

OKTOBER 2023
LILLEBÆLT VIND A/S

LILLEBÆLT SYD VINDMØLLEPARK

MILJØKONSEKVENSVURDERING AF VINDMØLLEPARK TIL HAVS

BILAG E1 FUGLEUNDERSØGELSE

ADRESSE COWI A/S
Parallevej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

PROJEKTNR.

A234064

DOKUMENTNR.

A234064-ATR04-E1

VERSION

3.0

UDGIVELSESDATO

27.10.2023

BESKRIVELSE

Kortlægning af fugle, beregning af fortrængning og kollisionsrisiko

UDARBEJDET

DCE, Aarhus Universitet

KONTROLLERET

MJMO

GODKENDT

ANE

INDHOLD

1	Indledning	3
---	------------	---

1 Indledning

Som en del af grundlaget for miljøkonsekvensvurderingen er der foretaget en undersøgelse af rastefugle og trækfugle af DCE, Aarhus Universitet og COWI.

Fugleundersøgelsen er afrapporteret i vedhæftede rapport, som er udarbejdet af DCE.

Kollisionsestimerne i afsnit 3.6 er for vindmøllescenarier, der ikke er behandlet i miljøkonsekvensrapporten. Der henvises i stedet til kollisionsestimerne i bilag E2, der stemmer overens med de ønskede scenarier. De resterende afsnit i indeværende bilag (E1) benyttes alle direkte i miljøkonsekvensvurderingen.

Forekomst af rastende vandfugle og kollisionsrisiko i relation til vindmølleparken ”Lillebælt Syd”

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 24. august 2018

Ib Krag Petersen, Ole Roland Therkildsen og Thorsten Balsby

Institut for Bioscience

Rekvirent:
COWI
Antal sider: 29

Faglig kommentering:
Jacob Sterup
Kvalitetssikring, centret:
Jesper R. Fredshavn



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

1. Indledning	3
2. Optællinger af rastende fugle	4
2.1 Eksisterende data	4
2.2 Indsamling af områdespecifikke data	9
2.3 Beskrivelse af antal og fordeling af ederfugl vha. Distance Sampling og rumlig modellering	22
3. Beregning af kollisionsrisiko	23
3.1 Måling af flyvehøjde	23
3.2 Beregning af trækintensitet	23
3.3 Beregning af kollisionsrisiko	24
3.4 Trækkets højdefordeling	25
3.5 Trækintensitet	26
3.6 Kollisionsestimater	27
3.7 Bemærkninger til kollisionsberegningerne	28
4. Referencer	29

1. Indledning

Energistyrelsen gav den 15. juni 2017 tilladelse til at påbegynde forundersøgelser og miljøkonsekvensvurdering til opførelsen af en vindmøllepark i det sydlige Lillebælt mellem Lavensby Strand på Als og Helnæs på Fyn (Fig 1.). Tilladelsen til forundersøgelsen giver parterne bag projektet 18 måneder til at belyse de indvirkninger, en kommende vindmøllepark vil kunne have på sine omgivelser samt indsamle data i og omkring det område, hvor man ønsker at opføre vindmøllerne. På baggrund af en anmodning fra Sønderborg Forsyning, der står for udarbejdelsen af miljøkonsekvensvurderingen, gennemførte DCE, Aarhus Universitet og COWI i perioden fra september 2017-april 2018 undersøgelser af forekomsten af rastende vandfugle og kollisionsrisikoen i relation til den planlagte vindmøllepark. I dette notat opsummeres resultaterne af undersøgelserne, der danner grundlag for vurderingen af potentielle negative konsekvenser af den planlagte vindmøllepark for fugleforekomsterne i området.

Figur 1. Udsigt over den sydlige del af Lillebælt fra Helnæs Fyr.

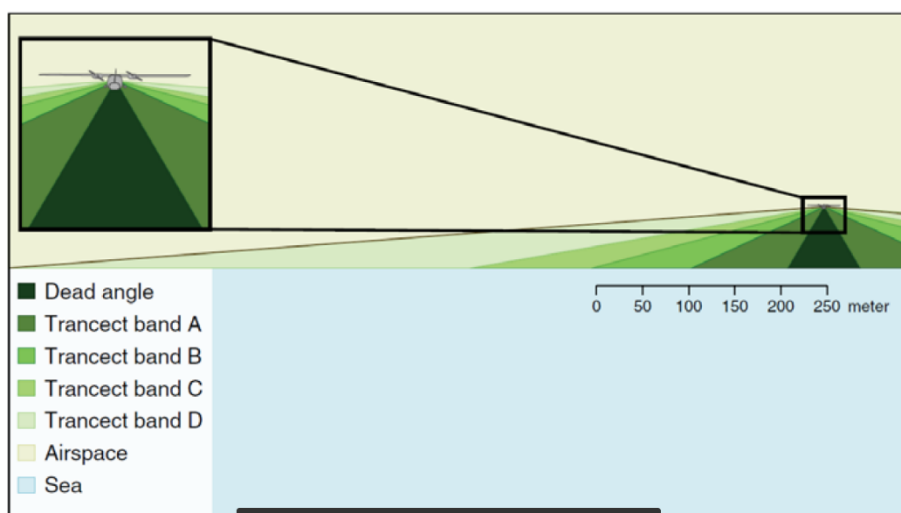


2. Optællinger af rastende fugle

2.1 Eksisterende data

Undersøgelsesområdet omkring den planlagte vindmøllepark var forud for vindmølleprojektet undersøgt for forekomst af rastende vandfugle som led i generelle, landsdækkende optællinger af vandfugle i relation til NOVANA-overvågningen. Disse optællinger gennemføres for det aktuelle område fra fly som linjetransekter (Petersen et al. 2010), hvor forekomster af fugle registreres på en standardiseret måde (Buchland et al, 2001, 2007), som tillader efterfølgende estimering af det totale antal fugle i området (Petersen & Nielsen 2011, Fig 2).

Figur 2. Når fugle optælles fra fly vha. linjetransektmålinger, opdeles alle observationer i transektbånd i afstandskategorier væk fra optællingsruten. Med en sådan opdeling kan den aftagende sandsynlighed for at observere en given fugl med stigende afstand væk fra optællingsruten beskrives og efterfølgende anvendes til beregning af tætheder. Afstandskategorierne A til D blev anvendt. Direkte under flyet var en død vinkel, som ikke kunne observeres.



I den sydlige del af Lillebælt er der gennemført optællinger i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016. NOVANA-overvågningen omfatter desuden registreringer af forekomster af fældende vandfugle juli-august. Sådanne optællinger blev gennemført i 2006 og 2012.

Data fra disse optællinger præsenteres kort nedenfor med fokus på forekomster af arter, der er tilknyttet det åbne hav. Gennemgangen omfatter derfor ikke kystnært forekommende arter, der har ringe relevans for den planlagte vindmøllepark.

2.1.1 Optællinger af overvintrende vandfugle

De åbne havområder i den vestlige, danske Østersø og Lillebælt huser vigtige forekomster af vandfugle i vinterhalvåret. Til at belyse relevante forekomster er der for det aktuelle område udtrukket data fra optællinger ved midvinter i 2004, 2008, 2013 og 2016.

Der er i alt registreret mere end 30 arter af vandfugle i området (se Figur 3-10). Den hyppigste art i de åbne vandområder er ederfugl, men også sortand forekommer i området (Tabel 1). Forekomster af taffeland, troldand og bjergand er langt overvejende registreret i vejrmæssigt beskyttede områder, som f.eks. Bøjden Nor. Disse arter fouragerer imidlertid på det åbne vand om natten, hvorfor deres fordeling under fouragering er dårligt kendt.

Desuden blev mindre forekomster af lommer og lappedykker registreret under optællingerne. Lommerne er vanskelige at identificere til art fra fly. I dette område forekommer dog overvejende rødstrubet lom (Tabel 1, Figur 3).

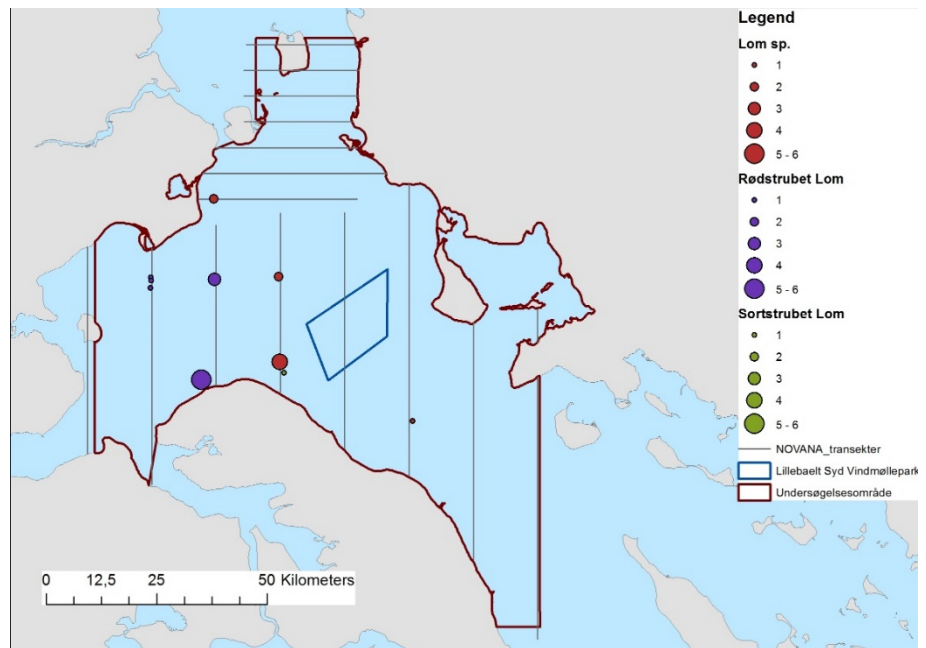
Tabel 1. Det summerede antal af observerede individer pr. art for udvalgte arter inden for undersøgelsesområdet, jf. figur 3, optalt ved linjetransektoptællinger ved midvinter 2004, 2008, 2013 og 2016.

