fx en iPad under flyvningen, hvor fuglene bedre kan ses.

Det er erfaringen, at dronerne ikke skræmte de voksne traner, heller ikke på 8-10 meters afstand. De var opmærksomme, men de blev, hvor de var.

4. Sølvhejre

Thomas Eske Holm & Jacob Sterup

4.1 Vejlerne

Vejlerne huser Danmarks eneste koloni af sølvhejrer. Kolonien befinder sig i en tæt bevoksning af høje nåletræer, hvor en præcis optælling af reder fra jorden ikke er mulig. Kolonien er en del af en større fiskehejrekoloni beliggende uden for et nærliggende fuglebeskyttelsesområde. Yngleforekomsten af sølvhejre på lokaliteten blev for første gang konstateret i 2017, hvor der med sikkerhed yngede 4 par (Haaning 2017). Året efter blev overvågningen foretaget den 12. juni 2018 (se også Skriver 2018). Sølvhejre er ikke en art der overvåges i NOVANA, da den ikke indgår i udpegningsgrundlaget for nogen af Danmarks 125 fuglebeskyttelsesområder. Arten er imidlertid en såkaldt bilag 1-art, og det er tænkeligt, at arten inden for en overskuelig årrække vil etablere sig som ynglefugl i et eller flere fuglebeskyttelsesområder. Derfor er erfaringen med optælling af denne art fra drone beskrevet.

4.1.1 Fremgangsmåde i felten

Der blev i 2017 benyttet en 3DR Solo og i 2018 en DJI Phantom 4 Pro til opgaven. I det følgende beskrives metoden som blev benyttet i 2018. Droneføreren placerede sig i et åbent område ved siden af granskoven på en afstand, så dronen kunne følges under flyvningen. Kolonien af sølvhejrer og fiskehejrer blev lokaliseret og manuelt fotograferet fra ca. 50 m højde med overlap mellem billederne (Figur 4.1). Herefter blev kolonien overfløjet i 10-15 m højde og alle reder blev filmet skråt oppefra på video (Figur 4.2). Feltarbejdet tog ca. 1 time på stedet.

4.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

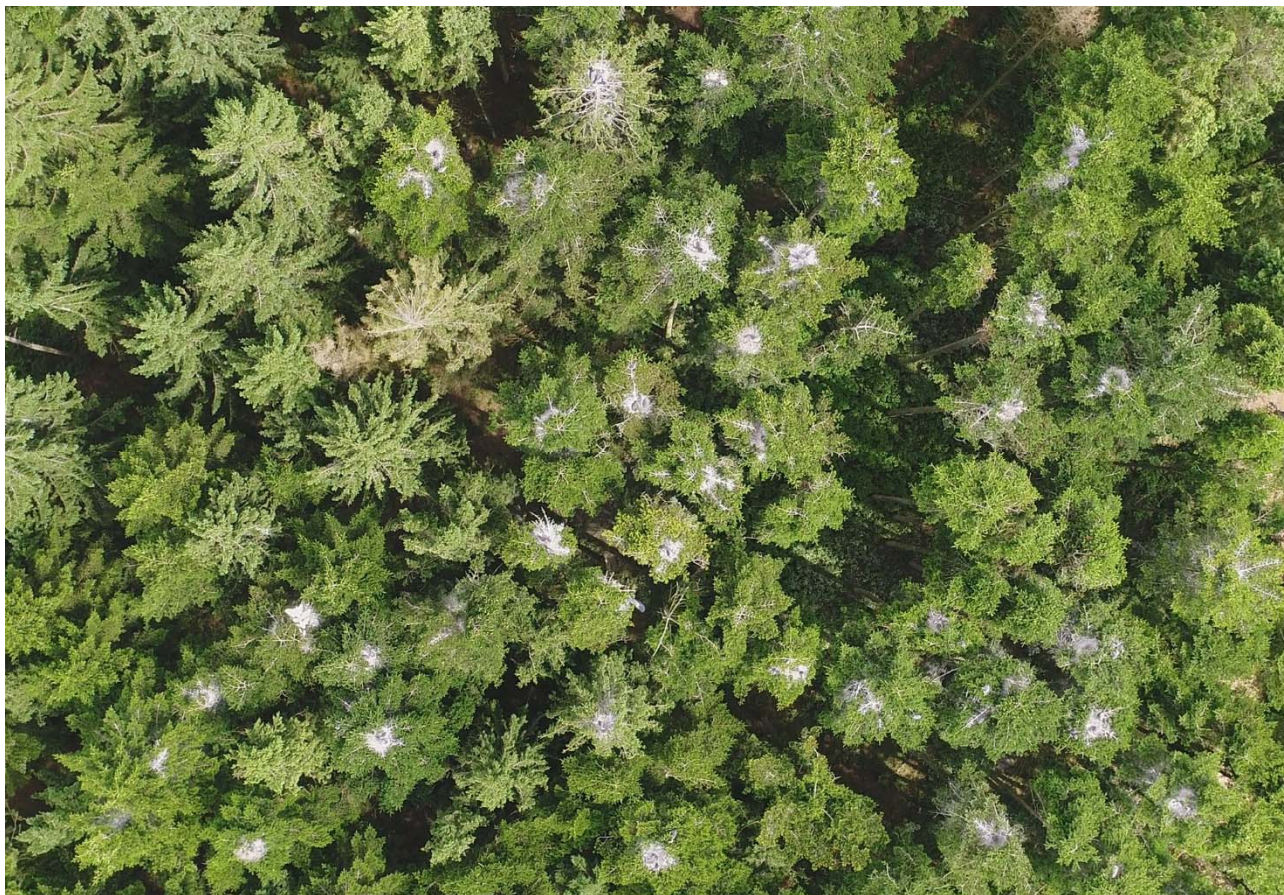
Billederne blev efterfølgende sat sammen til ét stort oversigtsbillede over hele kolonien og potentielle sølvhejrereder blev markeret. Herefter blev videoen gennemgået, og hver enkelt potentielle rede blev lokaliseret på oversigtsbilledet. Derefter blev rederne, der var udpeget som potentielle reder, nærmere studeret og verificeret som sølvhejrereder eller forkastet (Figur 4.1).

For at opnå en så nøjagtig optælling som muligt, blev videoen gennemgået af to forskellige observatører. De to observatører gennemgik herefter videoen sammen for at få det mest nøjagtige resultat. Der blev sammenlagt brugt ca. 5 timer på behandling af billeder og efterfølgende optælling.

4.1.3 Resultater

I 2017 blev der registreret 4 reder af sølvhejrer. I 2018 blev der i alt optalt 9 sølvhejrereder ud fra de billeder og videoer, der blev taget fra dronen. Da ungerne af sølvhejrer har en anden stemme end ungerne af fiskehejrer, vil man uden brug af drone kunne verificere yngleforekomst af sølvhejre, men det vil som regel være meget vanskeligt at optælle rederne uden brug af drone, da de ofte yngler blandt fiskehejrer, hvis reder ligner sølvhejrenes. Da det ikke er muligt at foretage en optælling fra land, på grund af redernes placering øverst

i tæt nåleskov, kan der ikke laves en sammenligning mellem optællingsmetoderne fra land og fra luften (Henrik Haaning Nielsen, pers. komm.). Vi konkluderer, at anvendelse af drone er den eneste velegnede metode til optælling af ynglende sølvhejre i denne type af kolonier.



Figur 4.1. Et udsnit af kolonien med fiskehejrer og sølvhejrer set direkte fra oven. Foto: Thomas Eske Holm.

Figur 4.2. En sølvhejre ved sin rede. Hejrens hvide farve ses tydeligt sammenlignet med fiskehejrerens grå nuancer. Screenshot fra video. Foto: Thomas Eske Holm.



4.2 Erfaringer

Rederne af de to hejrearter kan være svære at adskille ved blot at se på billedet taget fra oven (Figur 4.1). Det skyldes dels ekskrementer fra fuglene der farver reder og grenene omkring rederne hvide, og dels hvidbalancen i billederne, der fik de fleste fugle til at se hvide ud, inkl. fiskehejrerne. Derfor var videoen i dette tilfælde en uundværlig hjælp til lokalisering, bestemmelse og optælling af sølvhejrerederne. Desuden var det en fordel, at flyvningen blev gennemført, mens der var forholdsvis store unger i rederne, idet det øgede præcisionen i artsbestemmelsen.

Den lavere flyvehøjde over kolonien, der var nødvendig ved optagelse af videoen, betød i mange tilfælde, at de voksne fugle reagerede på dronen ved kortvarigt at forlade reden og sætte sig i et træ længere væk. Der var derfor ikke nødvendigvis en rede de steder, hvor der blev observeret voksne sølvhejrer. Netop derfor var det nødvendigt at kunne registrere hvorfra sølvhejrer lettede for at konstatere redestedet.

5. Skarv

Thomas Bregnballe, Jacob Sterup & Lars Maltha Rasmussen

5.1 Lokalteterne

I de senere år har der årligt ynglet skarver på omkring 80 lokaliteter. Mange af lokaliteterne er vanskeligt tilgængelige, og i de fleste tilfælde kan rederne ikke optælles uden at forårsage væsentlig forstyrrelse af skarverne og de andre arter, som yngler i nærheden af skarverne. Anvendelse af drone til optælling af skarvreder blev afprøvet i syv forskellige skarvkolonier i ynglesæsonerne 2016-2018 (Bregnballe & Nitschke 2016, 2017, Rasmussen 2016, 2017, Bregnballe & Sterup 2018). I to af tilfældene var der tale om kolonier, hvor skarverne yngede i træer, mens der i de andre tilfælde var tale om kolonier, hvor alle skarverne yngede direkte på jorden.

5.2 Fremgangsmåder i felten

I foråret 2018 blev der ved flyvning i transekter med en DJI Phantom 4 Pro foretaget en kortlægning af de jordrugende skarvkolonier på Storeholm i Filsø og på Melsig i Arup Vejle. Da øerne ikke var uoverkommeligt store, blev flyvninger dækkende øernes samlede areal indtegnet i DroneDeploy, og der blev valgt en flyvehøjde på 40 m for både Filsø og Melsig. På dagen hvor Storeholm blev overfløjet, var den gennemsnitlige vindhastighed over 8 m/s.

Skarvkolonierne på Rønholm, Rotholmene og Troldholmene i Limfjorden, hvor alle skarverne yngler på jorden, blev i 2017 og 2018 fotograferet fra skrå vinkler fra en manuelt styret drone. På disse dage var forholdene for flyvning optimale.



Figur 5.1. Oversigtsfoto af en del af skarvkolonien ved Højbjerg Skov. Foto: Lars Maltha Rasmussen.

Fotografering og optagelse af video af trærugende kolonier blev afprøvet i 2018. Den ene koloni var Vænge Sø nær Mols, og den anden koloni var Højbjerg Skov ved Korsør. Ved Vænge Sø blev kolonien både fotograferet lodret og fra skrå vinkler.

De kolonier, der blev fotograferet fra drone i 2016 og 2017, var alle jordrugende kolonier. Kolonierne blev uden problemer fotograferet fra en manuelt styret drone (se fx Rasmussen 2016, 2017).

5.3 Behandling og analyse af billedmaterialet

De sammensatte lodrette billeder fra Storeholm og Melsig kunne forholdsvis let analyseres, men for begge øer blev præcisionen i optællingen af reder negativt påvirket af, at fotograferingen var blevet gennemført, mens der var forholdsvis meget vind. Det reducerede kvaliteten af det sammensatte billede.

Det var nemt at optælle skarvrederne på de skrå fotos, der var blevet taget af de jordrugende kolonier på Rønholm, Rotholmene og Troldholmene under manuel flyvning med optimale vejrforhold.



Figur 5.2. Foto af et udsnit af kolonien ved Højbjerg Skov taget med drone ved flyvning henover den tilstødende sø. Skarvrederne fremstår tydelige med himlen som baggrund. De enkelte fotos (lignende det viste) blev sat sammen (automatisk i et billedbehandlingsprogram), hvorefter rederne blev talt. Foto: Lars Maltha Rasmussen.

5.4 Resultater

I 2018 blev der på grundlag af fotos taget fra drone som nævnt optalt reder i tilsammen fem kolonier, hvor skarverne ynglede på jorden, og i to kolonier, hvor skarverne ynglede i træer. Desuden blev der samlet erfaringer fra de fotos, der var blevet taget med drone af jordrugende skarvkolonier i 2016 og 2017.

Da skarverne forblev på rederne, var det i de fleste tilfælde uproblematisk at tælle de aktive reder, især hvor der var tale om jordrugende kolonier.

Kolonien på Melsig blev fotograferet med drone 12. juni, hvor mange af skarverne havde store (over 30 dage gamle) unger. Optællingen af skarvreder på dronebillederne gav i alt 917 reder. Den 7. maj blev der ved traditionel gennemgang af kolonien til fods talt 971 reder. Optællingen vha. drone sent på ynglesæsonen gav altså 6 % færre reder. Hele eller en del af forskellen i antallet af reder kan formentlig forklares med, at mange reder var forsvundet i løbet af de fem uger, der gik mellem de to tællinger; forladte skarvreder forsvinder ofte hurtigt, efter de er forladt.

I trækolonien Højbjerg Skov ved Korsør blev kolonien talt grundigt op fra jorden ved at gå rundt i og langs kolonien og tælle alle rederne. Samme dag blev kolonien fotograferet fra en drone. Disse fotos blev efterfølgende sat sammen til et sammenhængende billede (se Figur 5.1 og 5.2). For at sikre, at reder ikke blev overset, blev der også fotograferet og optaget video af koloniens anden side. Ved optællingen af reder fra jorden blev der registreret 17 % færre reder end ved optællingen af reder på de fotos, der blev taget fra dronen. Det skal dog nævnes, at der ved optællingen af de 470 reder på fotos var en skønnet usikkerhed på ± 10 reder.

Figur 5.3. Et lodret foto af en af øerne i ø-gruppen Kollerne i Stavns Fjord. Fotoet er taget fra en manuelt styret drone. Ved at zoome ind på fotoet kunne det let afgøres om den enkelte skarv lå på en rede, og derved kunne antallet af besatte reder opgøres præcist. Foto: Lars Maltha Rasmussen.



5.5 Erfaringer

De yngleaktive skarver reagerede ikke på dronens tilstedeværelse, hvilket for en enkelt kolonis vedkommende er nærmere beskrevet i Rasmussen (2016) og i Bregnballe & Nitschke (2016).

Skarver er store fugle, der er nemme at kende, og deres reder er som regel lette at identificere på dronebilleder (eksempler i Figur 5.3 og 5.4). Jordrugende kolonier er oftest opdelt i velafgrænsede delkolonier, der er meget lette

at se fra luften. Det vil derfor som regel være tilstrækkeligt at finde og fotografere de enkelte delkolonier med dronen, og det vil sjældent være nødvendigt at lave transektflyvninger over større områder.

Så længe de jordrugende skarver har æg i rederne, og fuglene forbliver på rederne under fotograferingen fra drone, er det som regel ukompliceret at tælle rederne på dronebilleder. Dog kan nye / ufuldstændige reder (hvor rugning ikke er påbegyndt) være vanskelige at registrere med sikkerhed. Reder, hvor rugning har fundet sted gennem nogen tid, således at omgivelserne er hvidkalkede, og der ligger en rugende fugl i reden, er lette at erkende.

På baggrund af vore erfaringer vurderer vi, at de bedste resultater med optælling af skarver ud fra dronefotos opnås ved at fotografere så sent på sæsonen, at alle reder er veletablerede, men så tidligt, at få eller ingen skarver har nået at opgive yngleforsøget eller har fået store unger. Disse kriterier vil ofte kunne imødekommes, hvis der fotograferes omkring starten eller midten af maj, men det bedst egnede tidsvindue vil variere noget fra år til år og fra koloni til koloni.

Såfremt der fotograferes senere på sæsonen (fx i løbet af juni måned) vil der være øget risiko for, at optællinger ud fra dronebilleder vil give et underestimat. Dette blev som omtalt ovenfor også konstateret for øen Melsig i Arup Vejle. Skarverne stjæler således ofte redemateriale fra andre reder, når muligheden byder sig. Derfor vil reder, hvor yngleforsøget opgives, hurtigt forsvinde. I kolonier, hvor skarverne yngler på jorden, vil nogle af rederne desuden blive forladt af skarvungerne, når de har nået en alder på ca. 20-25 dage, hvorefter rederne kan forsvinde. Disse forhold gør sig dog også gældende ved en direkte optælling til fods i kolonien, hvorfor det er vigtigt, at optællingen sker på det optimale tidspunkt i forhold til koloniens fænologi.

Figur 5.4. Et skråfoto fra den 19. maj 2017 af skarvkolonien på den nordlige del af Rotholmene. Ved at zoome ind på fotoet kunne antallet af besatte reder opgøres til 262. Foto: Lars Maltha Rasmussen.



For de helt kystnære øer, hvor skarverne udelukkende yngler på jorden, vil man kunne nøjes med at sende en drone afsted fra fastlandet, og dermed undgå at skulle vade eller sejle til øen.

For mange af de lidt mindre kolonier er det ikke afgørende, om kolonien bliver fotograferet.

Vi kan ikke umiddelbart anbefale at benytte fotografering eller optagelse af video fra drone til optælling af reder i kolonier, hvor skarverne yngler i træer. Dette afhænger dog af de lokale forhold, og muligheden for at kunne se rederne på lodretfotos.

6. Skestork

Thomas Eske Holm & Lars Maltha Rasmussen

6.1 Langli

Langli har i flere år haft en koloni af skestørke på den sydlige del af øen. Overvågningen af reder blev i dette forsøg foretaget den 15. maj 2018, hvilket er ca. 14 dage tidligere end foreskrevet i den tekniske anvisning (Bregnballe & Holm 2017a). De yngleaktive skestørke reagerede ikke på dronens tilstedeværelse, hvilket er nærmere beskrevet i Holm m.fl. (2018).