Art	2004	2008	2013	2016
Lom sp.	4	3		2
Rødstrubet lom				15
Sortstrubet lom				1
Gråstrubet lappedykker	19			7
Toppet lappedykker	5		10	126
Lappedykker sp.	1			2
Skarv	60	57	151	42
Taffeland			20	
Troldand			4.200	50
Bjergand			2.100	2.500
Hvinand	45		405	71
Havlit	74	10	36	32
Ederfugl	12.896	14.237	34.134	6.055
Sortand	47	1.116	1.401	461
Fløjlsand	5	1	36	
Stor skallesluger	3		1	2
Toppet skallesluger	13	43	29	175
Stormmåge	1		110	224
Sølvmåge	528	261	278	829
Svartbag	9	10	39	27
Hættemåge	3		3	200
Måge sp.	58			
Alk			1	
Alk/Lomvie	9	4	1	17
Tejst	1			

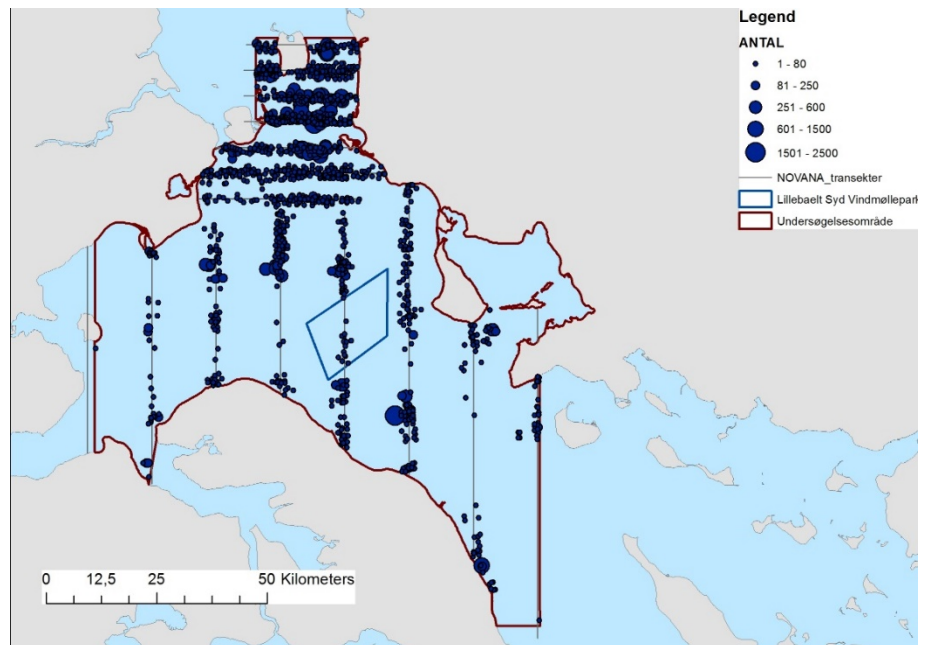
Lommer forekom spredt i undersøgelsesområdet. Der blev (totalt for de fire tællinger) observeret 15 rødstrubede lommer og en sortstrubet lom, mens 9 lommer ikke blev identificeret til art (Tabel 1). Fuglene forekom fortrinsvis i den vestlige del af undersøgelsesområdet. Ingen af de observerede lommer blev registreret i det projekterede vindmølleområde (Figur 3).

Ved optællingerne af vandfugle i undersøgelsesområdet i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016 blev der observeret i alt 67.322 ederfugle (Tabel 1). Langt den overvejende del af disse blev registreret i den nordlige del af undersøgelsesområdet, mens kun en mindre del blev observeret i det projekterede vindmølleområde (Figur 4).

Figur 3. Fordelingen af 25 lom-mer, observeret ved optællingerne af overvintrende vandfugle i Danmark i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016. De anvendte transektlinjer er angivet.

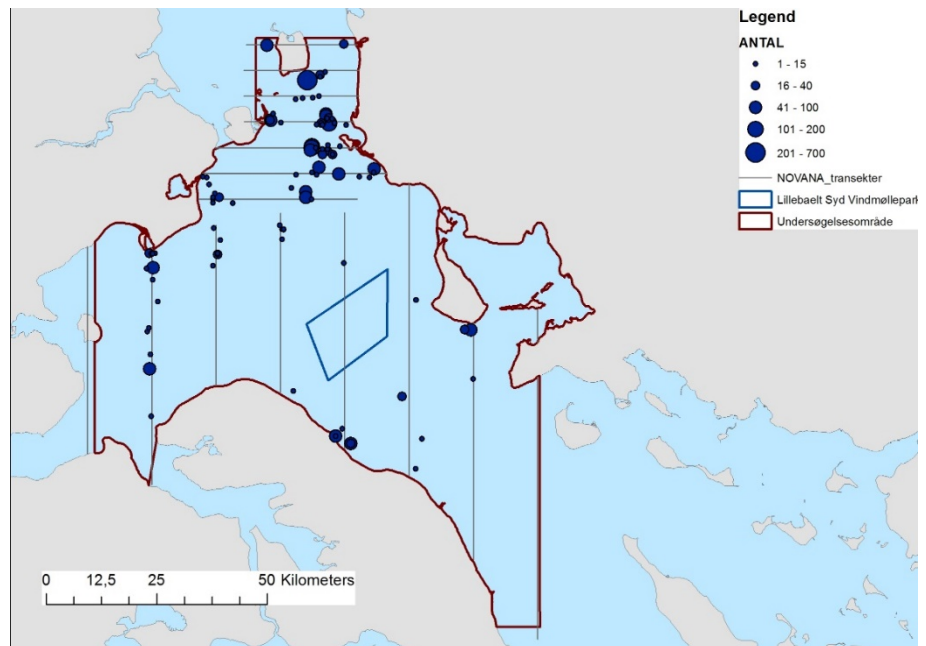


Figur 4. Fordelingen af 67.322 ederfugle, observeret ved optællingerne af overvintrende vandfugle i Danmark i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016. De anvendte transektlinjer er angivet.



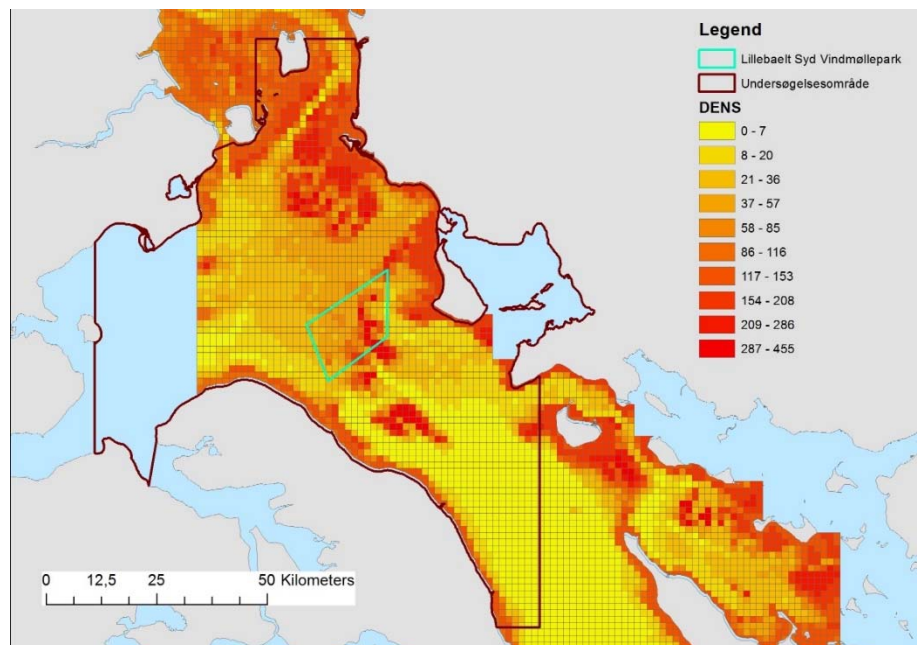
Ved optællingerne af vandfugle i undersøgelsesområdet i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016 blev der observeret i alt 3.025 sorttænder (Tabel 1). Den overvejende del af disse blev registreret i den nordlige del af undersøgelsesområdet, mens ingen sorttænder blev observeret i det projekterede vindmølleområde (Figur 5).

Figur 5. Fordelingen af 3.025 sortænder, observeret ved optællingerne af overvintrende vandfugle i Danmark i vintrene 2004, 2008, 2013 og 2016. De anvendte transektlinjer er angivet.



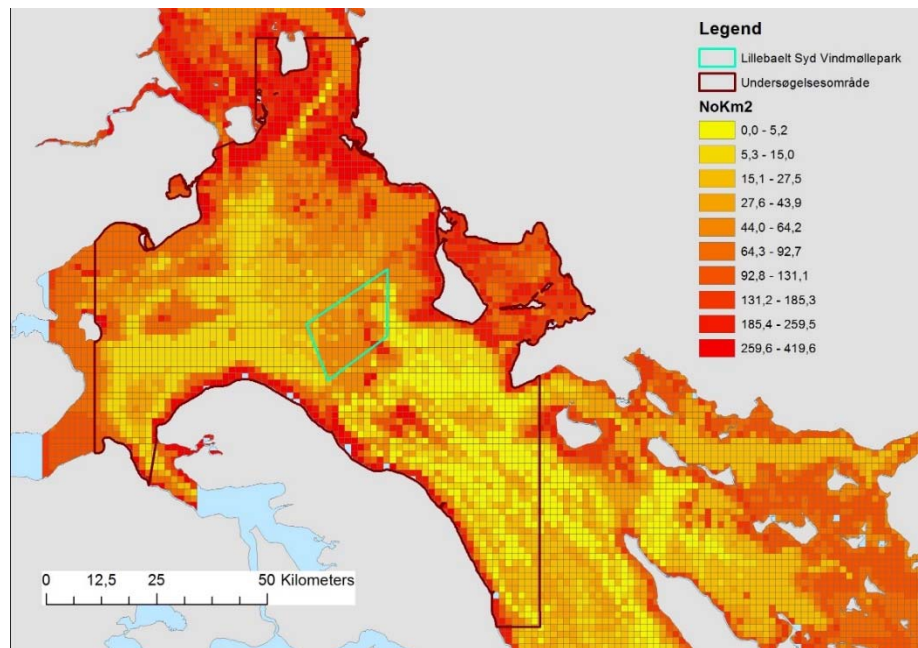
På grundlag af optællingsdata fra optællingerne i 2004 blev der estimeret totale antal og den rumlige fordeling af ederfugl i undersøgelsesområdet. De modellerede data estimerede et samlet antal på 38.395 ederfugle i undersøgelsesområdet, hvoraf 2.412 blev estimeret indenfor det planlagte mølleområde (Petersen & Nielsen 2011, Figur 6).

Figur 6. Den modellerede tæthed af ederfugle i Lillebælt og den vestlige del af Østersøen ved optællingen af vandfugle i vinteren 2004



På grundlag af data fra optællingerne i 2008 blev der estimeret totale antal og den rumlige fordeling af ederfugl i undersøgelsesområdet. De modellerede data estimerede et samlet antal på 58.692 ederfugle i undersøgelsesområdet, hvoraf 1.556 blev estimeret indenfor det planlagte mølleområde (Figur 7). Det skal bemærkes, at der i 2004 ikke blev estimeret antal i den vestlige del af undersøgelsesområdet og i Hølnæs Bugt.

Figur 7. Den modellerede tæthed af ederfugle i Lillebælt og den vestlige del af Østersøen ved optællingen af vandfugle i vinteren 2008.

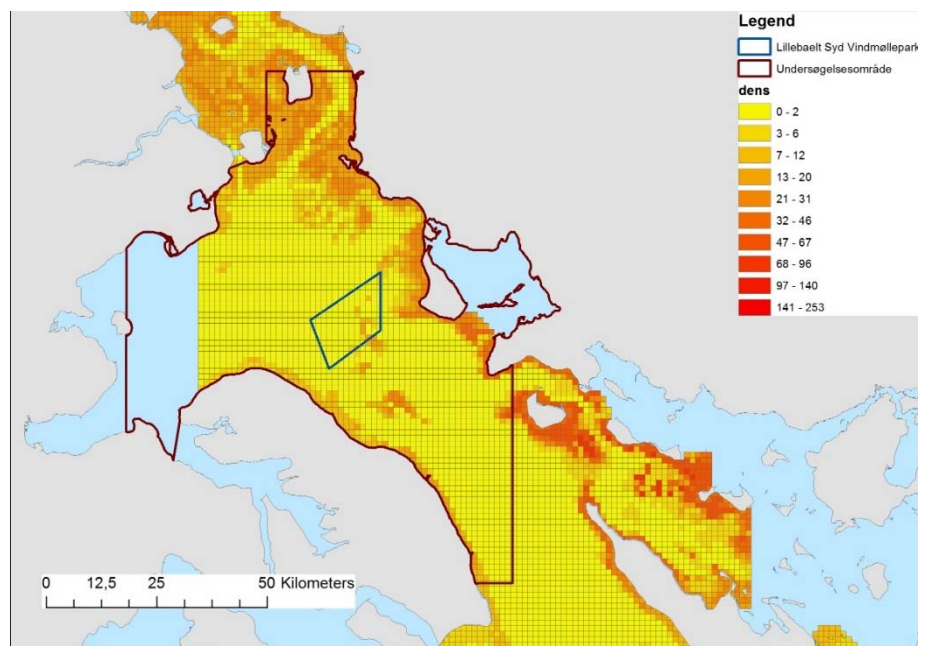


2.1.2 Optællinger af forekomsten af fældende vandfugle

Der er siden år 2000 gennemført to optællinger af fældende vandfugle i danske farvande. Optællingerne omfattede store dele af de indre danske farvande, inklusive Lillebælt og vestlige del af den danske Østersø. Den første af de to optællinger blev gennemført i 2006, den anden i 2012. Langt den hyppigst forekommende vandfugleart på transektmålingerne ved begge disse optællinger var ederfugl.

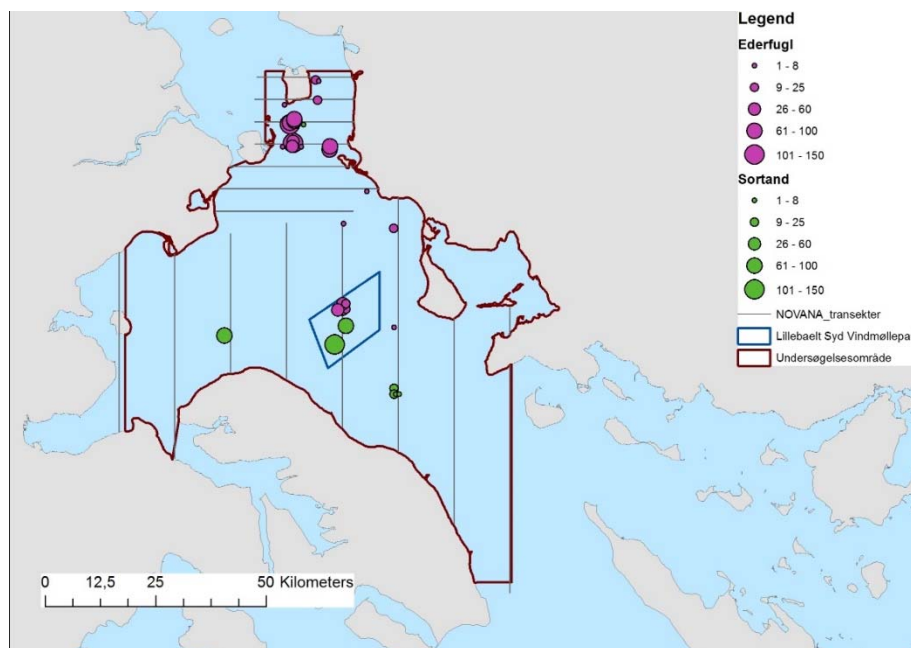
Der blev på grundlag af data fra 2006 beregnet totale antal og fordeling ved hjælp af en rumlig model (Fig. 8). De modellerede data estimerede i alt 2.752 ederfugle i undersøgelsesområdet, heraf 41 det planlagte mølleområde.

Figur 8. Den modellerede tæthed af ederfugle i Lillebælt og den vestlige del af Østersøen ved optællingen af fældende vandfugle i sommeren 2006.



I sommeren 2012 blev der observeret i alt 1.063 ederfugle og 361 sortænder på transekterne i undersøgelsesområdet. Af disse blev 167 ederfugle og 210 sortænder observeret i det planlagte vindmølleområde (Fig. 9). Det skal bemærkes, at tallene fra de to optællinger ikke er direkte sammenlignelige, idet data fra 2006 stammer fra estimerede totaler, mens der for 2012 udelukkende præsenteres de faktisk observerede antal, registreret på transekterne. Til sammenligning blev der i 2006 observeret 357 ederfugle og ingen sortænder i undersøgelsesområdet. Ingen af ederfuglene blev observeret i det planlagte vindmølleområde.

Figur 9. Fordelingen af 1.063 ederfugle og 361 sortænder, observeret ved optællingerne af fældende vandfugle i Danmark i sommeren 2012. De anvendte transektlinjer er angivet.

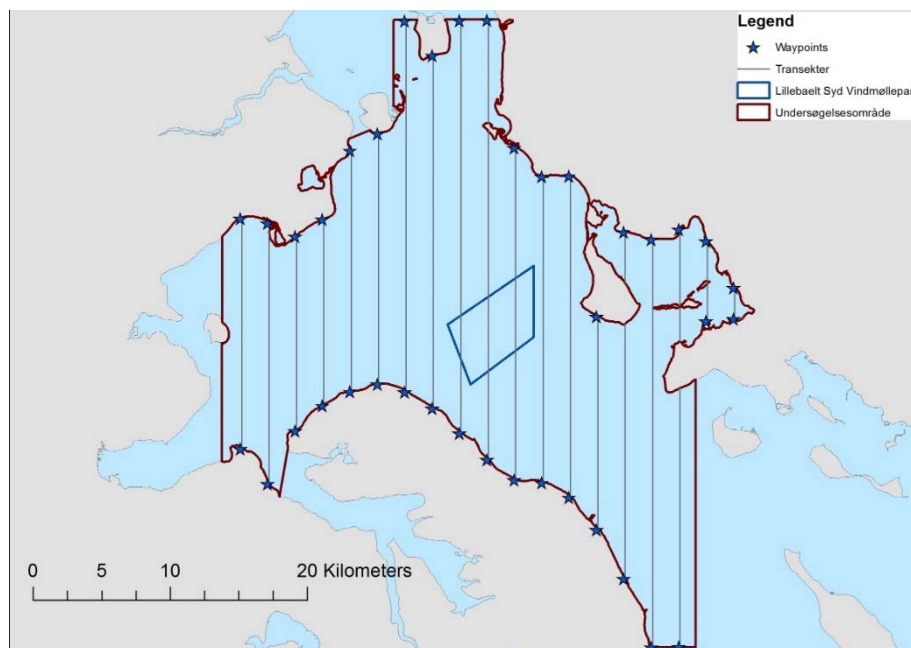


2.2 Indsamling af områdespecifikke data

Der er i forbindelse med nærværende projekt gennemført i alt 6 optællinger af fugle fra fly. Optællingerne blev gennemført som linjetransektoptællinger, foretaget langs i alt 19 parallelle, nordsyd-gående transekter, udlagt med 2 km mellemrum (Fig. 10). De blev gennemført på følgende datoer: 17. december 2017, 28. december 2017, 21. januar 2018, 17. februar 2018, 14. marts 2018 og 6. april 2018.

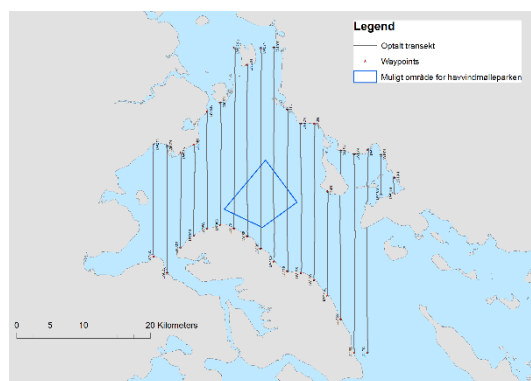
De dækkede transektlinjer udgør en samlet længde på godt 350 km i det knap 800 km² store undersøgelsesområde.