6.1.1 Fremgangsmåde i felten

Der blev foretaget en kortlægning af skestørkekolonien ved flyvning i transekter med en DJI Phantom 4 Pro og ved hjælp af programmet DroneDeploy. For at kunne afgrænse det område, hvor der skulle foretages transektflyvning, blev der først foretaget en manuel flyvning i ca. 15 min., hvor landskabskendetegn i koloniens kant blev noteret. Herefter blev området inden for de observerede landskabskendetegn indtegnet i DroneDeploy og der blev valgt en flyvehøjde på 30 meter. Dronen fløj herefter transekterne og vendte tilbage efter 22 min i luften.

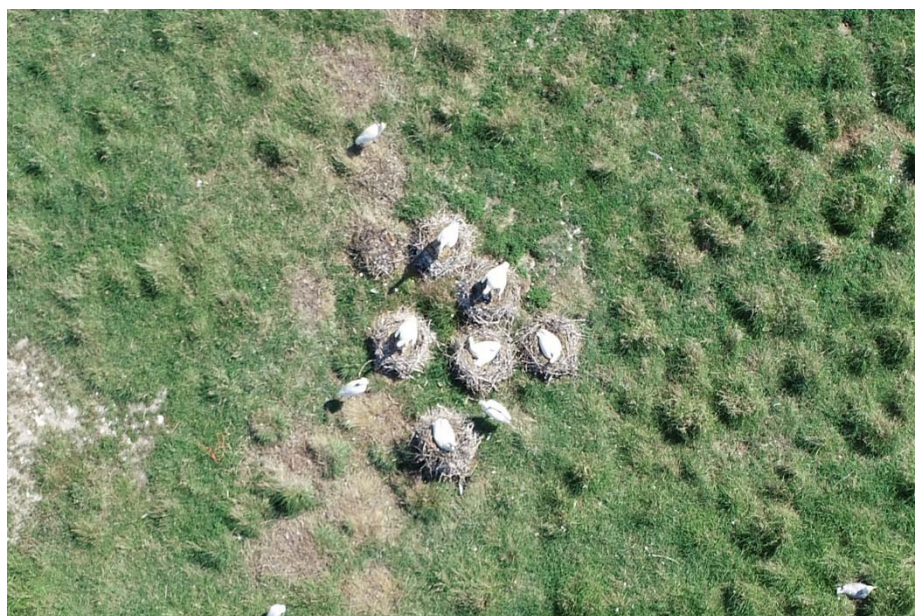
6.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Der blev på transektflyvningen taget 326 fotos, som efterfølgende blev sat sammen til ét oversigtsbillede ved hjælp af DroneDeploy. Antallet af reder blev herefter optalt manuelt på billedet. Optællingen tog ca. 30 min.

6.1.3 Resultater

Der blev optalt i alt 41 ynglepar / aktive reder af skestork.

Figur 6.1. Skestørke på rede fotograferet fra 30 m højde. Billedet er beskåret. Foto: Thomas Eske Holm.



6.2 Øvrige lokaliteter

Anvendelse af fotografering fra drone til optælling af skestorkereder blev i 2018 også afprøvet på Høje Sande i Ringkøbing Fjord, Melsig i Selbjerg Vejle, Rotholmene ved Hvalpsund samt på Hornsgård Holm og Trolldholmene i Nibe Bredning. Herved blev omkring 3/4 af den danske ynglebestand i 2018 dækket via fotografering fra drone.

På Melsig blev der fotograferet lodret under flyvning i fastlagte transekter. På de andre øer blev der fløjet manuelt med dronen, og der blev taget fotos fra skrå vinkler, men der blev også gjort forsøgt på at tage lodrette fotos. På Høje Sande blev der under den manuelle flyvning optaget en video i stedet for at tage fotos.

I 2017 blev fire øer i Limfjorden, som husede ynglende skestørke, fotograferet fra en manuelt styret drone (se Rasmussen 2017). Der blev under overflyvningen både optaget en video og samtidig taget fotos med 3 sekunders interval. Der blev desuden registreret nogle få ynglepar af skestørke, som havde reder et stykke fra hovedkolonien, og disse var ikke blevet opdaget ved det besøg, der fandt sted på lokaliteten et par dage forinden.



Figur 6.2. Eksempel på oversigtsfoto fra drone, hvorpå udstrækningen af delkolonier af skestørke er indtegnet. Tallene angiver antallet af optalte reder. Foto: Lars Maltha Rasmussen.

6.3 Erfaringer

Skestørke er store fugle som er nemme at kende fra de mange sølvmåger der også yngler på strandengen. Samtidig er rederne meget store og ofte høje, hvilket gør dem nemme at bestemme og finde på dronebilleder (Figur 6.1). Man kan på fotos fra drone foruden at tælle antallet af voksne fugle også optælle antallet af reder og se, om der er unger i eller uden for rederne, og derved få en idé om koloniens fænologi. Man kan dog ikke lave en lige så nøjagtig registrering af redernes indhold som ved at besøge kolonien til fods, idet

skestorkene ikke reagerer på dronen, og derfor vil mange af fuglene ligge på rederne, hvorved redernes indhold ikke kan afgøres på fotos.

På grund af afstanden mellem fastlandet og Langli vil man altid sende dronen afsted fra øen. Til gengæld vil man med fordel kunne overvåge kolonier på mere kystnære øer, ved at sende en drone afsted fra fastlandet, og dermed undgå at skulle vade eller sejle til øen.

Brug af drone vil også være velegnet på steder, hvor fx høj vegetation gør det svært at lokalisere rederne, hvilket eksempelvis kan være tilfældet på Høje Sande (Figur 6.3).



Figur 6.3. Skestorkereder på Høje Sande fotograferet ved manuel flyvning med drone. Foto: Thomas Eske Holm.

7. Sortterne

Thomas Eske Holm, Jesper Tofft & Thomas Bregnballe

7.1 Vejlerne

I Vejlerne yngler sortterne som et af de få steder i Danmark. Kolonien er beliggende i Kogleakssøen nord for Bygholm Vejle. Sortterner placerer deres reder i flydebladsvegetation. For at sikre at der er tilgængelige steder at placere rederne, er der i Kogleakssøen udlagt kunstige yngleøer i form af flydende plader, hvorpå fuglene kan bygge reder. Overvågningen blev foretaget den 12. juni 2018, hvilket er inden for den periode som den tekniske anvisning til overvågning af arten foreskriver (Bregnballe & Holm 2017b).

7.1.1 Fremgangsmåde i felten

I felten er det på grund af rørskov ikke muligt at se området med sortterner, med mindre man sejler eller vader gennem rørskoven. Derfor blev yngleområdet udpeget af driftsleder i Vejlerne Niels Dahlin Lisborg. Der blev herefter foretaget en manuel flyvning i 5-20 m højde med en DJI Phantom 4 Pro for at verificere oplysningerne og udpege kendetegn i landskabet. Området blev derefter indtegnet i DroneDeploy ved hjælp af landskabskendetegnene. Herefter blev området overfløjet og fotograferet i transekter i 40 m højde. Flyvetiden var hhv. 10 min. (manuel flyvning) og 33 min. (transektflyvning). Samlet tog feltarbejdet ved Kogleakssøen ca. 1,5 time på stedet.

7.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Ved hjemkomst blev billederne uploadet til DroneDeploy.com, som genererede et samlet oversigtsbillede af området. Billedet blev herefter gennemgået for sortternereder. Videoen blev ligeledes gennemgået og eventuelle sortterner noteret. Klargøring af fotos og eftersøgning af fugle på billeder og video tog ca 2,5 timer.

7.1.3 Resultater

Der blev ikke fundet sortternereder på dronebilledet. Hverken på de udlagte flydeplader (Figur 7.1) eller andre steder inden for de fotograferede områder.

Ved gennemgang af videoen blev der set enkelte sortternerepar (Figur 7.2). Videoen var ikke lavet som en systematisk gennemgang af området, men en stor del af yngleområdet formodes at være dækket på videoen. Den 6. juni var der ved en traditionel tælling optalt 23 sortternerepar (Henrik Haaning, pers. medd.). En ny tælling den 17-18. juni viste, at alle par havde opgivet og forladt området, muligvis på grund af for lav vandstand i den varme og nedbørsfattige sommer. Dette forklarer, at kun enkelte par blev observeret fra dronen den 12. juni.

Figur 7.1. Kunstige yngleøer i form af flydende plader. Pladerne endte med at ligge i dynd, idet vandstanden faldt meget i løbet af foråret 2018. Der blev ikke registreret sortternereeder på yngleøerne. Foto: Thomas Eske Holm.



7.2 Hasberg Sø

I Hasberg Sø i Tøndermarsken har der mellem 2011 og 2015 ynglet 27-50 par sortterner, og Hasberg Sø udgør dermed et af de vigtigste yngleområder for arten i Danmark; i nogle af årene yngler sortternerne dog primært på den tyske side af søen (se Tofft 2017). Da sortternernes redesteder i Hasberg Sø er svære at se pga. sumpvegetation af bl.a. star *Carex spp.*, pilebuske *Salix spp.* og pindsvineknop *Sparganium sp.*, blev det i begyndelsen af juni 2015 afprøvet, om en drone ville være velegnet til at optælle rederne.

7.2.1 Fremgangsmåde i felten

Den ene af observatørerne havde besøgt området før, der blev fløjet med dronen. Dette for at lokalisere kolonierne og forberede optagelsen. Det viste sig at være en stor fordel, at kendskab til, hvor fuglene ynglede, var indhentet på forhånd. Under flyvningen med dronen stod observatørerne ved den dansk-tyske grænse, som går gennem lokaliteten. Der var en koloni lige syd for observationsstedet på den tyske side, og der var en koloni lige nord for på den danske side. De nærmeste reder på den tyske side lå 25 m fra observatørerne, men de nærmeste på den danske side lå ca. 80 m væk. Observatørerne stod således mellem de to kolonier, og kunne styre dronen henover begge områder.

7.2.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

De rugende sortterner blev registreret ved gennemgangen af fotos, hvor det i de fleste tilfælde var nødvendigt at zoome ind for at se fuglene og afgøre, om der var tale om fugle, der lå på rede.

7.2.3 Resultater

Der blev med succes fundet sortternereeder på dronebillederne. Både rugende fugle på mudderen (Figur 7.3) og på de udlagte flydeplader kunne ses (se også Tofft 2017). Forsøget lykkedes i og med, at der kunne registreres rugende fugle, som ikke kunne ses på anden måde, da de var skjult for observatørerne af høj sumpvegetation.

I nogle tilfælde kunne det imidlertid være svært at se forskel på en siddende fugl og en rugende fugl, men generelt havde de rugende fugle vingespidserne mere på kryds. Erfaringen viste også, at rederne kun kunne detekteres, når der lå en fugl på reden. Dvs. at kun de reder, hvorpå der lå en fugl under selve fotograferingen, blev registreret. Det kan derfor ikke afvises, at der var flere reder, end de der blev registreret under fotograferingen.

7.3 Erfaringer

Sortternerne i Vejlerne yngler ikke i et velafgrænset område men i kanten af en større sø, skjult af rørskov. For at kunne foretage overvågningen fra drone på det rigtige sted er der i lighed med den traditionelle overvågning derfor brug for en stedkendt person, der kan udpege den omtrentlige placering af yngleområdet. Ligeledes er det vigtigt, at dronepiloten eller en anden person, der er til stede ved flyvningen, har kendskab til fuglene, så man med det samme kan tjekke om der kan uddrages brugbare data fra de videoer og fotos, der tages under besøget.

Kvaliteten af billederne fra transektflyvningen i Vejlerne var ikke optimal, hvilket sandsynligvis skyldes, at der blev fløjet i for stor højde i forhold til fuglenes størrelse. Dette må også være grunden til, at de få tilstedeværende sortterner ikke kunne ses på billederne taget lodret.

Jo højere man flyver, jo bedre oversigt har man over området. Risikoen ved at flyve højt er imidlertid, at man blot ser de flyvende fugle men ikke rederne. Denne erfaring er også gjort ved lignende overvågning af sortterner i Hasberg Sø i Sønderjylland i 2017 (Morten Bentzon Hansen, pers. medd.).

Figur 7.2. To sortterner ved redestedet i Vejlerne. Screenshot fra video optaget i ca. 10 m højde under en manuel flyvning. Foto: Thomas Eske Holm.



Anbefalingen her er, at hvis en total kortlægning af et område ønskes, skal transektkortlægningen foregå i lav højde; i nogle områder vil det givetvis være tilstrækkelig at flyve i 20-25 m højde, men i andre områder vil det være nødvendigt at komme ned i 10-15 m højde. Da fuglene yngler i mindre områder og ofte bevæger sig meget, er manuel flyvning en egnet metode til optælling af reder og voksne fugle. Ved den manuelle flyvning bør der så optages video, og man kan som supplement tage billeder.

Figur 7.3. Billede af et udsnit af Hasberg Sø taget fra drone den 4. juni 2015. Der ses tre sortterner på rede. Foto: Apollo Media.



Sortternerne reagerede ikke eller kun ubetydeligt på dronens tilstedeværelse.

I Hasbjerg Sø blev det erfaret, at fuglene stort set var upåvirket af, at dronen fløj tæt hen over dem, når de først lige havde set den an. Det blev også erfaret, at på en baggrund af grønt (græs, sumpplanter) og gråsort (mudder/slam) kunne de rugende fugle identificeres på fotos, da de var lysere end baggrunden, men det var meget tidskrævende at gennemgå fotos. På grundlag af erfaringerne fra Hasberg Sø vurderes det, at droneoptælling af ynglende sortterne kun bør foretages i rugetiden, og kun når fuglene ligger på reden.

8. Kystnære terner

Thomas Eske Holm, Thomas Bregnballe & Jacob Sterup

8.1 Hirsholm (Splitterne)

På Hirsholm yngler splitterterne i en nordlig koloni nær øens fyrtårn samt i en koloni ca. 150 m sydligere. Overvågningen blev foretaget den 23. maj 2018.

8.1.1 Fremgangsmåde i felten

En DJI Phantom Pro blev sendt i luften og begge kolonier blev fotograferet direkte oppefra. Flyvningen blev foretaget manuelt. Der blev taget flere billeder i forskellige højder for dels at sikre, at fugle i yderkanten af kolonien kom med på billedet (ca. 25 m) og dels for at få billeder med mange synlige detaljer (ca. 15 m). Fotograferingen tog ca. 10 min.

8.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Ved hjemkomst blev billederne gennemgået, og antallet af fugle i kolonien blev optalt (Figur 8.1). Klargøring og analyse af fotos tog i alt ca. 1,5 timer.



Figur 8.1. Den nordlige splitternekoloni set fra luften fra ca. 25 m højde. Foto: Thomas Eske Holm.

8.1.3 Resultater

Der blev i alt optalt 517 splitterter på billedet af den nordlige splitternekoloni og 828 fugle i den sydlige. Ved optællingen blev der ikke gjort forsøg på at skelne mellem rugende fugle og stående fugle. Billederne blev taget tidligt om morgenen, hvor det formodes, at de fleste mager er på fourageringstogt (Spaans m.fl. 2018), og de fleste fugle på billedet må derfor anses for at være rugende fugle.

En uges tid tidligere blev der ved en gennemgang af kolonien talt 639 reder i den nordlige koloni og 960 reder i den sydlige. Den store forskel mellem de to optællingsmetoder kan skyldes flere ting. En forklaring kan være, at billederne som er benyttet til optælling ikke er taget fra tilstrækkelig stor højde, så dele af kolonierne ligger uden for billedernes rammer. Denne forklaring er dog ikke videre plausibel, da der ved kontrol af billeder taget i større højde kun ses hættemåger uden for kolonien. En anden mulighed er, at der er ternere der har ruget skjult i vegetationen, hvor de ikke kunne ses på dronebilledet. En tredje mulig forklaring er, at en del reder er talt mere end én gang under den traditionelle redeoptælling. Dette bør testes ved et kontrolleret forsøg, hvor kolonierne optælles med de to metoder på samme dag, og hvor de enkelte reder eventuelt markeres under optællingen, så det bl.a. sikres, at hver rede kun tælles én gang.

8.2 Voerså (Havterne)

Sandrevlerne ud for Voerså er yngleområde for Danmarks nok største havternekoloni. Sandrevlernes udstrækning og form er dynamisk fra år til år afhængigt af vejrforholdene og havstrømmene (Figur 8.2).



Figur 8.2. Sandrevle umiddelbart syd for Voerså. Foto: Thomas Eske Holm

8.2.1 Fremgangsmåde i felten

Fordi sandrevlernes udstrækning ændrer sig, var det ikke muligt på forhånd at finde og indtegne yngleområdet i DroneDeploy eller Pix4D. Kortene i programmerne gav heller ikke mulighed for at finde kendetegn i landskabet og derved mulighed for at finde sandrevlerne på et kort. Derfor blev denne flyvning foretaget manuelt med en DJI Phantom 4 Pro. Sandrevlerne blev filmet skråt oppefra fra ca. 10 m højde, og de rugende fugle kunne i mange tilfælde identificeres (Figur 8.3). Flyvningen varede ca. 15 min.

Figur 8.3. Rugende havterner filmet fra drone. Foto: Thomas Eske Holm



8.2.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Videoen blev ved hjemkomst gennemgået på en 24 tommer PC-skærm hvor fuglene fremtrådte tydeligt. Alle havterner på videoen blev optalt, og antallet af rugende fugle noteret. Gennemgangen af videoen tog ca. 1,5 time. Til sammenligning kan det oplyses, at denne lokalitet ved Miljøstyrelsens seneste manuelle optælling tog ca. 3 timer.

Rugende fugle blev identificeret på to måder. De rugende fugle kunne i mange tilfælde identificeres ud fra, at de ikke kastede så stor en skygge som de stående fugle. Desuden var redestedet omkranset af sand, der fremstod mere hvidt end det omgivne sand (Figur 8.3). Sandet omkring rederne bliver formentlig mere hvidt på grund af vinden og den læ-effekt, som den rugende fugl skaber. Når det flygende sand rammer en rugende terne, bremses sandkornene og aflejres tæt på fuglen. Det samme fænomen ses med andre faste objekter på sandet (fx. sandet omkring træstammen på Figur 8.3).

8.2.3 Resultater

Der blev i alt optalt 630 havterner på sandrevlerne, heraf 340 rugende, 90 ikke-rugende stående i koloniområderne og 200 uden for områderne med rugende fugle. Det kan ikke udelukkes, at der blandt havterne også var enkelte yngleaktive fjordterner.

Hvis man sætter antallet af ynglepar til antallet af fugle i alt gange 0,7, som i den tekniske anvisning til optælling af havterner (Bregnballe & Holm 2017c), giver det samlet 441 ynglepar.

Der blev desuden også registreret en enkelt rugende dværgterne.

8.3 Holmesø

I Holmesø nær Avedøre syd for København er der en mindre koloni af splitterner i en noget større koloni af hættemåger. Området besøges af mange mennesker, og en præcis optælling af måger og terner ved besøg i kolonien, med den forstyrrelse det vil medføre, vil alene af den grund ikke komme på tale.

8.3.1 Fremgangsmåde i felten.

Kolonien blev overfløjet en enkelt gang den 16. maj 2018, og der blev taget fotos fra forskellige vinkler; hvert foto dækkede hele kolonien.

8.3.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Det bedste foto blev udvalgt til optælling. Ved optællingen benyttedes programmet Photoshop CS6, som har en tællingsfunktion. Desuden blev en anden metode brugt, hvor der blev sat en farvet prik ved hver fugl (se Figur 8.4). Programmet kan derefter med en simpel billedbehandling og vha. funktionen Magic Wand Tool optælle antallet af farvede prikker, så man ikke behøver at tælle, mens man sætter prikkerne.

8.3.3 Resultater

Ved optællingen på fotos var der 258 splitterner. Der blev ved en optælling med teleskop fra land den 27. april optalt 210 splitterner. Det er selvfølgelig ikke til at vide med sikkerhed om antallet af fugle i kolonien har været så forskelligt på de to optællingstidspunkter, som tallene antyder, men det er mest sandsynligt, at antallet er undervurderet ved optællingen fra land, hvor det pga. den lave vinkel kan være meget vanskeligt at skelne de enkelte fugle fra hinanden og desuden kan nogle fugle være helt skjult for observatøren.

8.4 Erfaringer

8.4.1 Splitterner

Splitterner yngler i særdeles tætte kolonier og gerne i tætte enklaver midt i hættemågekolonier. Da de er meget koncentrerede, er det nemt at optælle det totale antal voksne fugle i koloniområdet ud fra ganske få dronebilleder. Man kan her optælle alle voksne fugle og gange med 0,7, som beskrevet i den tekniske anvisning for overvågning af kystnære terner (Bregnballe & Holm 2017c). Denne metode kan benyttes, hvis det på billederne er svært at estimere antallet af hhv. stående og rugende splitterner på billeder taget direkte oppefra.

Når man overvåger med drone, kan man også benytte en anden metode udviklet i Holland (Spaans m.fl. 2018). Ved denne metode starter man med at optælle antallet af stående og rugende fugle i et repræsentativt udsnit af kolonien. Dette gøres på afstand med teleskop (men kan formentlig også gøres vha. et skråfoto fra en drone). Optællingen skal foregå tidligt om morgenen, hvor magerne efter natten er fløjet på deres første fourageringstogt med det resultat, at antallet af stående fugle i kolonien er nede på et minimum. Herefter udregnes, hvor stor en procentdel de stående fugle udgør af det samlede antal fugle i det optalte udsnit. I det hollandske studie lå andelen af stående fugle mellem 3,2 og 7,8 % (Spaans m.fl. 2018). Kolonien fotograferes umiddelbart efter og alle splitterner optælles på billederne. Ved at fratrække den procentdel, som de stående fugle udgør, beregnes antallet af reder. Hvis der fx er 5% stående fugle, hvorefter der på fotos fra dronen tælles fx 200 fugle, vil antallet af reder eller ynglepar estimeres til 190.

Figur 8.4. Kolonien af splitterter på den ene af øerne i Holmesø syd for København, 16. maj 2018. Hver af de tilstedeværende 258 splitterter er angivet med en rød prik. De øvrige hvide fugle er hættemåger. Foto: Lars Maltha Rasmussen.



8.4.2 Havterne

Rederne i havternekolonier er - modsat splitternekolonier - placeret med en meget større afstand mellem rederne, men der kan være stor variation i, hvor stort et område kolonien omfatter. Ved optælling af havternekolonier foregår optællingen som regel ved enten at tælle alle adulte fugle på afstand, hvorefter dette antal omregnes til et estimat for antal ynglepar (ved at gange antal fugle med 0,7), eller ved at tælle de rugende fugle, enten på afstand eller i selve kolonien (Bregnballe & Holm 2017c). En sammenstilling af fordele og ulemper ved de forskellige metoder er givet i Tabel 8.1.

Selv om dronen i dette forsøg faktisk skræmte de fleste terner på vingerne, var forstyrrelsen meget kortvarig, i og med at dronen fløj i en hastighed på 3-5 m/s. De fleste terner var tilbage på reden umiddelbart efter, at dronen havde passeret. Forstyrrelsen, målt på den tid hvor fuglene var væk fra rederne, var dermed langt mindre, end hvis en person havde lavet en optælling af reder til fods i kolonien, alene pga. af den længere tid det tager en person at gå igennem og optælle kolonien.

Det er vurderingen, at droneoptællinger kan give meget præcise tællinger af rugende havterner (Tabel 8.1). Ved det gennemførte forsøg på at filme og fotografere mhp. optælling af måske landets største havternekoloni, var problemet tilsyneladende, at der blev fløjet for lavt. Den lave flyvehøjde betød, at der i nogle sekvenser af videoen var større grupper af fugle, der blev opskræmt og lettet på forholdsvis stor afstand. Med mange fugle i luften kan det være en udfordring at tælle individerne helt præcist, hvilket gør det mere tidskrævende, men ikke umuligt. Det kan også være svært at se, om fuglene er lettet fra en rede. Usikkerheden vurderes dog at have svaret til nogle få procent. Det er sandsynligt, at man kan undgå opflyvninger ved at flyve langsommere eller en smule højere. Ved en overflyvning i ca. 30 meters højde, hvor området skulle rekognosceres, reagerede fuglene eksempelvis ikke. Lyden fra propellerne kan i lav højde også tænkes at spille ind på fuglenes reaktioner på dronen.

Tabel 8.1. Sammenligning af tidsforbrug, præcision og forstyrrelsesgrad ved optælling af havterner fra afstand, til fods i kolonien og fra drone.

Metode	Tidsforbrug	Præcision af optælling	Forstyrrelse	Bemærkninger
Optælling af antal fugle på afstand	Lav	Lav	Meget lav	Benyttes kun sjældne tilfælde i NOVANA overvågningen
Optælling af rugende fugle på afstand	Lavt	Middel til Høj	Meget lav	Der er ofte dårlige oversigtsforhold ved ternekolonier, hvilket gør metoden uanvendelig.
Optælling af reder ved færdsel i koloni	Middel	høj	Høj – men kortvarig	Tidsforbrug afhænger af koloniens størrelse samt hvor nemt man kan komme frem til kolonien. Ternereder kan være svære at finde, hvilket har betydning for tidsforbrug og præcision.
Optælling af rugende fugle med drone	Middel til højt	Middel til høj	Lav	Kræver efterbehandling af data, men man kan spare tid ved ikke at skulle ud i kolonien. Præcision afhænger af kvaliteten af optagelsen, men ofte vil man kunne få en god præcision.

9. Hættemåge

Thomas Eske Holm, Thomas Bregnballe & Lars Maltha Rasmussen

9.1 Sneum Digesø

Danmarks største hættemågekoloni findes i Sneum Digesø. Her yngler hættemågerne fordelt på fire øer, hvor det ikke er muligt at foretage en komplet optælling fra land, med mindre man sejler ud til øerne og tæller rederne i kolonierne. Traditionelt foretages optællingen af hættemågerne med teleskop fra diget mellem Vadehavet og Sneum Digesø. Her er observationsafstanden mellem 150 og 400 m fra de rugende fugle og højden på diget er ca. 6 m over det øvrige terræn.

9.1.1 Fremgangsmåde i felten

I 2018 blev de fire øer delt i tre områder, og ved brug af programmet DroneDeploy sikredes det, at dronen (en DJI Phantom 4 Pro) fik overfløjet hvert område i transekter i 25 m højde. Der blev skiftet batteri i dronen mellem hver flyvning. Flyvetiden var henholdsvis 12, 20 og 24 min. for de tre flyvninger.

I 2016 og 2017 blev der med en 3DR Solo også gennemført fotograferinger af Sneum Digesø. I de år blev der alene fotograferet fra en manuelt styret drone. Der blev først optaget oversigtsfotos af hele området og af de 4 delområder. Herefter blev der både fotograferet skråt og så vidt muligt også lodret.

9.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

De mange billeder taget på hver transektflyvning blev efterfølgende sat sammen til tre oversigtsbilleder ved hjælp af DroneDeploy. Antallet af reder blev herefter optalt manuelt på billedet.

De fotos der blev taget af øerne i Sneum Digesø samt af hele Sneum Digesø i 2016 og 2017 blev sammensat i delområder vha. programmet Adobe Photoshop og gennemgået mhp. at tælle alle hættemågerne (se Rasmussen 2016, 2017).

9.1.3 Resultater

På de fotos, der den 29. april 2018 blev taget af kolonierne på de fire øer i Sneum Digesø, blev der optalt 9.083 hættemåger. Fra diget blev fuglene talt op den 27. april 2018 på traditionel vis. Optælleren, der også har foretaget disse tællinger i de foregående ynglesæsoner, talte i alt 6.100 hættemåger på de fire øer, hvilket betyder, at 2.983 eller 1/3 af fuglene på øerne ikke kunne ses fra diget. Tællerens muligheder for at se alle hættemåger ude på øerne var begrænset af, at vegetationen på øerne ikke var blevet slået inden ynglesæsonens start. Tælleren skønnede selv, at der ud over de talte fugle godt kunne være yderligere 4.000 ynglepar, som lå skjult bag vegetationen på øerne. Da antallet af ynglepar estimeres ved at tælle alle fugle og gange med 0,7 (Hälterlein m.fl. 1995), svarer de 4.000 estimerede ynglepar til 5.714 fugle * 0,7, hvilket altså var et overestimat på ca. 2.700 fugle. En erfaren observatør har således svært ved at vurdere, hvor mange fugle der ikke kan ses på grund af høj vegetation, når der optælles på traditionel vis.



Figur 9.1. Oversigtsfoto fra Sneum Engsø i maj 2016. Pilen angiver positionen for opsætning og kontrol af dronen. Foto: Lars Maltha Rasmussen

Hættemågerne yngede også langs kanten af søen, men disse områder blev ikke fotograferet og de indgår derfor ikke i metodesammenligningen.

Resultaterne fra fotograferingerne af hættemågerne i Sneum Digesø i 2016 og 2017 er fremlagt i Rasmussen (2016, 2017), hvor der også er lavet sammenligninger med resultaterne fra de tællinger, der blev udført med den traditionelle metode, hvor hættemågerne så vidt muligt blev talt med kikkert og teleskop fra diget.

For at vurdere tilstedeværelsen af hættemåger i kolonien ved en optælling den 23. maj 2016 blev der optalt tre tilfældigt udvalgte delområder, hvor optællingen kunne foretages på fotos af god kvalitet. På disse fotos blev det vurderet, om der var en eller to fugle til stede omkring reden. Ofte er det ikke muligt at erkende reden på fotos, når fuglen ligger på denne, men det antages at rederne i et område med samme vegetationsstruktur har en forholdsvis ens indbyrdes afstand. Under den antagelse blev antallet af fugle, der ikke rugede optalt og sammenlignet med det totale antal i samme område. Flyvende fugle, og fugle der var relativt tæt på andre fugle, blev registreret som en ekstra mage i territoriet ligesom fugle indenfor 5 m afstand i bredzonen blev talt med.

Det var ret karakteristisk for de tre tilfældigt udvalgte områder, at der kun var ganske få fugle, der stod sammen. Langt hovedparten af fuglene var jævnt fordelt i koloniområdet, og de blev derfor vurderet som rugende. Det ville dog være en fordel for vurderingen, at der havde været solskin, da skygger ville have gjort det nemmere at fastslå, om en fugl ikke rugede. Ved optællingen af rugende fugle i de tre områder, var der mellem 5,2 og 8,8 % ikke rugende fugle (i gennemsnit 7,1). Det betyder, at det i dette tilfælde ville have været mere korrekt at gange antallet af fugle optalt i kolonien med 0,93 fremfor 0,7.

Figur 9.2. Udsnit af hættemågekolonien i Sneum Digesø. Udsnit af foto taget ved transektflyvning i 25 m højde den 29/4 2018. Foto: Thomas Eske Holm.



Der blev i alt optalt 12.822 hættemåger på fotos fra maj 2016. Ved en anvendelse af en faktor 0,7 giver dette et estimat på 8.975 ynglepar, mens estimatet ved anvendelse af den beregnede aktuelle faktor på 0,93 ville have været 11.911 par.

I nogle tilfælde er det således muligt at minimere den usikkerhed, der er ved beregning af parantallet i en koloni såfremt man på de optagede fotos kan opgøre antallet af rugende hhv. ikke rugende fugle i kolonien.

9.2 Egå Engsø

Egå Engsø er en naturgenoprettet sø ved Aarhus. I søen er der lavet to kunstige yngleøer, som i yngleperioden er domineret af ynglende hættemåger. På grund af vegetationen på øen, er det ikke muligt at foretage en komplet optælling fra land, med mindre man sejler ud til øerne og går gennem kolonierne.

9.2.1 Fremgangsmåde i felten

De to øer blev overfløjet i maj lige omkring det tidspunkt, hvor æggene i de tidligst lagte kuld begyndte at klække. Der blev fløjet i transekter i 25 m højde med en DJI Phantom 4 Pro og ved hjælp af programmet DroneDeploy. Der blev skiftet batteri i dronen mellem hver flyvning. Flyvetiden var henholdsvis 15 og 19 min. for de to flyvninger.

Der blev også lavet en traditionel optælling af øerne fra land. For hver ø, blev der talt op fra to forskellige punkter på fastlandet, hvorfra der var det bedst mulige udsyn til hver langside af øerne. Antallet af fugle blev forsøgt optalt med teleskop.

Figur 9.3. Den østlige ø i Egå Engsø. Billedet er sammensat af 195 billeder taget i lav højde, hvilket betyder at hættemågerne fremstår tydeligt når der zoomes ind på billedet. I kolonien på denne ø taltes der 3.041 hættemåger.



De mange billeder taget på hver transektflyvning blev efterfølgende sat sammen til to oversigtsbilleder ved hjælp af DroneDeploy. Antallet af reder blev herefter optalt manuelt på billedet.

9.2.2 Resultater

Der blev på dronebillederne optalt i alt 6.225 hættemåger i kolonierne på de to øer i Egå Engsø (fordelt med 3.184 individer på Vestøen og 3.041 individer på Østøen). Dette svarer til i alt 4.358 ynglepar, hvis faktoren 0,7 (Hälterlein m.fl. 1995) benyttes til omregning fra antal fugle til antal ynglepar.



Figur 9.4. Udsnit af den vestlige ø i Egå Engsø. Ud over hættemåger ses to rugende grågæs.

Med den traditionelle metode blev alle synlige hættemåger på øerne optalt fra land ½-2 timer før overflyvningen med drone fandt sted. Der blev talt 1.516 hættemåger på Vestøen og 1.348 hættemåger på Østøen, hvilket svarer til hhv. 44 % og 48 % af antallet registreret vha. drone. Forskellen i tallene afspejler, at langt fra alle hættemåger på øen kunne ses ved den traditionelle optælling inde fra land. Tællingen fra land blev også vanskeliggjort af, at nogle af fuglene var helt eller delvist skjult af vegetationen.

9.3 Flintesø i Hedeland

I en tidligere grusgrav i Hedeland 10 km sydøst for Roskilde er der en hættemågekoloni på en yngleø (Rasmussen og Sørensen 2017b). Selve øen i Flintesø er ca. 10 m bred og 50 m lang. Den ligger 50-150 m fra bredden, hvorfra den kan optælles med teleskop fra to vinkler og fra en højde på ca 10 meter over niveau.

Det er således en ganske fin mulighed for at optælle kolonien med teleskop. Ved et besøg den 9. april 2017 blev der vha. teleskop optalt 500 rugende fugle, og det blev vurderet, at optællingen var god. På en optælling på fotos optaget ved samme lejlighed, blev der efterfølgende optalt 722 rugende fugle (Figur 9.5). I alt blev der optalt 1.120 hættemåger på og omkring øen, hvilket omregnet med en faktor 0,7 svarer til 784 par.

Selv på en så lille og overskuelig lokalitet, hvor oversigten blev bedømt til at være god, viste det sig, at den traditionelle optælling vurderede antallet af ynglepar 44 % lavere end tællingen af fugle på fotoet.

Figur 9.5. Optælling på foto taget med drone på øen i Flintesø. For hver 100 optalte fugle, er der skiftet farve, for at synliggøre resultatet. Foto: Lars Maltha Rasmussen.