Figur 10. Transektlinjer udlagt til optælling af vandfugle fra fly i undersøgelsesområdet i perioden fra december 2017-april 2018. Transektlinjer og tilhørende waypoints er angivet.

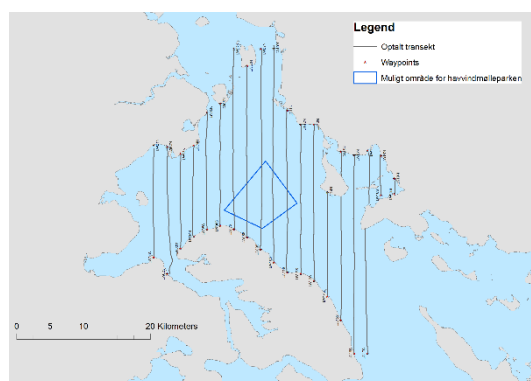


De gennemførte optællinger blev foretaget langs transekter. De dækkede transekter er beskrevet for hver af de seks optællinger nedenfor.

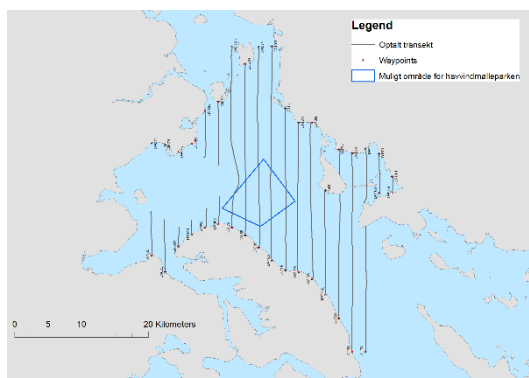
Figur 11. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 17. december 2017.



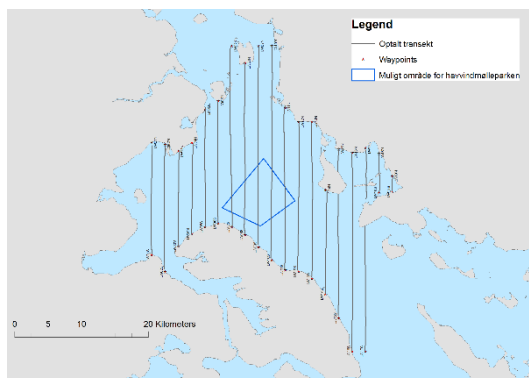
Figur 12. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 28. december 2017.



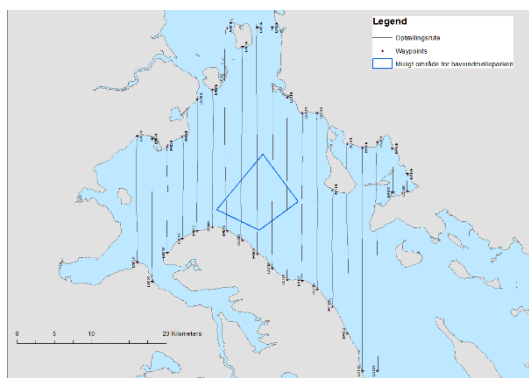
Figur 13. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 21. januar 2018.



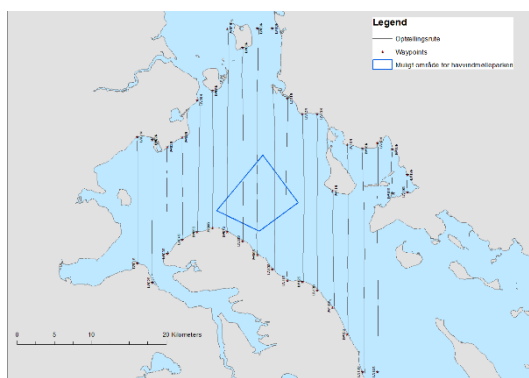
Figur 14. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 17. februar 2018.



Figur 15. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 14. marts 2018.



Figur 16. De gennemførte transekter ved optællingen af vandfugle den 6. april 2018.

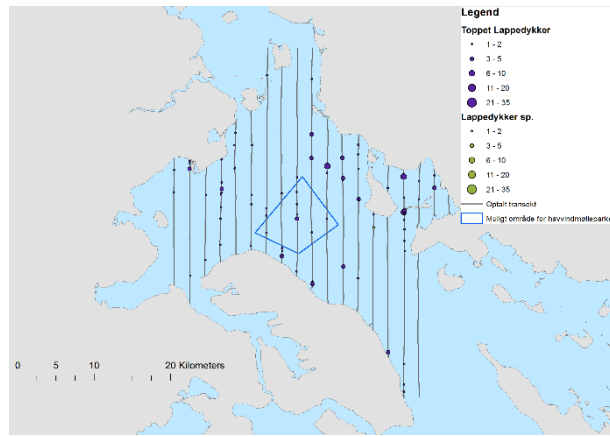


Under optællingerne blev der registreret 38 arter/artsgrupper af vandfugle. Langt den hyppigst forekommende art var ederfugl (Tabel 2).

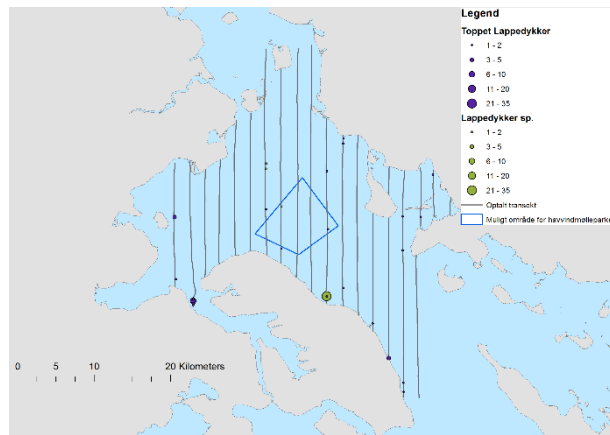
Table 2. Antallet af registrerede individer af vandfugle ved seks optællinger i undersøgelsesområdet i den vestlige Østersø.

Art	17	28	21	17	14	6
	December 2017	December 2017	Januar 2018	Februar 2018	Marts 2018	April 2018
Lom sp.	3	4	2	4	3	
Rødstrubet lom	3	1	5	8	1	2
Gråstrubet lappedykker			5		2	3
Toppet lappedykker	153	67	65	345	596	165
Lappedykker sp.	1	39	31	4	26	16
Skarv	377	102	248	395	718	188
Knopsvane	547	699	532	368	294	170
Sangsvane	16	150	8		5	
Grågås	126	1.264	581	110	765	4
Knortegås					57	4
Bramgås		300	40	500	1.031	
Gravand		2		13	11	5
Gråand	88	133	10	445	44	2
Krikand	40			150		
Spidsand					1	
Pibeand	4			340	82	7
Knarand					2	
Skeand						2
Bjergand	32			2.000	600	500
Hvinand	480	257	548	562	292	155
Havlit	18	84	101	20	83	76
Ederfugl	21.283	21.847	24.626	25.475	20.670	8.401
Sortand	1.342	427	1.378	3.879	5.981	653
Fløjlsand	23	99	189	97	134	97
Stor skallesluger	31	20	2	5	24	
Toppet skallesluger	353	360	205	221	674	202
Havørn			1	1	1	
Blishøne	1.740	300	1.000	3.335	1.500	
Strandskade				4	8	2
Stor regnspove			10		51	1
Almindelig ryle		50				
Stormmåge	3	127	8	10	44	11
Sølvmåge	327	740	203	468	574	1.122
Svartbag	42	29	16	33	46	16
Hættemåge	6	8	3	6	161	340
Måge sp.					5	
Alk	5		8	21	15	79
Alk/Lomvie	14	33	15	13	18	1

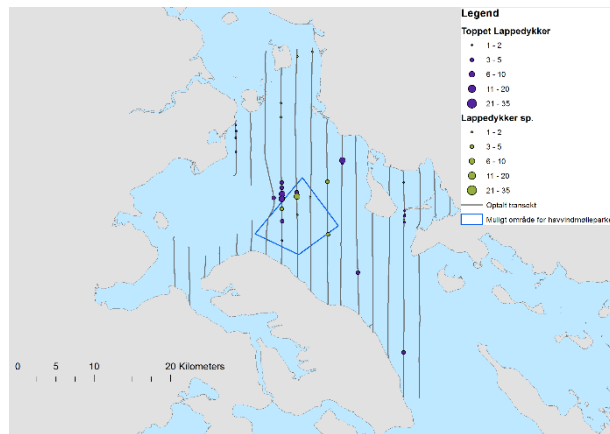
Figur 17. Fordelingen af 153 registrerede toppede lappedykkere samt 1 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017.



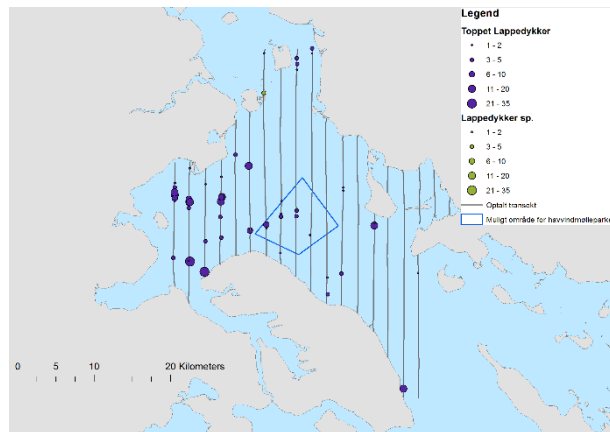
Figur 18. Fordelingen af 67 registrerede toppede lappedykkere samt 39 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017.