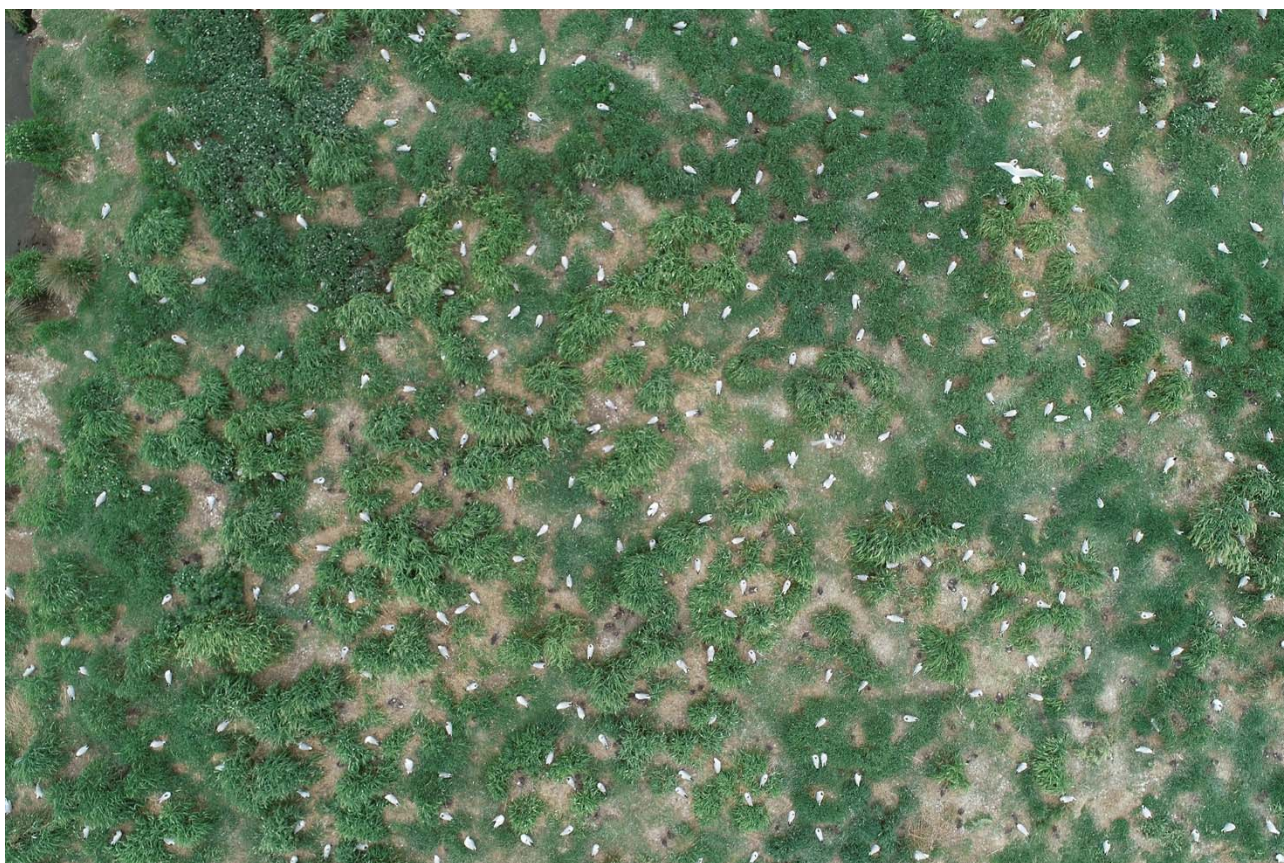
9.4 Afprøvning på andre lokaliteter

Drone blev også afprøvet til fotografering og optælling af hættemågekolonier på to øer i Filsø og to øer i Holmesø. Kolonierne i Filsø blev dækket den 4. juni ved at flyve transekter i 25 m højde (Figur 9.6), hvorimod kolonierne i Holmesø blev dækket den 16. maj 2018 ved manuel flyvning, hvor der blev fotograferet skråt og med et fiskeøjeobjektiv.

9.5 Erfaringer

Hættemåger i de beskrevne forsøg yngler i tætte kolonier og hidtil er de optalt ved at observere fra afstand gennem kikkert og teleskop. Ved Sneum Digesø optælles kolonien eksempelvis fra diget nær søen. Optælling på afstand betyder, at kolonien ikke forstyrres, men også at antallet af ynglepar ofte bliver upræcist, fordi man som regel ikke kan overskue hele kolonien på afstand.

Hvad angår Egå Engsø, Sneum Digesø og øerne i Filsø var optælling fra drone en klar forbedring i forhold til den traditionelle metode. Fotos fra dronen giver således mere nøjagtige tal for antallet af fugle (og dermed antallet af ynglepar) i kolonierne.



Figur 9.6. Udsnit af Brasenholm i Filsø fotograferet fra ca. 25 m højde den 4. juni 2018. På øen taltes i alt 2.944 hættemåger. Ved optællingen af hættemåger blev der ikke gjort forsøg på at skelne mellem fugle, der stod op og fugle, der lå ned, ej heller blev det registreret, om en rede var synlig eller ej. Foto: Thomas Eske Holm.

10. Store måger

Thomas Bregnballe, Marie Riddervold, Alejandro Corregidor Castro, Lars Maltha Rasmussen, Jacob Sterup, Jana Kotzerka, Henrik Haaning Nielsen & Thomas Eske Holm

10.1 Langli

Langli er en ca. 2 km lang og 0,5 km bred ø beliggende i den nordlige ende af Vadehavet. Øen er ubeboet, og der yngler måger over hele øen. De ynglende måger domineres af sølvmåge og sildemåge. Desuden yngler der nogle få par af svartbag og omkring 300 par stormmåger. Tidligere fandtes der også en større koloni af hættemåge på øen. Selvom de store måger placerer deres reder spredt over hele øen, varierer tætheden af reder i forskellige områder. Optælling af ynglende store måger indgår i NOVANA-programmet i Vadehavet.

På Langli undersøgte vi blandt andet graden af overensstemmelse mellem de tællinger af store måger, der finder sted under NOVANA-programmets årlige optælling af Vadehavets kolonirugende kystfugle, og det resultat man ville opnå ved at analysere billeder af kolonierne taget fra en drone. Desuden undersøgte vi i hvilken grad, der var overensstemmelse mellem det faktiske antal aktive reder og det antal af rugende fugle, der kunne registreres på fotos taget fra en drone.



Figur 10.1. Den centrale del af Langli fotograferet fra en drone midt i maj 2018. De ynglende sølvmåger ligger jævnt fordelt ud over store arealer. Huset, der tidligere benyttedes som feltstation, ses bagest til højre. Foto: Thomas Eske Holm.

10.1.1 Fremgangsmåde i felten

Overflyvning af øen i transekter blev gennemført med en fastvingedrone (model E384, se Figur 2.4) den 15. og 30. maj. Grundet øens størrelse var den anvendte fastvingedrone velegnet til kortlægningen af hele øen. Det blev tilstræbt at gennemføre mindst to flyvninger umiddelbart før æggene i de tidligst anlagte reder begyndte at klække. Dette for at øge chancen for at der på så mange af rederne som muligt ville ligge en voksen fugl, når flyvningen fandt sted. Desuden tilstræbtes det at flyve om morgenen og kun på dage med solskin. Dette med henblik på, at hver fugl ville kaste en skygge, hvis størrelse ville afhænge af, om fuglen lå ned eller stod op. Herved kunne chancen for at nå en korrekt afgørelse af, om den enkelte fugl lå på en rede forøges.

Da den første flyvning blev gennemført midt i maj, blev der ikke fundet reder med klækkede æg, men ved flyvningen sidst i maj var der begyndt at klække æg i ca. 5% af i sølvmågernes og sildemågernes reder. Under den første flyvning den 15. maj blev øen fotograferet i ca. 75 m højde, og ved den senere flyvning den 30. maj blev der fløjet i ca. 40 m højde. Under flyvningen på den første dato var vindhastigheden blot 2 m/s, mens den ved den efterfølgende flyvning var 13 m/s. Under begge flyvninger fløj fastvingedronen med en hastighed på ca. 13 m/s. Ved de to flyvninger blev dronen startet ca. kl. 08:00. Første flyvning blev gennemført på knap 2 timer, hvorimod det – grundet den lavere flyvehøjde – tog mellem 2 og 3 timer at gennemføre den efterfølgende flyvning. På begge dage var der solskin under flyvningen, og ved analysen af billederne blev det bekræftet, at det i de fleste tilfælde var muligt ud fra skyggens størrelse at afgøre, om den enkelte fugl lå ned eller stod op.

Ud over fotograferingen fra fastvingedronen blev der den 28. maj og 2. juni gennemført en tælling af mågekolonierne fra højtliggende punkter på øen. Disse to optællinger blev udført efter den standardiserede metode af to forskellige observatører, som begge har flere års erfaring i netop at tælle mågerne i kolonierne på Langli.

Med henblik på at kunne sammenholde det præcise antal af aktive reder med de registreringer, det var muligt at lave ud fra analyser af dronefotos, blev der afmærket 30 cirkler nær øens kyst (se Riddervold 2018). Midten af hver cirkel blev afmærket med en farvet kegle og to steder på randen af hver cirkel (11 m fra centrum) blev der udlagt farvede mærker, der ligesom keglen ville være synlige på de fotos, der senere blev taget fra dronerne (se Figur 10.2 og 10.3). Fem dage efter markeringerne var sat op, blev alle rederne inden for hver cirkel talt. Det foregik ved at benytte et tov med markeringer og lade tre personer hjælpe hinanden med at lede efter reder inden for hver cirkel. Anvendelsen af tovet sikrede blandt andet, at der kun blev registreret reder, som lå inden for den definerede radius på 11 m. Tællingerne af rederne og registreringerne af hver redes indhold blev gennemført dagen før den første flyvning (dvs. den 14. maj) og dagen før den anden flyvning (dvs. den 29. maj). Da æggene af sølvmåge og sildemåge let forveksles, var det ikke muligt at afgøre om de enkelte reder hørte til et ynglepar af sølvmåge eller sildemåge. Ud over at alle cirklerne blev fotograferet i forbindelse med flyvningen med fastvingedronen, blev alle cirkler også fotograferet med en multirotordrone med fire motorer (model DJI Phantom 4 Pro) fra 20-30 m højde. Antallet af reder talt ved gennemgangen på jorden af hver cirkel, blev sammenholdt med antallet af sølvmåger/sildemåger, der blev registreret som liggende på en rede under gennemgangen af de fotos, der var blevet taget fra multirotordronen.



Figur 10.2. Skråfoto taget fra drone af et udsnit af Langli, hvor der især yngler sildemåger. Keglen med flag angiver centrum i cirkel nr. 14. Alle reder inden for 30 af sådanne cirkler, hver med en radius på 11 m blev talt op på jorden og sammenholdt med antallet af måger og reder, der kunne ses på de lodrette fotos taget fra dronerne. Foto: Thomas Eske Holm.



Figur 10.3. Lodret foto dækkende cirkel nr. 14 og tilstødende arealer. Den gule kegle, der udgør cirkles centrum, kan ses i midten af billedet. I SSV retning fra cirkelns midte anes en gul og en rød afmærkning. Disse angiver radius svarende til 7 hhv. 11 m. Foto: Thomas Eske Holm.

10.1.2 Behandling og analyse af billedmaterialet

Ved hjemkomst blev der for hver af de to datoer genereret et samlet oversigtsbillede af hele øen. S sammensætningen af de enkelte billeder blev gennemført ved brug af programmet Drone2Map. Desværre viste det sig ved sammensætningen af fotos, at øen ikke var blevet dækket fuldt ud ved fotograferingen den 30. maj. Årsagen var tilsyneladende, at kameraets batteri løb tør for strøm. Det blev desuden konstateret, at Drone2Map under processen med at sammensætte de enkelte billeder havde sat nogle fotos forkerte steder på øen. Årsagen til dette er ukendt, og det lod sig ikke gøre at rette op på denne fejl. Ydermere viste det sig, at gengivelsen af det fotograferede landskab på visse dele af øen var ret uskarp, efter at de enkelte fotos var blevet sat sammen til et samlet billede, der omfattede hele øen.

Det sammensatte billede fra hver af de to datoer blev hentet ind i ArcGIS og herefter inddelt i kvadrater. Målet med inddelingen var at øge overskueligheden ved den manuelle gennemgang. Ved gennemgangen af de enkelte kvadrater blev hver fugl plottet ind, og ud over at angive art, blev det også angivet om fuglen stod op eller lå ned, samt om det var muligt, at se om fuglen lå på rede (Figur 10.4). For hver af de to sammensatte fotos krævedes mere end 75 timer ved skærmen, førend alle fugle var blevet registreret mht. art, individets positur og fravær / tilstedeværelse af en synlig rede.

Stormmåge og sølvmåge kan være vanskelige at skelne fra hinanden, fordi de begge er hvide med grålig overvinge. For med sikkerhed at skelne stormmåge fra sølvmåge var det i flere tilfælde nødvendigt at benytte ArcGISs målefunktion. Længden af den enkelte måge (fra næbspids til halespids) kunne derved måles, og herudfra kunne det så afgøres, om der var tale om den ene eller den anden art. Fugle der stod eller lå på sandet langs kysten blev inkluderet såfremt de befandt sig inden for ca. 25 m afstand af kystlinjen (dvs. forlandskanten). Disse fugle blev inkluderet, fordi det viste sig, at der også befandt sig reder med æg i denne øvre zone af stranden.

Figur 10.4. Lodret foto dækkende et udsnit af den centrale del af Langli. For alle områder på øen angives tilstedeværelsen af en fugl (typisk en måge) med en farvet prik. Dette er her gjort i programmet ArcGIS. Farven angiver fugleart, om fuglen står op eller ligger ned samt om en rede (under/omkring fuglen) er synlig eller ej.



Desværre var der områder på det sammensatte billede fra den 15. maj, som var så utydelige, at det ikke var muligt at bestemme de tilstedeværende måger til art. Samlet resulterede dette i at 878 af de måger, som befandt sig i koloniområdet, ikke kunne indgå i opgørelsen over antal individer af sølvmåge og sildemåge. De 878 individer svarer til 4,3 % af de i alt 20.251 tilstedeværende sildemåger/sølvmåger.

10.1.3 Resultater

Resultaterne fra optællingerne af sølvmåge og sildemåge er gengivet i Tabel 10.1. Som det fremgår, resulterede tællingerne på de fotos, der blev taget den 15. og 30. maj, i et højere antal af individer end de tællinger, der blev gennemført med kikkert og teleskop fra højtliggende punkter.

Tabel 10.1. Antal individer af sølvmåger og sildemåger registreret på Langli på fotos taget fra en fastvingedrone og ved optælling med kikkert og teleskop fra udsigtspunkter forskellige steder på øen.

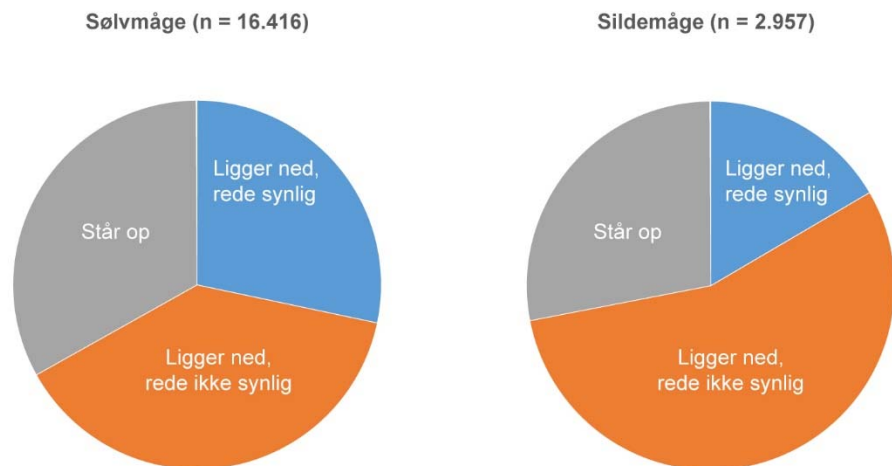
Art	Metode	Dato	Antal individer
Sølvmåge	Fastvingedrone	15. maj	16.416
	Fastvingedrone	30. maj	15.748
	Landtælling 1	28. maj	8.655
	Landtælling 2	2. juni	10.813
Sildemåge	Fastvingedrone	15. maj	2.957
	Fastvingedrone	30. maj	2.640
	Landtælling 1	28. maj	1.723
	Landtælling 2	2. juni	913

For sølvmåge var forskellen størst ved sammenligningen med landtællingen fra den 28. maj, hvor der blev talt 7.760 færre sølvmåger end ved optællingen på billedet fra den 15. maj. Det svarer til ca. halvt så mange individer (47 % færre) som ved gennemgangen af billedet.

For sildemåge var forskellen størst ved sammenligningen med landtællingen fra den 2. juni, hvor der blev talt 2.044 færre sildemåger end ved optællingen på billedet fra den 15. maj. Det svarer til, at der ved landtællingen blev talt mindre end en tredjedel (69% færre) af, hvad der blev talt under gennemgangen af billedet.

I Figur 10.5 er det vist, hvordan individerne af de to arter fordelte sig mht. de forskellige kategorier for positur kombineret med fravær/tilstedeværelse af en synlig rede. Det fremgår, at det for en stor andel af individerne af både sølvmåger og sildemåger ikke var muligt at afgøre, om den liggende fugl lå på en rede eller blot lå på jorden uden at have en rede. Årsagen til dette var i nogle tilfælde, at den pågældende del af billedet var uskarpt, eller at vegetationen var høj; der er gjort rede for denne del af undersøgelsen i Riddervold (2018). En nærmere undersøgelse viste, at det var rimeligt at antage, at de flest af de liggende fugle faktisk lå på en rede.