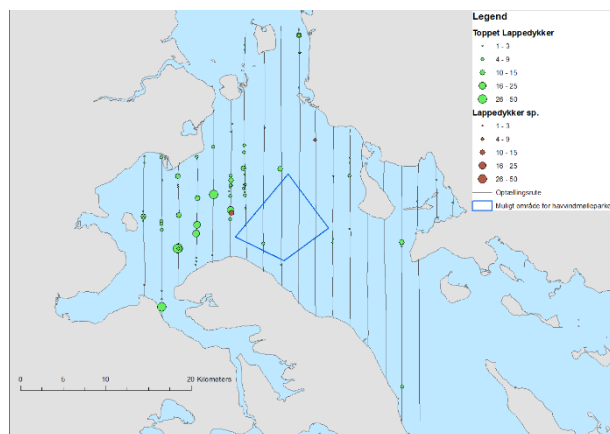
Figur 19. Fordelingen af 65 registrerede toppede lappedykkere samt 31 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



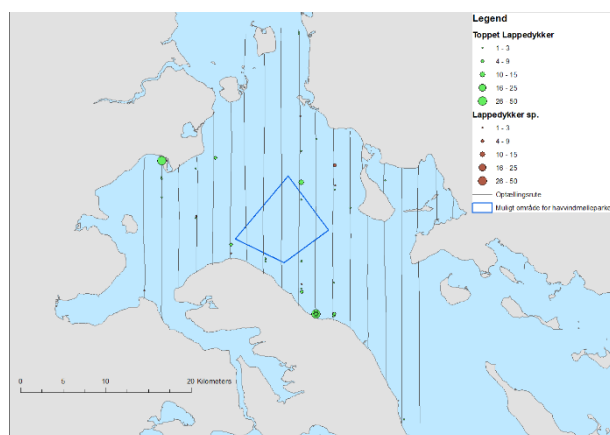
Figur 20. Fordelingen af 345 registrerede toppede lappedykkere samt 4 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018..



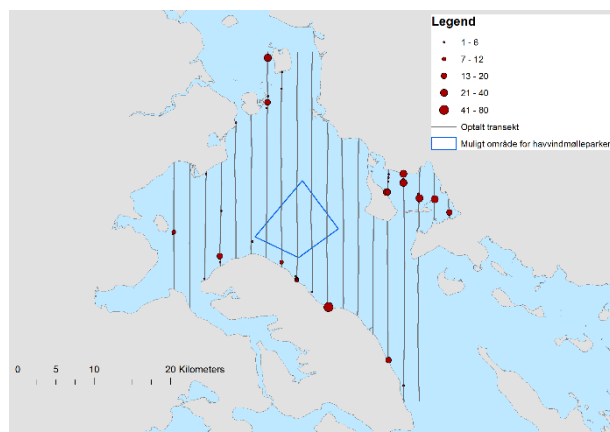
Figur 21. Fordelingen af 596 registrerede toppede lappedykkere samt 26 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 14. marts 2018.



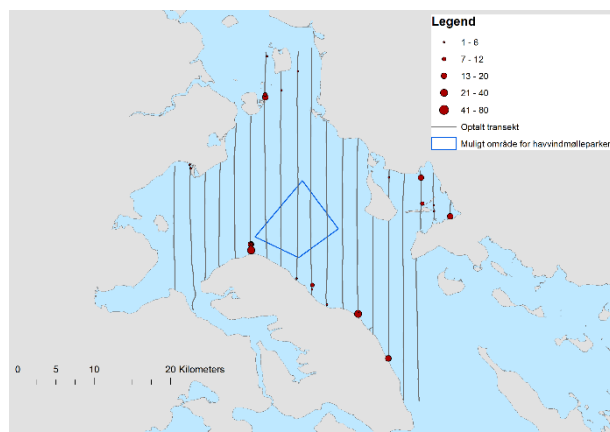
Figur 22. Fordelingen af 165 registrerede toppede lappedykkere samt 16 lappedykker sp. ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.



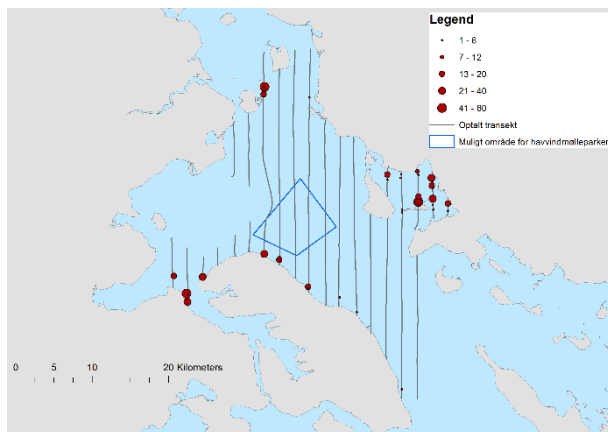
Figur 23. Fordelingen af 480 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017..



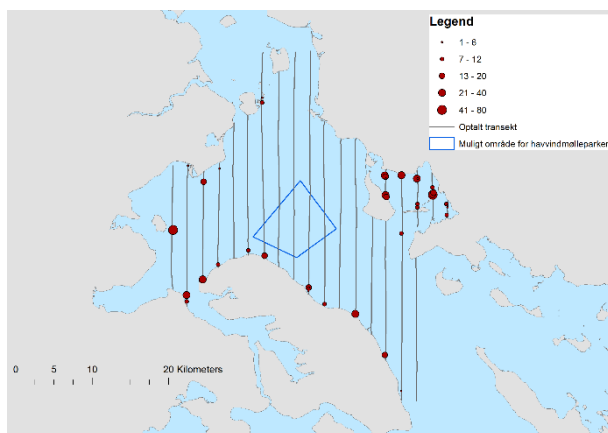
Figur 24. Fordelingen af 257 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017...



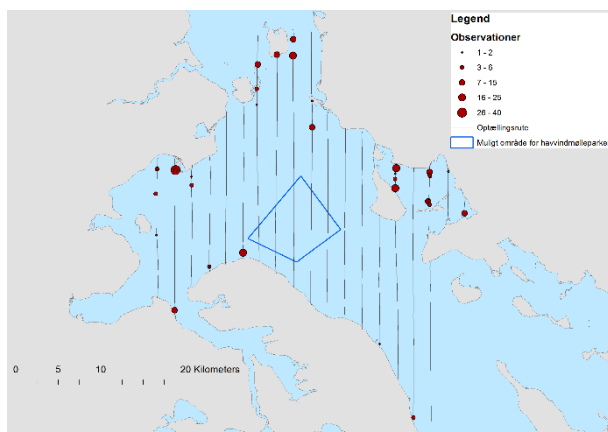
Figur 25. Fordelingen af 548 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



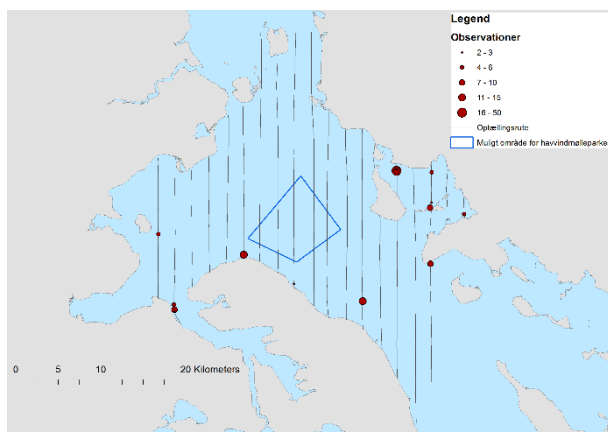
Figur 26. Fordelingen af 562 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018.



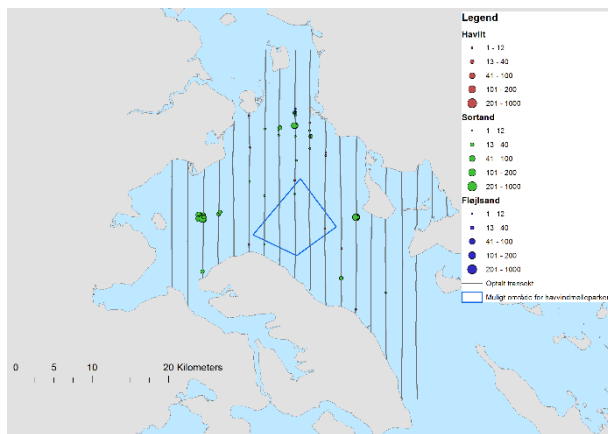
Figur 27. Fordelingen af 292 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 14. marts 2018.



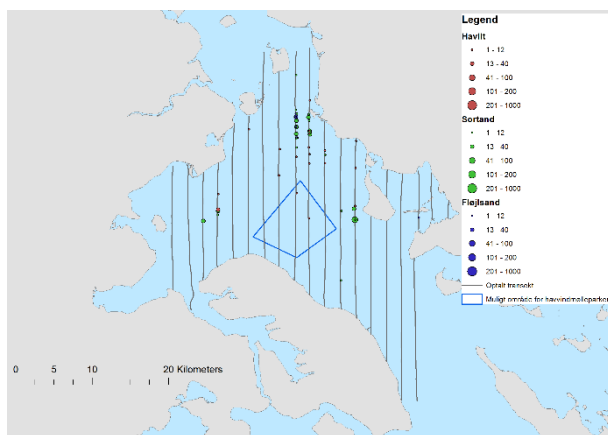
Figur 28. Fordelingen af 155 registrerede hvinænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.



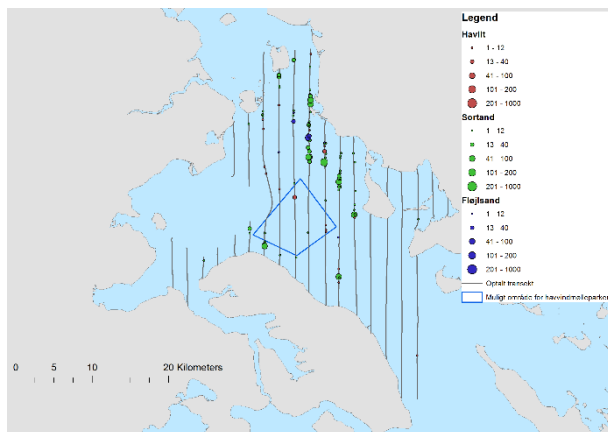
Figur 29. Fordelingen af 18 registrerede havlitter, 1.342 sortænder og 23 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017.