Figur 10.5. Fordelingen af individer på tre forskellige kombinationer af fuglens positur og fravær/tilstedeværelse af en synlig rede under liggende fugle. Data stammer fra optælling på dronefotos optaget 15. maj.



Der var god overensstemmelse mellem antallet af reder, der blev talt ved optællingen inden for hver cirkel, og antallet af sølvmåger/sildemåger, der på de optagede fotos blev registreret som værende liggende på en rede (i denne sammenligning blev fotos taget fra multirotdronen). Under den første registrering den 14.-15. maj blev der i alt talt 553 reder inde i 25 af cirklerne, og på de fotos, der blev taget, blev der i de samme cirkler talt i alt 548 fugle liggende på synlige reder (5 af cirklerne måtte udgå af sammentællingen pga. utilstrækkelig dækning ved fotograferingen med multirotdronen). Det svarer til, at der ved gennemgangen af fotos blev registreret 99,1% af de reder, der blev fundet ved gennemgangen på jorden. Ved det næste besøg på Langli blev der ved gennemgangen af de 30 cirkler fundet 624 reder, og på de fotos, der dagen efter blev taget med multirotdronen, blev 633 sølvmåger/sildemåger registreret som liggende på en rede. Det svarer til, at der ved gennemgangen af fotos blev registreret 1,4 % flere reder, end der blev fundet ved gennemgangen på jorden. Denne forskel skyldes muligvis, at den øgede vegetationshøjde resulterede i, at nogle af rederne blev overset ved optællingen af reder inden for cirklerne. For en nærmere beskrivelse og diskussion af disse resultater henvises til Riddervold (2018).

10.2 Græsholm, Hirsholmene

På Græsholm i øgruppen Hirsholmene findes Danmarks største koloni af svartbager samt flere tusind par sølvmåger. Desuden yngler et mindre antal sildemåger på Græsholm, men ikke storm- og hættemåger.

10.2.1 Fremgangsmåde i felten

Græsholm (inklusive de nærliggende øer Pikkerholm og Kovsholm) blev overfløjet den 24. maj 2018. På dette tidspunkt kunne det forventes, at langt de fleste store måger var i gang med rugeperioden. Der blev fløjet transekter med en multirotdrone, som blev startet og styret fra nabøen Hirsholm. Ynglefuglene på Græsholm var blevet talt få dage forinden, den 21./ 22. maj, af en erfaren optæller.

10.2.2 Resultater

Antallet af store måger (sølvmåge, sildemåge og svartbag) opgjort ud fra dronebilleder fremgår af Tabel 10.2. Her ses både det totale antal af hver art, antallet af fugle, der lå ned, samt antallet af ynglepar beregnet ud fra det totale

antal fugle gange 0,7. I tabellen er det også angivet, hvor mange ynglepar, der blev estimeret ud fra den traditionelle tællemetode anvendt på Græsholm, hvor antallet af ynglepar skønnes ud fra det antal individer, der tælles på øen, når denne bliver gået igennem under ynglefugleoptællingen.

En mindre del af de store måger kunne ikke artsbestemmes ud fra fotos, og disse er ikke medtaget i Tabel 10.2. Det drejer sig om i alt 99 måger (1,4 % af alle store måger).

Langt de fleste af de ”rugende + liggende fugle” vurderedes at være rugende. Samlet set blev kun 90 af de store måger (1,7 % af de ”rugende + liggende”) noteret som ”liggende” uden at det kunne afgøres, om fuglen lå på en rede. Der blev desuden talt 62 mågereder (uden en rugende fugl), heraf 41 med æg.

Tabel 10.2. Antallet af store måger på Græsholm (Hirsholmene) optalt på dronelfotos, angivet som totalt antal af hver art samt hvor mange af disse, der blev vurderet til at være rugende eller blot liggende. Desuden er antallet af ynglepar angivet, dels opgjort som antal fugle ganget med 0,7, dels opgjort som det antal, der blev talt/vurderet i forbindelse med en ynglefugleoptællingen, hvor optælleren gik øen igennem og vurderede antallet af ynglepar ud fra antallet af tilstedeværende fugle på de forskellige dele af øen.

Metode	Type opgørelse	Sølvmåge	Sildemåge	Svartbag
Drone	Antal fugle i alt	5.592	40	1.582
	Rugende + liggende fugle	4.244	28	977
	Antal fugle x 0,7	3.914	28	1.107
Landtælling	Antal ynglepar talt/vurderet	6.000	8	1.100

Hvis det antages, at det korrekte antal ynglepar svarer til antallet af rugende + liggende fugle, så giver det for sølvmåge en underestimering af antallet af ynglepar med 8 % at anvende det samlede antal fugle ganget med 0,7. For svartbag fås tilsvarende en overestimering på 13 %, mens der ikke er nogen forskel for sildemåge. Ved landtællingen registreredes 41 % flere par sølvmåger og 13 % flere par svartbager (i forhold til antallet af rugende + liggende fugle) (Tabel 10.2).

10.3 Afprøvning på andre lokaliteter

Ud over Langli og Græsholm i øgruppen Hirsholmene blev der afprøvet fotografering af kolonier af store måger fra multirotordroner på en række andre øer i Jylland.

De fleste af øerne i og omkring Nibe Bredning i Limfjorden blev fotograferet ved manuel styring og skråfotografering fra en multirotordrone i både 2017 og 2018. Fremgangsmåder og resultater fra monitoringerne i 2017 er beskrevet i Rasmussen (2017). Herudover blev der fløjet i transekter og fotograferet lodret fra en multirotordrone ved monitoringen af Storeholm i Filsø, Melsig i Arup Vejle, Kølpn og Hirsholm ved Frederikshavn samt Begtrup Røn nær Mols.

I Tabel 10.3 ses en sammenligning af antallet af sølvmåger talt på dronelfotos og antallet talt i felten af en erfaren optæller på en række lokaliteter i Nibe Bredning i 2017 og 2018. Optællingerne i felten er alle foretaget af samme person. På de fleste af øerne yngede også et mindre antal af sildemåger og svartbager, men disse er udeladt af hensyn til overskueligheden.

Tabel 10.3. Sammenligning af antallet af sølvmåger optalt på dronelfotos og ved optælling med kikkert/teleskop i felten (landtælling) på forskellige lokaliteter i Nibe Bredning i Limfjorden i 2017 og 2018.

Lokalitet	År	Antal individer		
		Drone	Landtælling	Landtælling i %
Fruens Holm	2017	3911	3770	96
Hornsgård Holm	2017	3057	2290	75
Rønholm	2017	2130	1760	83
Store Rotholm	2017	4114	2630	64
Troldholmene midt	2017	459	465	101
Troldholmene vest	2017	3513	2200	63
Fruens Holm	2018	5999	5075	85
Hornsgård Holm	2018	3565	3460	97
Rønholm	2018	1842	2515	137
Troldhomene midt	2018	454	434	96
Vår Holm & Kyø Holm	2018	6349	5625	89

Generelt ses en tendens til, at antallet undervurderes ved landtællingen, særligt ved et stort antal ynglende måger på lokaliteten, men der er meget stor variation.

På nogle af de lokaliteter i Nibe Bredning, som blev fotograferet med drone i 2018, blev der samme år lavet optællinger af de ynglende måger af to forskellige observatører (Tabel 10.4). Disse tal viser, at der kan være meget store forskelle på optællinger udført af forskellige optællere.

Tabel 10.4. Sammenligning af antallet af ynglepar af sølvmåger på forskellige lokaliteter i Nibe Bredning i Limfjorden i 2018, optalt på dronelfotos (opgjort som antal fugle gange 0,7) og ved optælling med kikkert i felten (landtælling) af to forskellige observatører. "Landtælling 1" er udført på samme dag, som der blev taget dronelfotos (den 13./14. maj). På to af lokaliteterne er der ikke lavet optælling ud fra dronelfotos. Ved "Landtælling 2" blev antallet af ynglepar skønnet efter at øen var blevet gået igennem. Landtælling 2 blev først gennemført mellem den 6. og 8. juni.

Lokalitet	Drone	Antal ynglepar	
		Landtælling 1	Landtælling 2
Troldholmene	-	2.744	1.210
Klosterholm	-	3.014	850
Rønholm	1.289	1.761	600
Vår Holm & Kyø Holm	4.444	3.939	3.000
Hornsgård Holm	2.496	2.422	1.400

10.4 Erfaringer

10.4.1 Fuglenes reaktioner

På de knap 15 forskellige lokaliteter, hvor vi afprøvede store mågers reaktioner på flyvning med en drone, erfarede vi, at sølvmåger, sildemåger og svartbager var meget tolerante over for overflyvning med en drone, uanset om der var tale om en multirotdrone eller en fastvingedrone. Reaktioner sås dog i forbindelse med take off med fastvingedronen. I flere tilfælde blev det afprøvet, om mågerne ville reagere, når flyvehøjden fra en multirotdrone blev reduceret. Det konstateredes, at de ynglende måger blev ved rederne, selvom der blev fløjet med en multirotdrone i blot 5-10 m højde.

Desuden blev der ved flere lejligheder opstartet en multitrotordrone midt mellem ynglende sølvmåger, på flere af de mindre øer, hvor der ikke var muligt at finde et sted uden ynglende måger. Det viste sig, at der ikke var nogen risiko for kollision med mågerne, idet de holdt fin afstand til dronen. Mågerne fløj op ved start af dronen, men gik straks efter ned igen, når dronen havde taget lidt højde og var på vej væk. Kun de måger, der var nærmest droneføreren, blev holdt i luften under droneførerens tilstedeværelse. Tilsvarende kunne man fra drone konstatere, at en del måger var i luften omkring den observatør, der bevægede sig gennem terrænet, hvorimod der ikke var nogen synlig reaktion på overflyvningen med dronen.

10.4.2 Opgørelse af antal ynglepar

Med hensyn til at nå frem til et estimat for antallet af ynglepar i de enkelte kolonier fandt vi, at analyser af fotos taget fra en drone i næsten alle tilfælde resulterede i, at de samlede antal individer af de enkelte arter af måger, der var tilstede inden for koloniens område, kunne opgøres med en forholdsvis høj eller endog en meget høj grad af præcision. Den største præcision kunne opnås de steder, hvor der var blevet fløjet i transekter, og koloniområderne var blevet fotograferet lodret og ikke fra en skrå vinkel.

På Langli og på øerne i Limfjorden blev der ved gennemgangen af fotos registreret flere fugle i koloniområderne, end der kunne tælles ved den metode, hvor der med kikkert eller teleskop blev talt op fra mere eller mindre højtliggende observationspunkter og/eller ved gennemgang af kolonierne. Uanset om man har fået et estimat for antallet af fugle i kolonien via tælling på landjorden eller via fotos taget fra en drone, vil der være behov for at beregne antal ynglepar. Det gøres som udgangspunkt ved at gange antallet af fugle med faktoren 0,7, idet det antages, at en del af fuglene, som opholder sig i kolonien, er partnere til en fugl, der ligger på rede (se Hälterlein m.fl. 1995). Den omregning er naturligvis usikker, bl.a. fordi antallet af fugle, der opholder sig inde i koloniområdet vil variere fra art til art, fra koloni til koloni, afhængigt af tid på døgnet og for kolonier i Vadehavet også af, om det er højvande eller lavvande. Der er behov for at undersøge, hvorvidt omregningsfaktoren varierer afhængigt af art, lokalitet og tid på døgnet.

For flere af de kolonier, der blev fotograferet lodret under transektflyvning, var det ud over at bestemme mågeart og opgøre antallet af individer i koloniområdet også muligt at afgøre, om den enkelte måge lå ned eller stod op samt i visse tilfælde, om den liggende fugl lå på en rede. Det var derfor relevant at se på, om det ud fra analyserne af dronefotos var muligt at opgøre antallet af reder med æg. Et af spørgsmålene er, om man ved at tælle antallet af liggende måger kan få et mål for antallet af ynglepar, der har rede med æg. Om en sådan antagelse kan gøres, vil bl.a. afhænge af, om det er rimeligt at antage, at reder med æg ikke vil ligge ubeskyttet, dvs. uden en rugende fugl på reden.

For det første skal overflyvningen have fundet sted inden klækning, fordi ynglende måger ikke vil ligge så meget på reden efter, at æggene er klækket, og fordi ungerne ofte vil være godt camoufleret og/eller ligge gemt i vegetationen. Under analyserne af dronefotos og af fotos taget med fastmonterede vildtkameraer i kolonierne på Langli (af sølvmåger og sildemåger) konstaterede vi, at selvom der var æg i reden, lå der ikke altid en forældrefugl på reden, også selvom der var tale om et fuldlagt kuld, og fuglene ikke var blevet forstyrret. Baseret på erfaringerne fra Langli skønner vi dog, at mindst 99% af rederne med æg havde en rugende fugl på reden. Det næste spørgsmål er, om det er rimeligt

at antage, at alle fugle, der ligger ned, faktisk ligger på en rede, eller om det er almindeligt forekommende, at måger blot ligger ned inde i kolonien uden at ligge på en rede. Selvom vi ikke designede studier, der var rettet mod at belyse dette spørgsmål, kunne vi ved analysen af fotografierne fra test-cirklerne på Langli (sammenholdt med de reder, der blev fundet ved gennemgangen af hver cirkel) konstatere, at sølvmåger og sildemåger ind imellem blot ligger ned direkte i vegetationen eller på sandet. I nogle tilfælde havde vi mistanke om, at der var tale om magen til den fugl, der lå på en rede i nærheden.

Blandt de fugle, der på billedet taget i 75 m højde, blev registreret inde i cirkelplottene som liggende uden at en rede var synlig, var der 9 % som ikke kan have ligget på en rede. Vi kan desværre ikke på artsniveau komme med et tal for, hvor hyppigt det forekom, at en sølvmåge hhv. en sildemåge blot lå ned inde i kolonien uden at have en rede. Men antages det, at 9 % var gældende for begge arter, vil man ifølge vore data overestimere antallet af ynglepar af sølvmåger med 5,5 % (beregnet som 9 % gange den andel, de liggende fugle udgjorde af det samlede antal rugende + liggende), hvis man antog, at antallet af liggende fugle svarede til antallet af reder med æg. For sildemåge ville man tilsvarende overestimere antallet af ynglepar med 7,4 % (for sildemåger registreredes sammenlignet med sølvmåge en mindre andel som liggende på synlig rede). Det vil være relevant at se nærmere på denne metodiske problemstilling. Samlet set vurderer vi – ud fra vore foreløbige erfaringer – at en 1:1-omregning fra antal liggende fugle til antal ynglepar resulterede i et overestimat på 5-10 % for de store måger på Langli. Men dette tal vil formentlig i nogle tilfælde være endnu højere, eksempelvis registreredes en langt højere andel liggende fugle på Langli på dronefotos fra 30. maj, end der gjorde 15. maj (Tabel 10.5).

Tabel 10.5. Antal individer af sølvmåger og sildemåger registreret på fotos taget af Langli fra en fastvingedrone den 15. og 30. maj. Tal er givet for det totale antal individer, for de individer der lå ned og for de individer, der blev estimeret til at have ligget på en rede (svarende til antallet af liggende individer, hvor en rede var synlig plus 0,91 gange antallet af liggende individer hvor en rede ikke var synlig). Ud fra antallet af alle individer blev antallet af ynglepar estimeret ved at gange med faktoren 0,7.

Art	Dato	Type opgørelse	Antal individer	Estimerede antal ynglepar
Sølvmåge	15/5	Alle individer	16.416	11.491
		Alle liggende individer	10.980	10.980
		Individer formodentlig på rede	10.410	10.410
	30/5	Alle individer	15.748	11.023
		Alle liggende individer	12.401	12.401
		Individer formodentlig på rede	11.653	11.653
Sildemåge	15/5	Alle individer	2.957	2.070
		Alle liggende individer	2.128	2.128
		Individer formodentlig på rede	1.981	1.981
	30/5	Alle individer	2.640	1.848
		Alle liggende individer	2.297	2.297
		Individer formodentlig på rede	2.125	2.125

Der er en nogenlunde overensstemmelse mellem det antal ynglepar der estimeres ved at gange det samlede antal individer med 0,7 og de tal, der fremkommer, hvis man antager, at alle liggende fugle lå på en rede. For sølvmåge var overensstemmelsen for den 15. maj størst, hvis der ikke blev korrigeret for, at nogle af de liggende fugle ikke har ligget på en rede. Men for den 30. maj var der bedre overensstemmelse, hvis der blev korrigeret for dette. For sildemåge blev overensstemmelsen for både den 15. maj og den 30. maj størst, hvis der korrigeredes for, at nogle af de liggende fugle ikke lå på rede (se Tabel 10.5).

Det er vores vurdering, at det bedste bud på antallet af ynglepar af store måger på Langli er antallet af "individer formodentlig på rede", svarende til antallet af måger på en synlig rede plus 0,91 gange antallet af liggende individer i øvrigt. Hvis dette er korrekt, svarer det til en omregningsfaktor på 0,63 fra antal individer i alt til antal ynglepar for sølvmåge og 0,67 for sildemåge (beregnet ud fra data fra den 15. maj).

10.4.3 Erfaringer med flyvning og håndtering af billedmateriale

Fra fotograferingen i 40-75 m højde i transekter med en fastvingedrone eller en multirotdrone erfarede vi, at det var muligt at få sat billeder sammen af store såvel som små øer i tilstrækkelig god kvalitet til, at måger kunne artsbestemmes og tælles præcist. I de fleste tilfælde kunne man godt skelne mellem storm- og sølvmåger såvel som mellem sildemåger og svartbag ud fra fuglenes størrelse. Sølvmåger og sildemåger kan identificeres ud fra fjerdragstens farve (lysegrå vs. mørkegrå/sort; men i stærk solskin kan sildemåger fremstå som lyse). Det var kun få procent af mågerne, der ikke kunne artsbestemmes. I de tilfælde, hvor fotos var taget under stærkt solskin, kunne lyset vanskeliggøre identificeringen af mågerne som sad eller lå på rede mellem stenene tæt ved stranden (se Figur 10.6).

Fotograferingen af kolonierne på øerne i Nibe Bredning i Limfjorden blev taget fra en manuelt styret drone, hvor fotos blev taget fra skrå vinkler samt fra varierende højde. I de tilfælde, hvor det på disse fotos var muligt at orientere sig fra foto til foto og undgå, at de samme fugle blev talt to gange, kunne det også ud fra disse fotos opgøres, hvor mange sildemåger og sølvmåger, der stod på øerne. På disse skråfotos kunne det imidlertid være meget vanskeligt at skelne stormmåger fra sølvmåger og identificere svartbage i områder, hvor der også yngede sildemåger.

På de billeder, der blev dannet ud fra fotos taget lodret under transektflyvning, var det i så godt som alle tilfælde muligt at afgøre om den enkelte måge lå ned eller stod op (forudsat at der var blevet fotograferet under solskin og mens solen stod tilstrækkelig lavt til at kaste skygger bag fuglene). Selv på billeder sammensat af fotos taget i 75 m højde var det som regel muligt at afgøre, om den enkelte fugl lå ned eller stod op. På de fotos, der blev taget fra stor højde, var det imidlertid i mange tilfælde ikke muligt at afgøre, om den enkelte fugl blot lå ned i vegetationen, eller om den lå på en rede. Muligheden for at afgøre dette varierede også afhængigt af, i hvilken type og højde af vegetation fuglene lå samt af redens beskaffenhed (Figur 10.7). Sidstnævnte varierede markant både mellem arterne og mellem de enkelte reder inden for samme art. Hvis man kunne se reder uden rugende fugle, var det i det store og hele muligt at se, om der var æg i reden eller om reden var tom.

Figur 10.6. Eksempler på billeder fra Græsholm (A) og Pikkerholm (B) (Hirsholmene) med sølvmåger (lyserøde prikker, A og B), sildemåger (blå prikker, A) og svartbag (gule prikker, B).



For alle øer fandt vi, at kvaliteten af de sammensatte fotos var af ringere kvalitet og opløsning end de enkelte fotos hver for sig. Desuden erfarede vi, at flyvning under forholdsvis høje vindhastigheder let kom til at resultere i et ikke så skarpt, sammensat billede.

Som nævnt blev kolonierne på øerne i Nibe Bredning fotograferet fra skrå vinkler og med varierende højde fra en manuelt styret drone. Det resulterede i, at det i visse tilfælde var vanskeligt at sikre, at de samme fugle ikke blev talt med to gange (på to delvist overlappende fotos), eller at nogle fugle ikke blev talt med, fordi det så ud som om, den pågældende fugl var blevet talt med på et af de andre fotos. De fotos, der blev taget af øerne i Nibe Bredning, gav kun delvist mulighed for at skelne liggende fugle fra stående fugle.

I forbindelse med fremtidige anvendelse af droner til optælling af kolonier af store måger anbefaler vi:

- At fotografere lodret ved flyvning i transekter fremfor at fotografere fra skrå vinkler.



Figur 10.7. Udsnit af dronfoto af sølvmågekoloni på Græsholm, Hirsholmene, taget ved transektflyvning. Foto: Thomas Eske Holm.

- At flyve i transekter i lav højde, gerne i 25-40 m højde. Flyvning i lav højde over større øer vil naturligvis resultere i, at fotograferingen vil strække sig over et længere tidsrum (og kræve mere batteritid), og at et meget stort antal fotos efterfølgende vil skulle sættes sammen, hvilket dog som udgangspunkt ikke burde give problemer såfremt programmer som Drone2map, DroneDeploy eller Pix4D benyttes. Det er normalt nødvendigt at sikre ca. 70 % overlap for at programmerne sammensætter fotos korrekt.
- At flyve i solskin og helst om morgenen, alternativt sidst på eftermiddagen / først på aftenen. Herved øges chancen for at fuglene vil kaste let synlige skygger. Desuden formoder vi, at man ved at flyve om morgenen reducerer chancen for, at fugle, der blot raster, befinder sig inde i koloniområdet. Dette er dog ikke altid muligt. Fx blev optællingerne på øerne i Limfjorden foretaget over to hele dage med båd for at dække en række lokaliteter. I den forbindelse var det vigtigt, at få gennemført hele feltarbejdet i godt vejr og på det rigtige tidspunkt i forhold til fuglenes ynglefænologi.
- At gennemføre monitoringen på et tidspunkt i ynglesæsonen, hvor æggene endnu ikke er begyndt at klække, hvilket også er en generel anbefaling for optællingerne i almindelighed. Desuden er det også en fordel for analysen af billederne, at fotograferingen gennemføres inden vegetationen er begyndt at vokse op i en højde, der for alvor nedsætter rugende fugles synlighed.

11. Øvrige arter

Thomas Eske Holm, Jesper Tofft, Jesper Leegaard, Lars Maltha Rasmussen & Thomas Bregnballe

Især transektflyvninger i åbne områder har i dette studie vist, at droneoptællinger også er særdeles velegnede til optælling af en række arter, der hverken overvåges under de nationale NOVANA-tællinger eller under NOVANA-tællingerne i Vadehavet, hvor bl.a. mågekolonier overvåges. Dronebillederne taget i dette studie viser eksempelvis, at arter som grågås, troldand og knopsvane er nemme at registrere og optælle på fotos, hvor arterne yngler på holme eller mindre øer.

Der er desuden lavet mindre forsøg med anvendelse af drone til lokalisering af reder og til redekontrol af hedeheg (Rasmussen m.fl. 2017 og 2018, J. Leegaard & L.M. Rasmussen unpubl.). Her var konklusionen, at droner er velegnede til at lokalisere en rede, hvis man på afstand har observeret opflyvning fra og landing på en rede i et område. Da kan man ved hjælp af en drone lokalisere reden præcist uden at lave unødvendige spor i en afgrøde eller vegetation. Når redens lokalisering er kendt, kan man med en drone følge redens skæbne gennem ynglesæsonen samt få registreret antal æg, antal unger og deres omtrentlige alder. Brug af en drone kan således forbedre overvågningen af fuglenes ynglesucces.

Metoden afprøvet på hedeheg vurderes også at kunne benyttes til registrering af ynglesucces hos en art som rørhøg, hvor redestederne ofte ligger i meget sumpet og utilgængeligt terræn, men vil være synlige fra en drone.

Der blev også foretaget en redekontrol af en rede af havørn, på et tidspunkt hvor parret med sikkerhed havde opgivet sit yngleforsøg og var forsvundet fra reden. Kontrollen af reden blev foretaget for at konstatere, om der var rester af unger eller æg i reden, eller om reden var beskadiget, for på denne måde måske at få oplysninger om årsagen til det opgivne yngleforsøg. Kontrollen af reden tog højst 10 minutter på stedet. En fysisk kontrol med en klatrer til reden ville have været meget tidskrævende og forbundet med en betydelig sikkerhedsmæssig risiko. Man kan sagtens forestille sig, at der i forbindelse med overvågning af store rovfugles reder, kan være behov for at foretage en hurtig og overkommelig redekontrol for at indsamle vigtige data til at kunne belyse ynglesucces eller årsager til manglende succes. Hvis ynglefuglene stadig er på eller nær reden, bør det undersøges, hvordan en fotografering skal gribes an, for at sikre, at fuglene ikke forstyrres unødvendigt og sikre, at der ikke utilsigtet er risiko for kollision mellem fuglene og dronen. Der har tidligere været mistanke om, at ynglende vandrefalke på Møns Klint har forladt deres rede på grund af forstyrrelser fra droner, hvilket understreger vigtigheden af en grundig risikovurdering, før der flyves med drone nær ynglende rovfugle.

I forbindelse med overvågning af fugle i Klydesøen på Vestamager i 2017 blev en yngleø med klyder og havterne optalt vha. drone (Rasmussen og Sørensen 2017a). Både havterne og klyder fløj op, men kun kortvarigt. Optællingen med drone betød imidlertid, at de rastende fugle, som sølvmåger og skarver samt gæs fløj væk fra området, og da gik de ynglende fugle også kortvarigt på vingerne. Forstyrrelsen fra dronen kan sammenlignes med en passage af en rovfugl. De ynglende fugle faldt hurtigt til ro igen. Optællingen på fotos optaget med drone resulterede i en mere præcis optælling, end det var muligt fra diget.

12. Fordele og ulemper ved brug af droner til monitorering af ynglefugle

Thomas Eske Holm, Thomas Bregnballe & Lars Maltha Rasmussen

12.1 Forstyrrelser

Brug af droner som supplement eller som alternativ til den traditionelle overvågning kan i mange tilfælde betyde, at forstyrrelsen af fuglene minimeres. Traditionelle optællinger fra land vil i nogle tilfælde kræve, at man bevæger sig helt ind i kolonien og at man utilsigtet eller med vilje får fuglene på vingerne for at kunne tælle dem (Figur 12.1).



Figur 12.1. Hele kolonien af splitterter og en stor del af hættemågerne går i luften, så snart man går ind i koloniområdet for fx at tælle reder. Foto: Thomas Eske Holm.

Selv om en sådan forstyrrelse oftest er relativt kortvarig, og måske kun svarer til en rovfugls passage af en koloni, så kan forstyrrelse føre til prædation af æg og unger, mens forældrefuglene ikke er på reden (Carney & Sydeman 1999). Dette gælder både for den art der overvåges, og andre arter der yngler i eller i umiddelbar nærhed af kolonien. Store måger som sølvmåger og svartbager er opportuniste og præderer gerne reder af eksempelvis skarver, andefugle eller andre måger, hvis lejligheden byder sig. Derfor kræves særlig forsigtighed, hvis rederne i en koloni skal tælles ved at gå den igennem, og hvis

der yngler store måger i umiddelbar nærhed af kolonien. Holm m.fl. (2018) beskriver et eksempel, hvor en ederfuglerede blev besøgt af sølvmåge og svartbag, efter at hunnen blev skræmt fra reden af en optæller, hvilket også er beskrevet af Stien & Ims (2016). Mågerne kan også prædere hinandens reder indbyrdes. Der er ligeledes risiko for, at optælleren træder i reder, der er mere eller mindre skjult i vegetationen.

I de fleste tilfælde kan man helt undgå at forstyrre ynglefuglene, når man benytter en drone til optællingen. Der er foretaget en række forsøg med forskellige arter, der viser, at ynglende vandfugle i langt de fleste tilfælde ikke reagerer på eller forstyrres af lavtflyvende droner (fx Holm m.fl. 2018). De forstyrrelses effekter og mulige følgevirkninger, der kan være ved en traditionel optælling, kan således ofte mindskes ved at benytte droner i overvågningen af de arter, hvor denne metode er egnet (se kapitel 14). Dog blev ikke ynglende fugle, som fx flokke af rastende knortegæs, der græssede mellem de ynglende måger på holmene i Limfjorden opskræmt af dronen, hvorefter gæssene fløj ud på vandfladen i fjorden. Der blev ikke gjort iagttagelser af, hvornår gæssene vendte tilbage til holmene, hvilket dog bl.a. skyldtes optællernes tilstedeværelse i kolonierne under den efterfølgende optælling.



Figur 12.2. Forstyrrelse forårsaget af en observatør, der går i en del af sølvmågekolonien på Fruens Holm i Limfjorden den 19. juli 2017, set fra droneperspektiv. Foto: Lars Maltha Rasmussen.

12.2 Datakvalitet

I NOVANA-overvågningen af ynglende vandfugle er målet at opnå et så præcist estimat for antallet af ynglepar som muligt. En høj præcision er en forudsætning for, at man med stor sikkerhed kan udtale sig om udviklingen i antallet af ynglepar. Ved de traditionelle optællingsmetoder foregår optællingerne enten ved at gå gennem kolonien til fods eller ved at optælle fra afstand ved brug af kikkert eller teleskop eller ved en kombination af begge metoder. Begge metoder kan være upræcise, afhængigt af koloniens størrelse og over-

sigtsforholdene fra observationspunkterne. Ved optælling inde i større kolonier, hvor fuglene ligger tæt, eksempelvis terne- eller hættemågekolonier, kan der være risiko for at optælleren har vanskeligt ved at skelne talte reder fra ikke talte reder. Jo større erfaring optælleren har med den type optællinger og med at færdes på den pågældende lokalitet, jo mindre vil denne risiko dog være. Ved optælling af kolonier på afstand gennem teleskop vil man oftest ikke kunne se alle fuglene. Forsøget med optælling af hættemåger i Egå Engsø og i Flintesø fra land viste eksempelvis, at der i nogle tilfælde kun registreres omkring 45-60 % af de fugle, som egentlig er tilstede, simpelthen fordi man ikke kan se alle fugle i kolonien, selvom der gøres forsøg på at tælle fuglene på øen fra flere retninger (se kapitel 8.2). Det samme gælder monitoringen ved Sneum Digesø, hvor hættemågekolonierne normalt optælles fra diget med teleskop. Ved optællingerne ved sorternekolonier i Vejlerne og Tøndermarsken (Hasberg Sø), var det i stort omfang slet ikke muligt at se rederne ude i sumpområderne fra jorden pga. høj og dækkende vegetation (bl.a. Tofft 2017). Dronemetoden kan derfor her være til stor gavn.

Det er også vurderingen i denne undersøgelse, at optælling fra billeder eller video taget fra drone i mange tilfælde kan give et mere præcist estimat end optælling fra land. Det skyldes, at optælling af fugle på billeder kan foretages ved markering af optalte fugle der ikke bevæger sig, hvorved man i høj grad undgår at overse nogle eller tælle samme reder med flere gange. Samtidig vil man i langt de fleste tilfælde have en bedre oversigt over kolonien fra luften, end hvis man tæller fra jorden på afstand af kolonien.

Det skal dog siges, at selv om der *manuelt* optælles på et foto, hvor de optalte arter løbende kan markeres og noteres, vil der som ved landtællinger være en vis variation i det endelige antal fugle optalt. Det skyldes at resultatet er afhængig af personen, der tæller. I et forsøg udført af Aarhus Universitet blev syv personer bestående af både erfarne og ikke-erfarne fugletællere bedt om at optælle ynglende sølvmåger på et dronefoto taget af den lille ø Begtrup Røn i Syddjurs Kommune (Riddervold, 2018). Her registrerede de syv optællere mellem 448 og 491 sølvmåger med en middelværdi på 486, hvor de mest erfarne optællere havde næsten ens resultat og samtidig det højeste antal fugle. De mindst erfarne personer fandt færrest fugle. Tilsvarende resultater blev registreret hos Blew (2003), hvor erfarne optællere af kolonirugende fugle opnåede ret ens og høje tal, hvorimod mindre erfarne optællere i højere grad undervurderede antallet af fugle. I et andet forsøg blev fem personer bedt om at tælle sildemåger og sølvmåger på et billede fra Langli, og her blev der optalt 96-109 sildemåger og 302-314 sølvmåger. Optællerne brugte 16-31 min. på opgaven. For både landtællinger og dronetællinger gælder altså, at de bedste tal opnås jo større erfaring optælleren har. Tiden, der benyttes til en optælling, kan ligeledes være vigtig for at få præcise tal.

Fremadrettet anbefales det, at der udvikles algoritmer, der kan genkende og optælle fuglene på en standardiseret måde. Dette vil være med til at sikre en præcis, ensartet og ikke mindst tidsbesparende optællingsmetode. I dette studie har vi afprøvet og videreudviklet en metode, der automatisk kan optælle sølvmåger på et dronefoto (se kapitel 14).

12.3 Dokumentation

Ved en traditionel optælling noteres antallet af reder og arter ved gennemgang af kolonien. Der gemmes således ingen form for dokumentation, der kan verificere rigtigheden af optællingen.

Til sammenligning er det muligt at gemme al dokumentation i form af billeder og /eller video ved droneovervågning. Det betyder, at man kan kvalitetssikre og senere tjekke de optællinger, der blev foretaget på grundlag af de indsamlede data. Hvis behovet opstår, kan man ud fra den indsamlede dokumentation også registrere landskabelige ændringer som fx vegetationsdække i en ynglefuglekoloni og dermed have mulighed for at følge og påvise de habitatændringer, der måtte finde sted hen over årene. Man kan også på fotos registrere den præcise udstrækning af kolonierne og deres placering i landskabet.

12.4 Forudsætninger

I den traditionelle overvågning fra land kræves der generelt både felterfaring og artskenndskab for at kunne foretage en kvalitetsmæssig tilstrækkelig og præcis optælling. Tilsvarende forudsætninger gør sig gældende ved brug af drone i felten, såfremt et yngleområde først skal identificeres ud fra, hvor fuglene befinder sig. Her vil det kræve, at man identificerer de fugle, der skal overvåges. Omvendt stilles der ikke samme krav til artsbestemmelse i felten, såfremt en droneovervågning foregår ved transektkortlægning af et fast afgrænset område som eksempelvis en ø, hvor lokalitetens udstrækning er tydelig. Her vil man oftest kortlægge hele området fra dronen. Dog kræves det, at man har dronetegn eller dronebevis samt erfaring i brug af programmer som DroneDeploy eller Pix4D til styring af dronen.

Der kræves tilladelser til flyvning i særligt støjfølsomme naturområder, de såkaldte BL 7-15 områder, hvilket inkluderer fuglebeskyttelsesområderne. Der skal desuden yderligere tilladelser til, hvis flyvningen skal udføres nær eksempelvis veje og lufthavne, eller hvis dronen opereres uden for synsvidde. Her skal der ved Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen søges tilladelse til BVLOS-flyvning (Beyond Visual Line Of Sight).