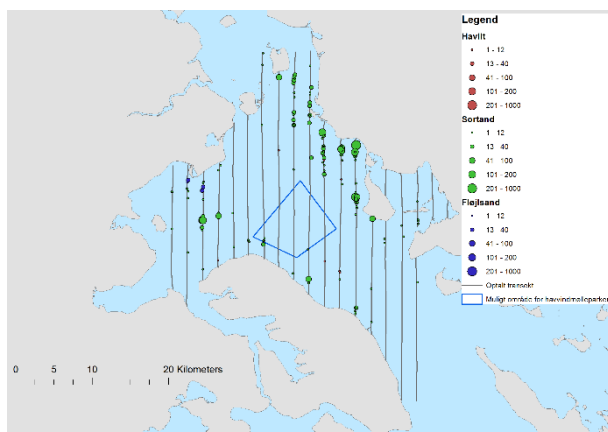
Figur 30. Fordelingen af 84 registrerede havlitter, 427 sortænder og 99 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017.



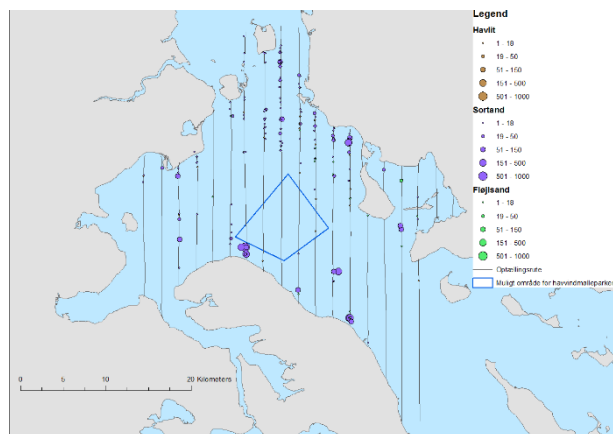
Figur 31. Fordelingen af 101 registrerede havlitter, 1.378 sortænder og 189 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



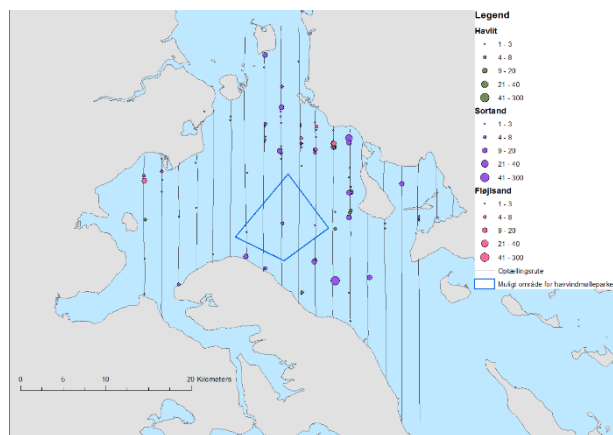
Figur 32. Fordelingen af 20 registrerede havlitter, 3.879 sortænder og 97 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018.



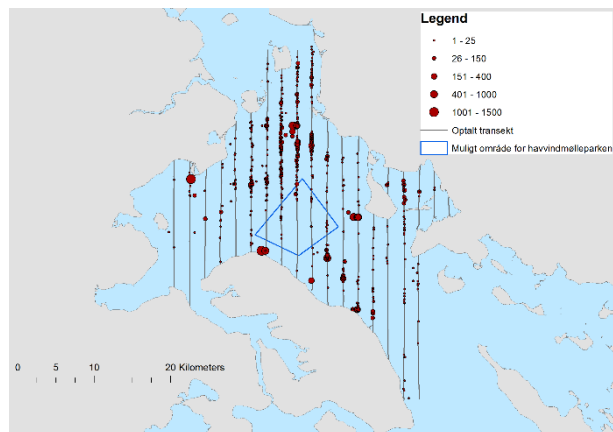
Figur 33. Fordelingen af 83 registrerede havlitter, 5.981 sortænder og 134 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet for den 14. marts 2018.



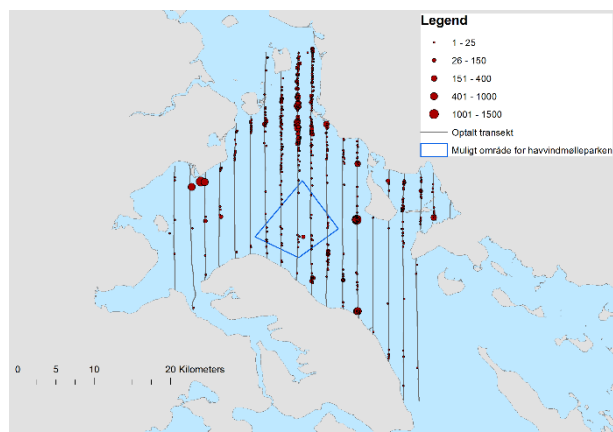
Figur 34. Fordelingen af 76 registrerede havlitter, 653 sortænder og 97 fløjsænder ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.



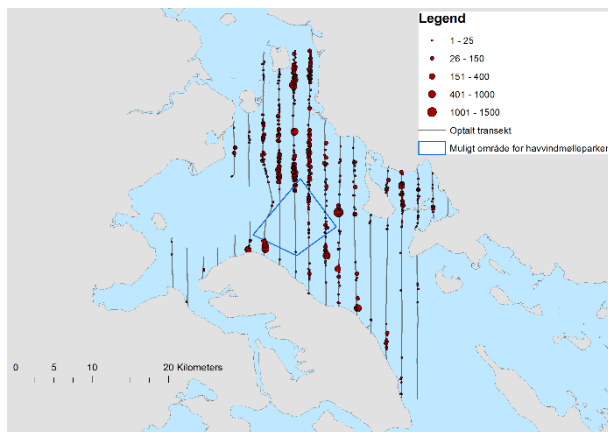
Figur 35. Fordelingen af 21.283 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017.



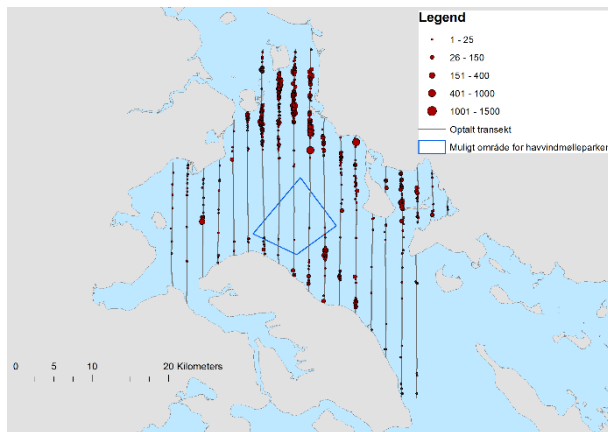
Figur 36. Fordelingen af 21.847 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017.



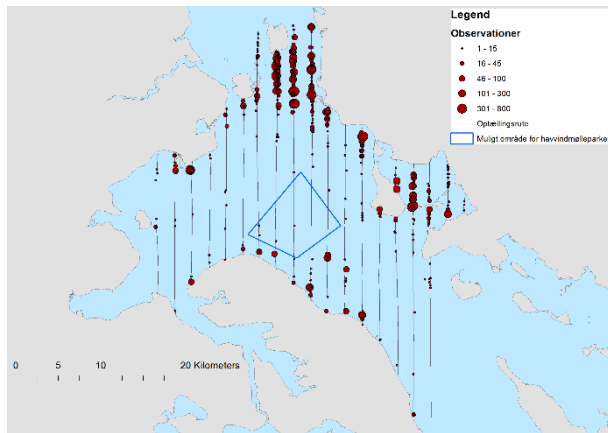
Figur 37. Fordelingen af 24.626 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



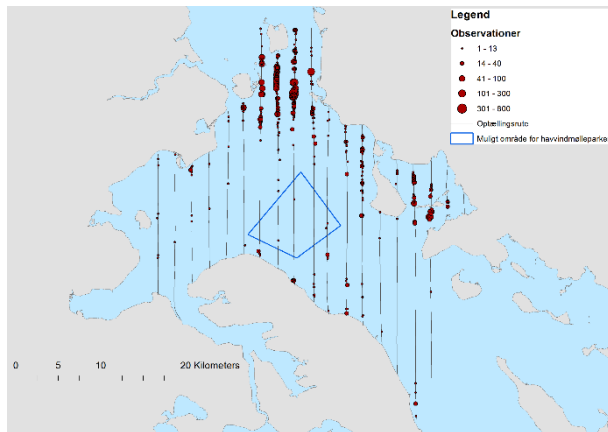
Figur 38. Fordelingen af 25.475 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018.



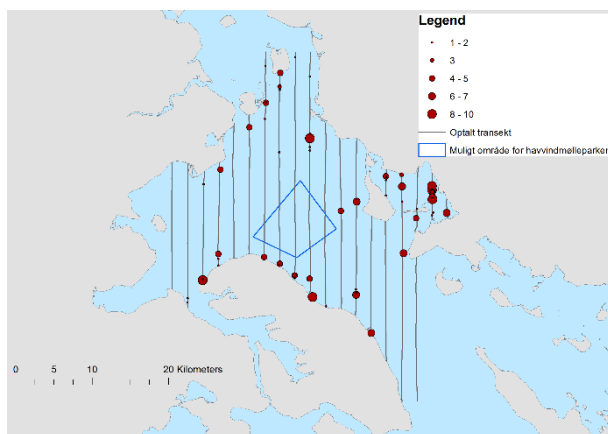
Figur 39. Fordelingen af 20.670 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 14. marts 2018.



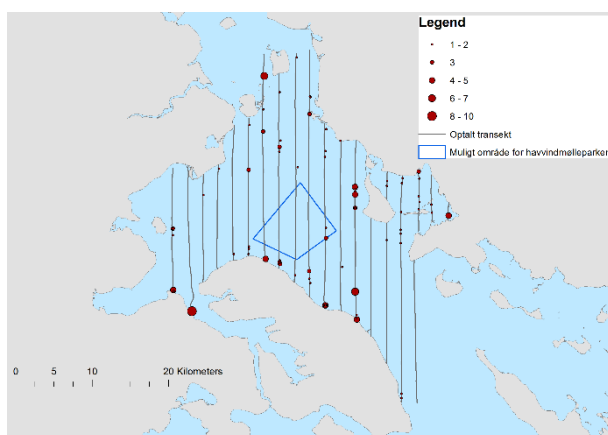
Figur 40. Fordelingen af 8.401 registrerede ederfugle ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.