Som omtalt i afsnit 2.2.3 skal vejret gerne være solrigt uden for megen blæst; der kan dog være tilfælde, hvor der opnås et bedre resultat ved at fotografere i let overskyet vejr, idet overbelysning kan vanskeliggøre de efterfølgende analyser af fotos. Benyttes mindre droner, som fx DJI Phantom 4 Pro, skal den gennemsnitlige vindhastighed ikke overstige 7-8 m/s, af hensyn til at undgå rystelser og uskarpe billeder, eller at undgå skader ved landing, mens man ved brug af større og mere professionelle droner som, fx DJI Matrice 210 kan, flyve ved vindhastigheder på op til 12 m/s.

12.5 Tidsforbrug (Cost-benefit)

Anvendelse af droner giver alene en tidsbesparelse, hvis man på en lokalitet eller på en tur kun skal registrere ynglefugle, der kan ses fra luften. Det betyder i praksis, at hvis man på en lokalitet både skal lave levestedskortlægning og en ynglefugleoptælling, er det i alle tilfælde nødvendigt at sejle ud til øen. Derfor kan man i sådanne tilfælde ikke spare tid, ved fra fastlandet at sende en drone ud til øen.

Et andet eksempel er, hvis området i alle tilfælde kræver en gennemgang til fods, fordi der samtidig med en overvågning af droneegnede arter, skal lyttes efter fugle der skjuler sig, fx rørdrum, eller eftersøges fugle som ikke kan ses fra en drone, fx blåhals. Her vil en drone heller ikke give nogen tidsbesparelse. Desuden kan der indsamles vigtige oplysninger, når man færdes til fods i en koloni, som ikke fås fra tolkning af fotos. Fx hvis kolonier er blevet præderet

af rovpattedyr eller fugle, eller der er sket menneskelige indgreb eller forstyrrelser. Tegn på at sådanne hændelser har fundet sted, vil vanskeligt kunne konstateres ud fra fotos, hvorimod den trænede observatør vil kunne registrere dette ved besøg i kolonien.

De tilfælde, hvor en drone kan give en tidsbesparelse, er steder, hvor et eller flere af følgende forhold er gældende:

- a) Ynglestedet er vanskeligt tilgængeligt, eksempelvis en mindre ø nær land. Dette gælder især, hvor der til en traditionel optælling kræves en båd med to personer (af sikkerhedsmæssige årsager), for at nå ud til øen. Her kan man alternativt nøjes med én person, der fra fastlandet sender en drone ud til øen og kortlægger øens ynglefugle.
- b) Arten yngler spredt i landskabet eller skifter ofte ynglested. Her kan en drone være en hjælp i eftersøgningen af redestedet.
- c) Det er vanskeligt ved en traditionel optælling at lokalisere ynglefuglene på grund af forskellige landskabsforhold, fx hvor reder er placeret mellem vegetation, større sten og lignende. Her kan man fra luften oftest se ynglefuglene og / eller rederne.

Som nævnt vil dette alene give en tidsbesparelse, såfremt det af andre grunde ikke kræves, at man gennemgår området til fods, eller har andre ærinder på lokaliteten end at udføre en ynglefugleoptælling.

Tabel 12.1. Eksempel på en overvågningstur der foretages af én person fra Miljøstyrelsen. Turen tager 12,1 timer ved en traditionel optælling, mens brug af droner til overvågning af skestork på øerne Klægbanken og Høje sande giver en estimeret besparelse på 1,9 timer eller godt 17 %. Der er i dette eksempel få data til at vurdere, om droner også kan benyttes som supplerende til den traditionelle overvågning ved Skjern Enge og ved Nymindestrømmen.

Aktivitet	Forklaring	Timer (Traditionel optælling)	Timer (Traditionel opt. + drone)
Kørsel	Herning - Enebærvej (Klægbanken)	1	1
Vadning	Enebærvej - Klægbanken	0,8	0
Optælling	Klægbanken	1	0,5
Vadning	Klægbanken - Enebærvej	0,8	0
Kørsel	Enebærvej - Skjern Enge	0,25	0,25
Optælling	Vester Enge, Hestholm Sø, Skænken Sø	3	3
Kørsel	Skjern Enge - Skavenvej	0,25	0,25
Vadetur	Skavenvej - Høje Sande	0,5	0
Optælling	Optælling af Høje sande	1	0,5
Vadetur	Høje Sande - Skavenvej	0,5	0
Kørsel	Skavenvej - Nymindestrømmen	0,5	0,5
Optælling	Nymindestrømmen (3 lok.)	1,5	1,5
Kørsel	Nymindestrømmen - Herning	1	1
Optælling	Håndtering af og optælling af billeder	0	1,5
SUM		12,1	10

Med henblik på at kunne estimere tidsforbrug ved forskellige fremgangsmåder, har medarbejdere ved Miljøstyrelsen oplyst hvilke arter og lokaliteter, de dækker på udvalgte arbejdsdage (se eksempel i Tabel 12.1). For disse dage har de desuden oplyst tidsestimater for kørsel, sejlads og optælling. For alle arbejdsdage gælder, at der også bliver optalt arter, der ikke kan optælles fra droner (fx blåhals og rørdrum), arter som vi endnu ikke har tilstrækkelig med erfaring med optælling fra drone (fx rørhøg og klyde), eller at der på øer samtidig foretages levestedskortlægning, hvilket kræver fysisk tilstedeværelse. I sådanne tilfælde vil droner ikke kunne give nogen tidsbesparelse.

Der vil dog være områder, hvor droner er egnede og kan give en tidsbesparelse. Dette gælder fx øen Høje Sande, hvor der inden for perioden 1. juni – 20. juni kun skal optælles skestørke, og hvor det er muligt at sende en drone afsted fra fastlandet (Tabel 12.1).

Der foreligger for få data til, at der for de enkelte arter kan laves en beregning af cost-benefit på nationalt niveau. Men ud fra Miljøstyrelsens tilsendte eksempler på arbejdsdage, og de erfaringer der er gjort med droner i dette studie, skønner vi, at droner kan give en økonomisk besparelse (opgjort som arbejdstimer) på op til 20% på de dage, hvor der bliver talt op, og hvor droner erstatter traditionelle optællinger på kystnære øer (Tabel 12.1). En art som skestørke vil ikke med fordel blive overvåget med drone i alle kolonier, så samlet set er det derfor plausibelt, at droner vil kunne give en besparelse på omkring 5-10 % ved overvågning af denne art. Der skal dog flere praktiske erfaringer til inden dette kan opgøres mere præcist. Det kan bl.a. gøres ved at afprøve droner som et supplerende redskab under nogle af de kommende optællinger. I store kolonier er det optællingen af fugle på billeder, der lige nu tager det meste af tiden, når der benyttes droneovervågning. Derfor vurderes det, at udvikling af algoritmer til automatisk genkendelse og optælling af fugle på dronebillede vil kunne forøge tidsbesparelsen markant, fx i de tilfælde, hvor der er behov for at tælle store mågekolonier.

Man kan også konstatere, at selvom der i visse tilfælde ikke er nogen væsentlig tidsbesparelse ved anvendelse af droner, så kan det være af afgørende betydning at få et godt og sikkert estimat af en betydelig ynglekoloni, hvilket bedst eller i nogle tilfælde kun lader sig gøre ved fotografering fra luften. Således yngler mere end 95 % af hættemågerne i Vadehavet i Sneum Digesø. Så ønsker man eksempelvis at kende udviklingen i antallet af hættemåger i Vadehavet, er det afgørende, at en sådan stor koloni optælles med en lille usikkerhed. Ved langdistanceobservationer risikerer man, at få stor usikkerhed på estimerne af koloniens størrelse, hvilket gør det vanskeligere at udtale sig om, hvorvidt yngleantallet ændrer sig over årene.

13. anbefalinger

Thomas Eske Holm & Thomas Bregnballe

For nogle arter og områder vil det være en fordel at anvende droner til at opgøre antallet af ynglepar. I nogle tilfælde kan anvendelse af drone således nedbringe omfanget af forstyrrelser, føre til en bedre kosteffektivitet samt sikre en større grad af præcision og mulighed for dokumentation. Der er også områder, hvor anvendelse af droner ikke vil resultere i en tidsmæssig gevinst, fx fordi der opnås synergier gennem udførelse af flere overvågningsopgaver på samme tid. Der vil dog ofte alligevel kunne opnås fordele ved at inddrage droner i overvågningen, bl.a. fordi man derved kan minimere forstyrrelserne og maksimere præcisionen.

Vores generelle anbefaling er, at Miljøstyrelsens optællere i en testperiode afprøver droner som redskab i NOVANA-overvågningen, og at der senere foretages en erfaringsopsamling. Ud fra resultaterne i dette studie, er det dog muligt at give nogle generelle anbefalinger, som beskrevet i de følgende afsnit.

13.1 Overvågning i Vadehavet

Vi anbefaler, at man i overvågningen af ynglefugle i Vadehavet tager droner i brug til:

- Optælling af hættemåge i Sneum Digesø i forbindelse med den årlige tælling. Her vil brug af drone give den mest præcise optælling og sikre sammenlignelighed af tallene henover årene.
- Optælling af sølvmåge, sildemåge, stormmåge og skestork på Langli (og eventuelt på Mandø). Hvad angår Langli vil optælling af måger på fotos taget fra en drone ikke være den mest kosteffektive metode, men ifølge resultaterne fra dette studie vil der kunne opnås en mere præcis optælling af mågekolonierne. Indtil der er udviklet en algoritme til automatisk artsgenkendelse og optælling af fugle på dronefotos (se afsnit 13.3), vil optællinger af mågekolonierne på Langli imidlertid tage op til 70 timer, da optællingen af billederne vil skulle foretages manuelt. Derfor kan det overvejes, at en droneovervågning kun foretages med fx tre eller seks års interval.
- Eftersøgning af ynglefugle såsom terner på fjerntliggende højsander, hvor der ved brug af droner formentlig vil kunne spares tid.

13.2 NOVANA-overvågning i det øvrige Danmark

Vi anbefaler, at man uden for Vadehavet, og hvor det af optællerne i den givne situation skønnes at være en fordel, tager droner i brug til:

- Optælling af jordrugende skarver på øer og holme.
- Optælling og eftersøgning af ynglende skestork på kystnære øer og holme.
- Optælling og eftersøgning af ynglende sølvhejre (denne art indgår imidlertid ikke i NOVANA overvågningen).

- Optælling af splitterne på småøer.
- Optælling og eftersøgning af ynglende havterne på lokaliteter, hvor arten yngler i store kolonier.
- Optælling af sortterne.

Som beskrevet tidligere kan der i nogle situationer være fordele ved at benytte drone til overvågning eller som supplement til den traditionelle overvågning af trane. Hvorvidt det skønnes at være en fordel at supplere med at filme eller fotografere fra drone, må være en afvejning, der må gøres af observatøren i felten og i den givne situation.

Vi har ikke et tilstrækkeligt grundlag til at vurdere, om man med fordel vil kunne anvende droner til optælling af vandfuglearter, som ikke har været undersøgt i dette studie, fx alk, lomvie, tejst, bramgås, fjordterne og klyde.

For følgende arter af kolonirugende vandfugle vurderer vi, at der ikke vil være væsentlige fordele ved at tage droner i brug, fordi de forekommer meget spredt eller er svære at se på dronebilleder.

- Sorthovedet måge og dværgmåge.
- Dværgterne.
- Hvidbrystet præstekrave.

13.3 Behov for videreudvikling

Det vil være relevant at få udviklet en algoritme, der automatisk kan identificere og tælle fuglene på dronefotos. Herved vil der kunne spares mange timer, som ellers bruges på at tælle de enkelte arter på fotos. Desuden vil anvendelse af en algoritme sikre en højere grad af standardisering af tællingen. Vi har i dette studie testet en metode til automatisk identifikation, hvilket er beskrevet i kap. 14.

14. Muligheder for automatiseret optælling på fotos

Alejandro Corregidor Castro & Thomas Bregnballe

14.1 Indledning

Forsøg gennemført i tilknytning til nærværende projekt har vist, at der kan være en række fordele ved at benytte droner ved optælling af kolonirugende hav- og kystfugle. Først og fremmest vil dronen oftest kunne give mere præcise og ofte meget højere tal, og i felten kan metoden være mere kosteffektiv samt mindre forstyrrende end traditionelle optællingsmetoder.

Selvom droner kan give tidsmæssige besparelser i felten i forhold til traditionelle optællingsmetoder, vil der ved brug af droner forestå et efterfølgende arbejde med at optælle fuglene manuelt på billederne. To væsentlige udfordringer knytter sig til dette. Den ene er, at det kan være tidskrævende. Den anden er, at der i optællingen indgår en række subjektive vurderinger i forhold til fx at skelne arterne fra hinanden. Ulempen ved de subjektive afgørelser er, at resultatet af optællingen kan ende med at afhænge af, hvem der har gået billederne igennem. Det kan være uheldigt, når resultaterne skal benyttes til at belyse ændringer i antal ynglepar over en årrække. Dog vil der være mulighed for at den samme optæller kan gå tilbage til tidligere fotooptagelser, hvis der er tvivl om, hvilken indflydelse subjektive vurderinger har på optællingsresultatet.

Det vil derfor være nyttigt at få afklaret, om der blandt eksisterende softwareprogrammer til billedgenkendelse og automatisk optælling kan findes et program, der egner sig til automatisk optælling af fugle på dronebilleder.

Vi har i forbindelse med nærværende projekt testet et enkelt af de mulige programmer. Målet med vores test var at få afklaret følgende:

- a) Programmets pris og almene tilgængelighed.
- b) Om der via programmet ville kunne opnås en korrekt bestemmelse af arterne.
- c) Om programmet kan sikre en korrekt optælling af fuglene, dvs. sikre overensstemmelse mellem det faktiske antal tilstedeværende fugle og det antal fugle, som programmet registrerer.
- d) Om man ville kunne spare ressourcer (arbejdstimer) ved at benytte programmet.
- e) Om der ved benyttelse af programmet kunne opnås en højere grad af objektivitet i optællingerne.

Oprindeligt var det tanken at afprøve programmet eCognition, som tidligere har været benyttet i forbindelse med lokalisering og optælling af havfugle og flamingoer på billeder. Af forskellige grunde valgte vi i stedet at teste funktionen "Training sample manager", som er tilgængelig i ArcGIS v10.5. En af fordelene ved dette program er, at mange af de potentielle brugere allerede har en licens til ArcGIS, hvorimod det er forholdsvis bekosteligt at købe licens

til programmet eCognition. Tanken var, at det også ville være muligt at udvikle en vejledning til brug af funktionen i ArcGIS til billedbehandling af dronefotos, så redskabet let ville kunne tages i brug.

På baggrund af en række test på sølvmåge og sildemåge præsenterer vi i det følgende nogle af de erfaringer, vi har gjort omkring fremgangsmåder samt fordele og ulemper ved at anvende den relevante analysefunktion i ArcGIS.

14.2 Fremgangsmåde

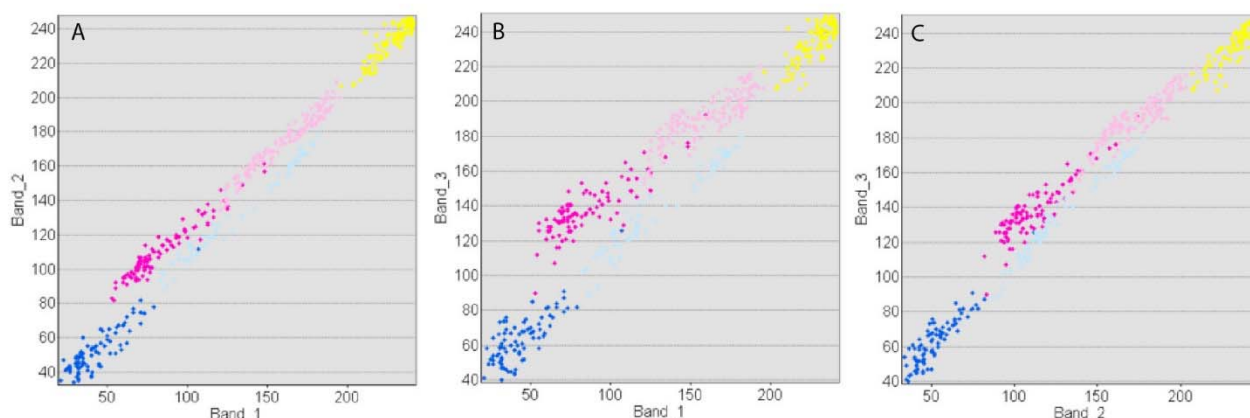
Den følgende semi-automatiske klassifikation er delvist baseret på erfaringer præsenteret i Rush m.fl. (2018) omkring anvendelse af såkaldt superviseret klassifikation. Denne form for klassifikation er baseret på etablering af forskellige klasser, der differentieres fra hinanden ud fra den unikke spektrale signatur af de enkelte pixels (dette omtales efterfølgende som et 'trænings-sæt'). Dette inkluderer adskillige pixels fra forskellige områder på den enkelte fugl (fx hoved, ryg) og forskellige nuancer / toner (mørk, lys). Disse registreres så i forskellige klasser, hvorved computeren får mulighed for at spore de enkelte pixels tilbage til en bestemt klasse (fx hovedet af en måge, en mørk nuance på ryggen af en måge osv.). Vi afprøvede om denne teknik kunne bruges til at skelne sølvmåger fra sildemåger og til at tælle antallet af individer på dronefotos fra udsnit af mågekolonierne på øen Langli.

Med henblik på først at udvikle den automatiske identifikation (AT) udviklede vi et træningssæt via funktionen 'training sample manager' i ArcGIS v10.5, og vi testede for overlap i de spektrale signaturer for hver klasse (Figur 14.1). Vi benyttede maximum likelihood redskabet til den superviserede klassifikation af de forskellige klasser: i) hoveder, ii) skygge- og lyspåvirket ryg hos sølvmåge, iii) lys ryg hos sølvmåge, iv) skygge-påvirket ryg hos sildemåge, og v) lyspåvirket ryg hos sildemåge. Efter at billederne var klassificeret, konverterede vi de enkelte pixels til polygoner. Derefter etablerede vi såkaldte "måge kandidater" ved at vælge de polygoner, som var klassificeret som "mørke" hhv. "lyse" rygge og deres nærhed til polygoner klassificeret som "hoveder". Det næste trin bestod i at samle alle rygge og hoveder for at skabe 'måge-lignende' polygoner med kendte arealer og kendt omkreds. Polygoner med urealistiske værdier blev sorteret fra, hvilket resulterede i en gruppe af polygoner, der ifølge testmaterialet burde passe til måger. Det endelige antal af polygoner blev betragtet som resultatet af den automatiske tælling (AT). Efter denne proces blev billederne manuelt gennemgået for at tjekke, om de objekter programmet havde identificeret, faktisk var måger. De fejlbehæftede polygoner blev slettet, og resultatet af denne manuelle scanning udgjorde så resultatet af den endelige semi-automatiske tælling (ST).

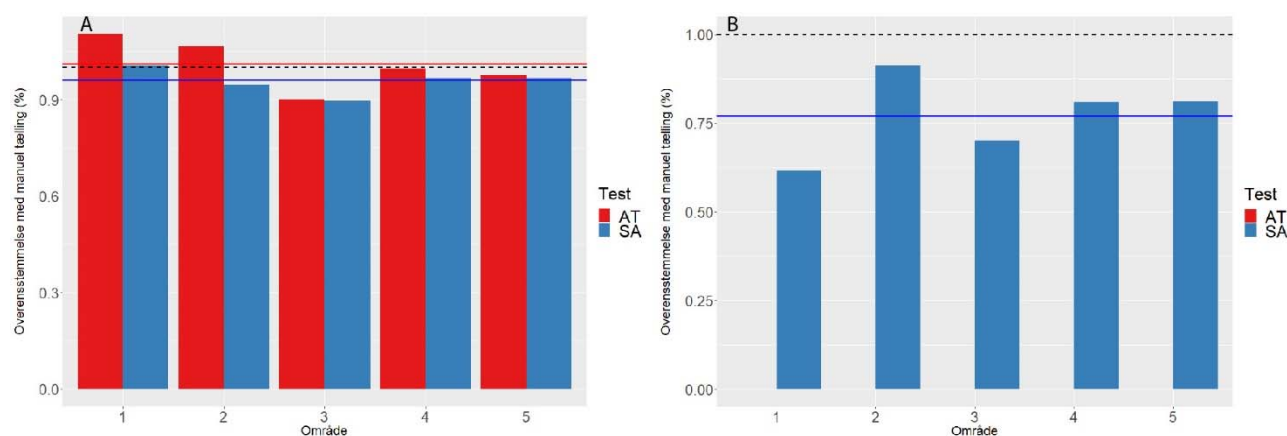
Med henblik på at sammenligne præcisionen af de to metoder (AT og ST) med det eksakte antal måger af de to arter, udvalgte vi fem områder på Langli, der hver dækkede 50x100 m, og inden for disse benyttedes metode AT og ST, og alle sølvmåger og sildemåger inden for hvert af de fem områder blev også optalt manuelt.

14.3 Foreløbige resultater

De benyttede metoder viste sig at være præcise for sølvmåge (Figur 14.2a). Med hensyn til korrekt identificering af sildemåge producerede den automatiske proces en markant overestimering (der taltes 6-56 flere end det faktiske antal af individer), hvilket betød at det var påkrævet at investere tid i en omfattende proces med at tjekke hvilke objekter, der var forkert identificeret. Præcisionen af den semi-automatiske proces var ikke høj (Figur 14.2b).



Figur 14.1. Scatterplots for de forskellige pixelværdier for hver træningsklasse i de forskellige farvebånd (Band_1: rød; Band_2: grøn; Band_3: blå). Bemærk at hver af klasserne er klart adskilt fra hinanden i mindst én af sammenligningerne: i) hoveder af måger (gul); ii) ryg af sølvmåge i skygge (mørkelilla); iii) ryg af sølvmåge i lys (lyserød); iv) ryg af sildemåge i skygge (mørkeblå); v) ryg af sildemåge i lys (lyseblå).



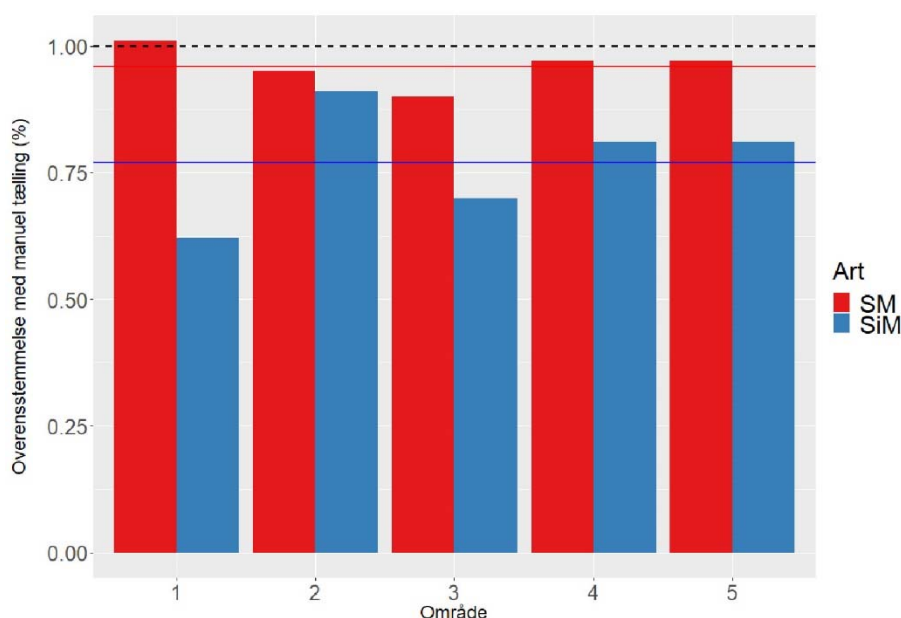
Figur 14.2. A) Variation i præcisionen af den automatiske (AT; rød) og semi-automatiske (ST; blå) tælling for sølvmåge. Både røde og blå stiplede linjer repræsenterer den gennemsnitlige præcision af metoderne (hvh. 101 % og 96 %). Den sorte stiplede linje repræsenterer en 100 % overensstemmelse med den manuelle tælling. B) Variation i præcisionen af den semi-automatiske (ST; blå) tælling for sildemåge. Værdierne for den automatiske tælling er ikke inkluderet grundet den automatiske tællings store afvigelse fra det faktiske antal. Den blå stiplede linje repræsenterer den gennemsnitlige præcision af metoderne (77 %), mens den sorte stiplede linje repræsenterer en 100 % overensstemmelse med den manuelle tælling.

14.4 Diskussion

Den automatiske metode viste sig at være effektiv til optælling af sølvmåger men meget upræcis til optælling af sildemåger. Tilmed var der forskelle mellem de to arter mht. præcisionen ved anvendelse af den semi-automatiske metode (Figur 14.3).

Disse forskelle i præcisionen af den semi-automatiske metode kan skyldes flere forhold. For det første var det anvendte kamera et RGB kamera, som indsamler information i de tre farvebånd rød, grøn og blå. Inden for dette spektrum er sølvmåger lette at identificere sammenlignet med baggrunden (fx grønt græs, brunt sand, mørke skygger fra vegetationen), hvorimod sildemågen repræsenterer farvespektra, der minder om de mange skygger, som optræder på de tilgængelige fotos. Ved at skifte til et multispektralt kamera (fx tilføjelse af et termisk bånd) vil potentielt øge chancerne for korrekt identifikation af sildemåger, idet det ville sikre, at skygger ikke bliver forvekslet med den mørke ryg på sildemågerne. For det andet har vi kunnet konstatere, at den højde og linse, fotos bliver taget fra, spiller en væsentlig rolle for kvaliteten af fotos, og denne har stor betydning for den endelige klassifikation af pixels. I dette tilfælde blev fotos taget i ca. 50 m højde, og da vi forsøgsvis afprøvede klassifikationerne på fotos taget fra lavere højde blev processen væsentlig mere sikker mht. at identificere bl.a. sildemågerne. For det tredje kunne vi konstatere, at omfanget af usikkerhed i den automatiske optælling var påvirket af de omgivelser, fuglene opholdt sig i. Det var eksempelvis tydeligt, at sildemågerne var særligt vanskelige at identificere for programmet på de dele af øen, hvor mågerne yngede i forholdsvis høj vegetation.

Figur 14.3. Sammenligning af metodens præcision mht. korrekt identificering af sølvmåge (røde søjler, i gennemsnit 96%) og sildemåge (blå søjler, i gennemsnit 77%) ved anvendelse af den semi-automatiske optælling. Se også teksten til Figur 14.2.



14.5 Konklusioner

Til trods for at kvaliteten af fotos har stor betydning for, hvor let programmet kunne identificere mågerne korrekt, viste vore forsøg, at det selv på fotos af forholdsvis lav kvalitet var muligt at opnå en ganske præcis optælling af sølvmåger. Den manuelle optælling af sølvmåger og sildemåger på de sammensatte fotos fra Langli tog omkring 75 timer (med risiko for fejl bl.a. fordi dette kræver høj koncentration), hvorimod den superviserede klassifikationsmetode ville reducere tidsforbruget til måske 2-3 timer, også selvom der ville være tale om at tælle et område som Langli med omkring 16.000 store måger.

Vi konkluderer, at den afprøvede metode var præcis til optælling af sølvmåge. Præcisionen i forhold til tælling af denne og andre arter vil uden tvivl kunne forøges ved at fotografere fra lavere højde end 50 m eller med en linse med større brændvidde, eller med et kamera med større opløsning og fotografere med et multispektralt kamera.

15. Referencer

Blew, J. 2003. New ways to improve and test methods – Quality Assurance activities in breeding bird monitoring. Wadden Sea Newsletter 2003-2: 18-23.

Bregnballe, T. & Holm, T.E. 2017a. Overvågning af skestork *Platalea leucorodia* som ynglefugl. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk anvisning fra Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, No. A106 vers. 2.

Bregnballe, T. & Holm, T.E. 2017b. Overvågning af sortterne som ynglefugl. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk anvisning fra Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, No. A181 vers. 2.

Bregnballe, T. & Holm, T.E. 2017c. Overvågning af kystnære ternearter. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk anvisning fra Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, No. A181 vers. 2.

Bregnballe, T. & Nitschke, M. 2016. Danmarks ynglebestand af skarver i 2016. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 36 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 87.
<http://dce2.au.dk/pub/TR87.pdf>

Bregnballe, T. & Nitschke, M. 2017. Danmarks ynglebestand af skarver 2017. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 103.
<http://dce2.au.dk/pub/TR103.pdf>

Bregnballe, T. & Sterup, J. 2018. Danmarks ynglebestand af skarver i 2018. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Teknisk rapport nr. 125 <http://dce2.au.dk/pub/TR125.pdf>

Carney, K.M. & Sydeman, W.J. 1999. A Review of Human Disturbance Effects on Nesting Colonial Waterbirds. *Waterbirds* 22(1): 68-79

Hälterlein, B., Fleet, D.M., Henneberg, H.R., Menneböck, T., Rasmussen, L.M., Südbek, P., Thorup, O. & Vogel R. 1995. Vejledning i optælling af ynglefugle i Vadehavet. Oversat og bearbejdet af O. Thorup. – Wadden Sea Ecosystem No. 3, CWSS, TMAG, Joint Monitoring Group for Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.

Hellwig, U. 2009. Results of the quality assurance meeting in the framework of JMBB and TAMP on Neuwerk, 2009. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer: Institute for applied environmental biology and monitoring.

Holm, T.E., Kanstrup, N., Riddervold, M., Jensen, L.Ø. & Bregnballe, T. 2018. Brug af droner til overvågning af ynglende vandfugles reaktioner på menneskelig færdsel. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 32 s. - Teknisk rapport nr. 129.
<http://dce2.au.dk/pub/TR129.pdf>

Holm, T. E., & Søgaard, B. 2017. Overvågning af trane *Grus grus* som ynglefugl. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk anvisning fra Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, No. A128 vers. 2

Koffijberg, K. & Dijksen L. 2007. Short report on Quality Assurance Meeting (QAM) on Texel in 2005. SOVON Vogelonderzoek Nederland.

Laursen, K., Blew, J., Bregnballe, T., Dalby, L. & Willemoes, M. 2008. Results of the quality assurance meeting in the framework of JMBB/TAMP on Mandø, 2008. Aarhus University, National Environmental Research Institute, Department of Wildlife Ecology and Biodiversity.

Nielsen, H.H. 2017. Sølvhejrekoloni opdaget i Vejlerne. Pandion. <https://pandion.dof.dk/artikel/s%C3%B8lvhejrekoloni-opdaget-i-vejlerne>

Rasmussen, L.M. 2016. Rapport om optælling af Hættemåge vha. drone i Sneum Engsø 23. maj og 1. juni 2016. Rapport fra Tidal Consult til Aarhus Universitet.

Rasmussen, L.M. 2016. Rapport om optælling af Skarver vha. drone i Stavns Fjord 12. maj 2016. Rapport fra Tidal Consult til Aarhus Universitet.

Rasmussen, L.M. 2017. Optællinger af kolonirugende fugle på fotos optaget med drone ved Sneum Engsø, på Langli og holme i Limfjorden maj 2017. Rapport fra Tidal Consult til Aarhus Universitet.

Rasmussen, L.M. & Uffe Gjøl Sørensen 2017a. Ynglende engfugle og vandfugle på Kalvebod Fælled 2017. Rapport fra Tidal Consult til Dansk Ornitologisk Forening, København.

Rasmussen, Lars Maltha og Uffe Gjøl Sørensen 2017b. Vandfugle i Hedeland - Registrering og forslag til forvaltning 2017 Rapport fra Natur360 og Tidal Consult til Høje Taastrup Kommune.
http://www2.htk.dk/Teknik_og_miljoecenter/Natur/Fugleovervaagning-soeer-Hedeland-2017.pdf

Rasmussen, L.M., I.H. Sørensen, Å. Mathiesen, K.B. Christensen, S.A. Schwebs, S.O. Petersen & T. Nyegaard, 2018. Hedehøg i Danmark 2017. DOF's arbejdsrapport fra Projekt Hedehøg. Dansk Ornitologisk Forening.

Rasmussen, L. M., Sørensen, I.H., Matthiesen, Aa., Leegaard, J., Christensen, K.B., Schwebs, S.A. & Nyegaard, T. 2018. Hedehøg i Danmark 2018. DOF's arbejdsrapport fra Projekt Hedehøg. Dansk Ornitologisk Forening.

Riddervold, M. 2018. Experiences with unmanned aerial vehicles as a tool in seabird research. Master thesis in biology. Department of Bioscience, Aarhus University. 46 pp.

Rush, G.P., Clarke, L.E., Stone, M. & Wood, M.J. 2018. Can drones count gulls? Minimal disturbance and semiautomated image processing with an unmanned aerial vehicle for colony-nesting seabirds. Ecology and Evolution 8: 12322–123341-13. <https://doi.org/10.1002/ece3.4495>

Skriver, J. 2018. Drone afslører en af verdens nordligste kolonier af sjældne sølvhejrer. Nyhed fra Aage V. Jensen Naturfonde.
<http://www.avjf.dk/vejlerne/drone-afsloerer-en-af-verdens-nordligste-kolonier-af-sjaeldne-soelvhejrer/>

Spaans, B., Leopold, M. & Plomp, M. 2018. Using a drone to determine the number of breeding pairs and breeding success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. *Limosa* 91: 30-37.

Stien, J. & Ims, R.A. 2016. Absence from the nest due to human disturbance induces higher nest predation risk than natural recesses in Common Eiders *Somateria mollissima*. *Ibis* 158 (2): 249-260.

Tofft, J. 2017. Ynglende Sortterner i Tøndermarsken 2000-16. Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift 111: 130-137.

[Tom side]

OVERVÅGNING AF YNGLEFUGLE VED BRUG AF DRONER

I nærværende projekt har DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet undersøgt, hvorvidt droner egner sig til optælling af fugle, der yngler i kolonier såsom skestork, måger og terner. Forsøgene har vist, at droner kan være mindre forstyrrende, fordi man ved brug af en drone kan undgå at bevæge sig rundt i kolonierne og dermed skræmme fuglene på vingerne. Præcisionen af tællingerne, og dermed datakvaliteten, kan flere steder forbedres ved brug af droner. Dette gælder især, hvor alternativet er at tælle fuglene i kolonien på afstand ved brug af kikkert eller teleskop, eller hvor reder med rugende fugle ikke kan ses fra jorden på grund af høj vegetation. Forsøgene viser også, at der er arter og lokaliteter, hvor brug af droner ikke giver fordele i forhold til forstyrrelser, datakvalitet eller tidsforbrug. Metoden med optælling fra drone er meget anderledes end den traditionelle metode, hvorfor det anbefales, at en eventuel implementering i NOVANA-overvågningen først igangsættes efter gennemførelse af en testperiode, hvor Miljøstyrelsens optællere afprøver droner som supplerende redskab. Afprøvningen bør efterfølges af en erfaringsopsamling.

ISBN: 978-87-7156-391-7
ISSN: 2244-9981