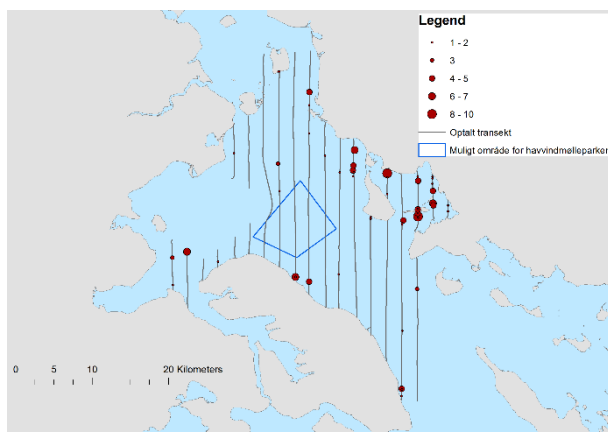
Figur 41. Fordelingen af 353 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017.



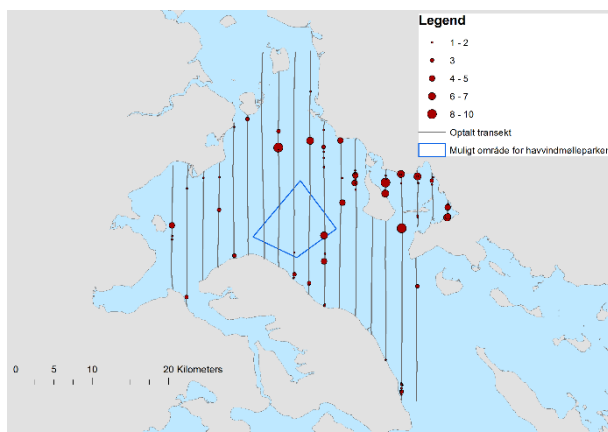
Figur 42. Fordelingen af 360 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017.



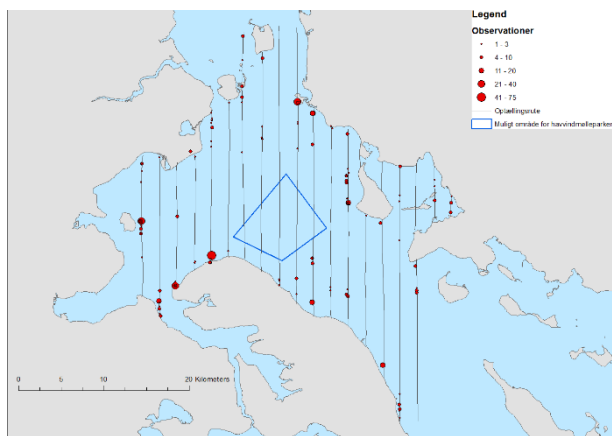
Figur 43. Fordelingen af 205 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



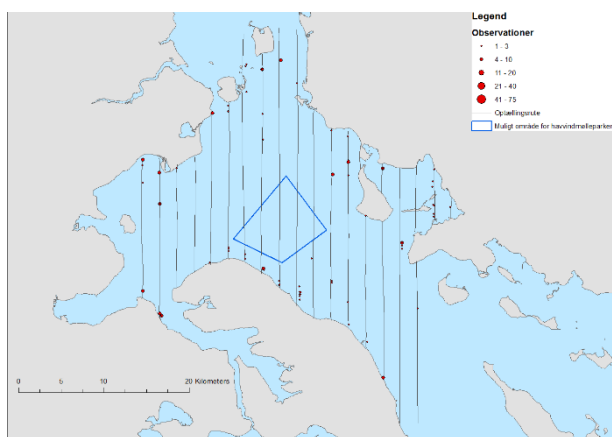
Figur 44. Fordelingen af 221 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018.



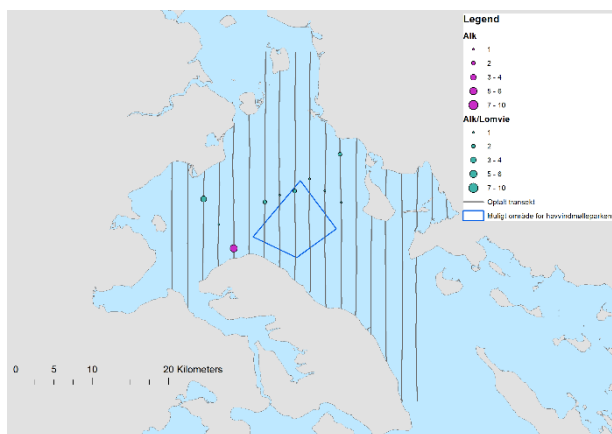
Figur 45. Fordelingen af 674 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 14. marts 2018.



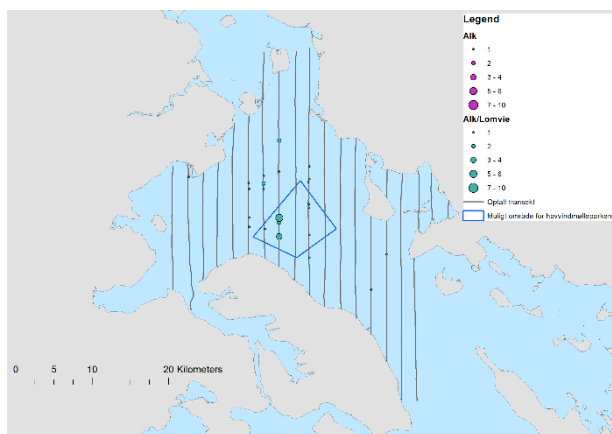
Figur 46. Fordelingen af 202 registrerede toppede skalleslugere ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.



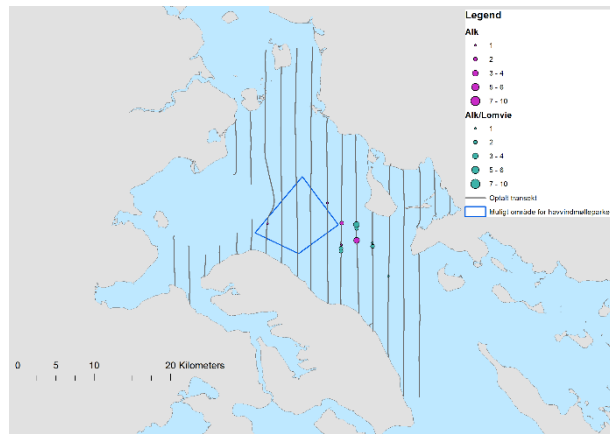
Figur 47. Fordelingen af 5 registrerede alke og 14 registrerede alke/lomvier ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. december 2017.



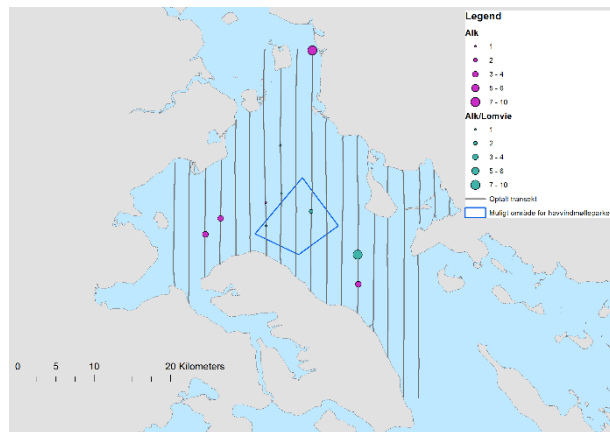
Figur 48. Fordelingen af 33 registrerede alke/lomvier ved optælling i undersøgelsesområdet den 28. december 2017.



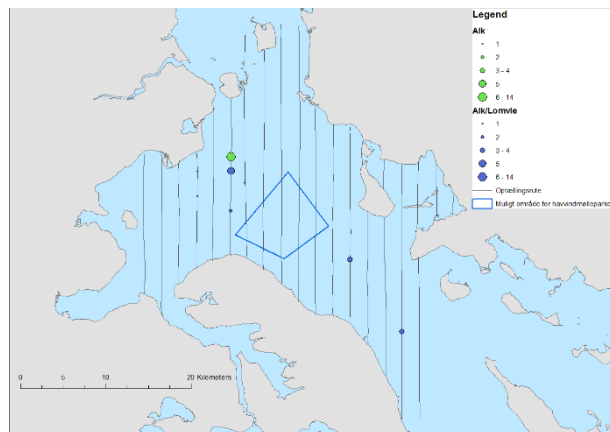
Figur 49. Fordelingen af 8 registrerede alke og 15 registrerede alke/lomvier ved optælling i undersøgelsesområdet den 21. januar 2018.



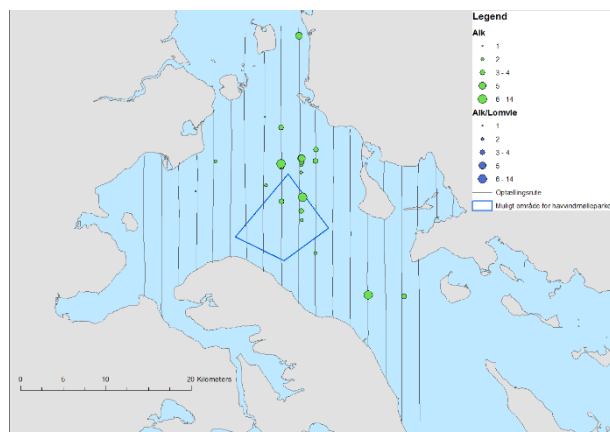
Figur 50. Fordelingen af 21 registrerede alke og 13 registrerede alke/lomvier ved optælling i undersøgelsesområdet den 17. februar 2018.



Figur 51. Fordelingen af 15 registrerede alke og 18 registrerede alke/lomvier ved optælling i undersøgelsesområdet den 14. marts 2018.



Figur 52. Fordelingen af 79 registrerede alke og 1 registreret alk/lomvie ved optælling i undersøgelsesområdet den 6. april 2018.

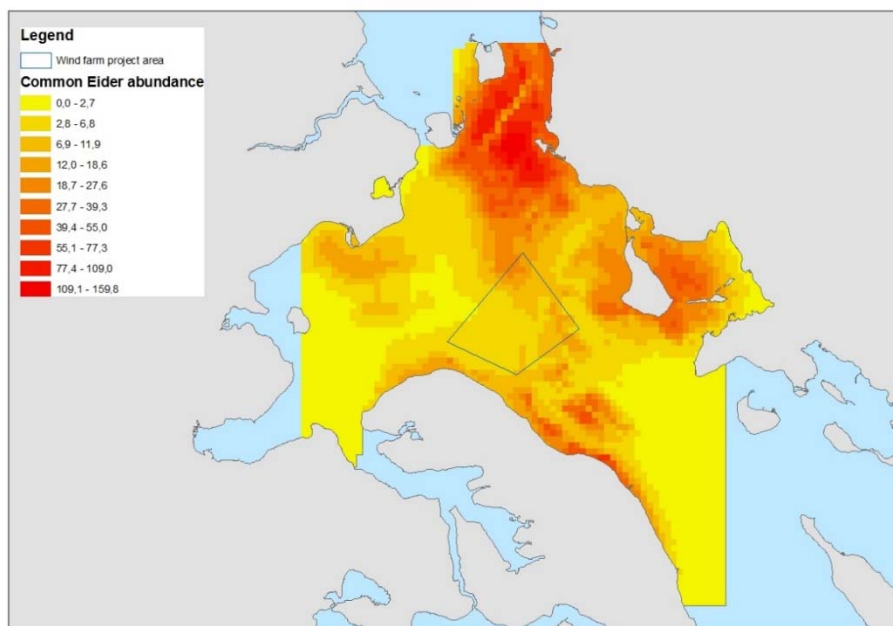


2.3 Beskrivelse af antal og fordeling af ederfugl vha. Distance Sampling og rumlig modellering

Ederfugl er den eneste vandfugleart, der forekommer i større antal i det planlagte vindmølleområde. For denne art er der derfor foretaget en rumlig modellering af antal og den rumlige fordeling i undersøgelsesområdet. Beregningen er foretaget på grundlag af de gennemsnitlige antal, beregnet over de seks optællinger fra december 2017-april 2018. Den rumlige model blev gennemført af DMP Stats, St. Andrews, Skotland.

Det gennemsnitlige antal estimerede ederfugle i hele undersøgelsesområdet var 46.980 individer (Fig. 53).

Figur 53. Den rumlige fordeling af 46.980 ederfugle i undersøgelsesområdet (angivet som antal pr. celle á 500x500 m), beregnet som det gennemsnitlige antal over seks gennemførte optællinger fra december 2017-april 2018.



Der foreligger ikke præcise beregninger af effekten af vindmøllers indvirkning på fordelingen af ederfugl. Ved beregning af antallet af potentielt fortrængte ederfugle ved de to projekterings-scenarier, dvs. opstilling af enten 4 MW- eller 8 MW-turbiner i et irregulært mønster, estimeres det, at 50 % af fuglene inden for selve mølleområdet bliver fortrængt ved 4 MW-scenariet, mens 30 % fortrænges ved 8 MW-scenariet. Der er i beregningerne lagt til grund, at fortrængningen har en lineært aftagende effekt ud til en afstand af 1 km fra vindmølleparken.

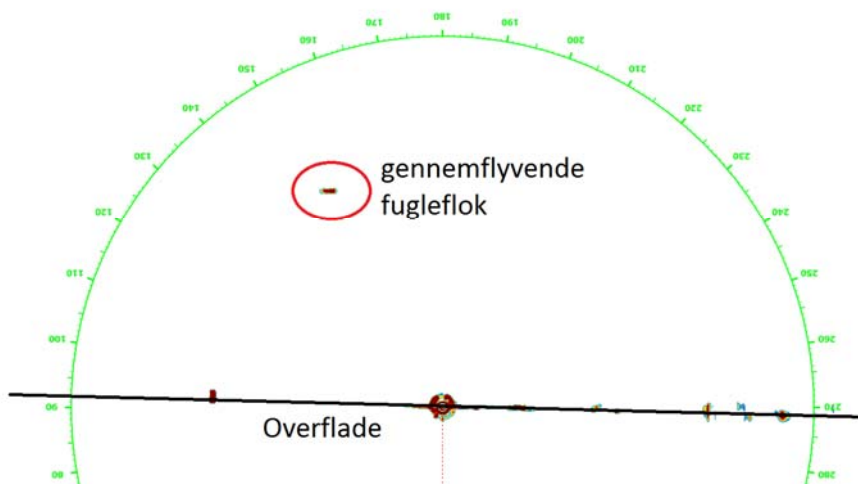
Under disse forudsætninger estimeres det, at i alt 403 ederfugle vil blive fortrængt fra mølleområdet ved realisering af 4 MW-scenariet, mens 235 ederfugle vil blive fortrængt ved 8 MW-scenariet.

3. Beregning af kollisionsrisiko

3.1 Måling af flyvehøjde

Til beskrivelse af fuglenes flyvehøjde blev der anvendt en vertikal radar (se Therkildsen & Elmeros (2015) for metodebeskrivelse). En radar roterer traditionelt i det horisontale plan og giver dermed informationer om objekters horisontale bevægelser. Ved at tilte radaren 90 grader giver radar i stedet informationer om objekters højde over terrænet (Fig. 54). Der blev indsamlet screendumps af radarbilledet med faste intervaller gennem hele undersøgelsesperioden. Efterfølgende blev disse digitaliseret ved hjælp af et billedbehandlingsværktøj. Det er ikke muligt at artsbestemme fuglene og flokstørrelsen på baggrund af radarbilledet, hvorfor beregningerne resulterer i en generel fordeling af flyvehøjder. Det er desuden vigtigt at være opmærksom på, at sandsynligheden for at se især mindre fugle aftager med afstanden til radaren.

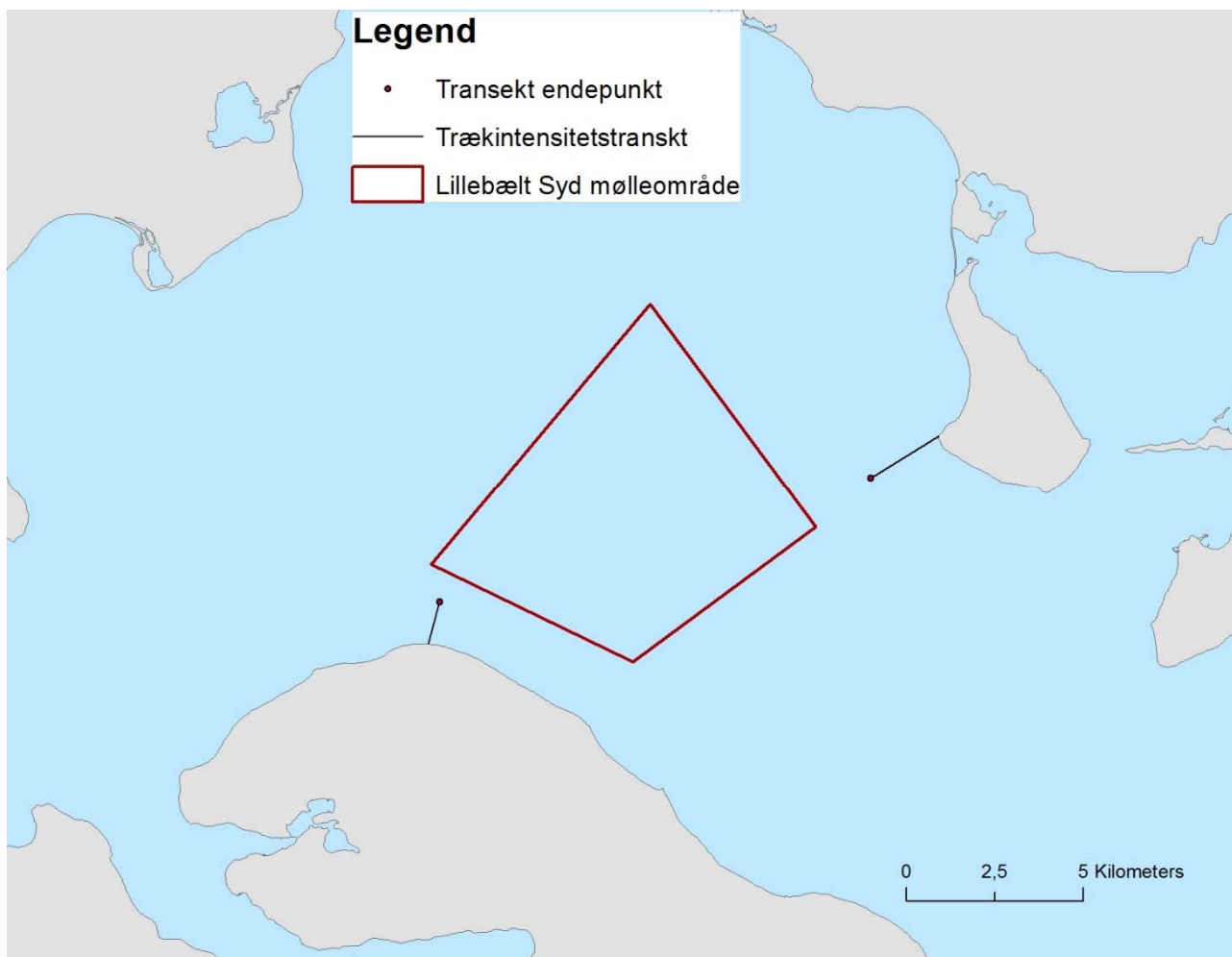
Figur 54. Eksempel på screendump fra den vertikale radar fra den 9. oktober klokken 07:00. Den sorte linje indikerer vand- og jordoverfladen. Signalerne langs linjen er refleksioner fra vand og land. En fugleflok ses i radarens venstre side. Radarens range ud til den grønne cirkel er 3,7 km, dvs. 2 nautiske mil.



I den aktuelle opsætning havde radaren en rækkevidde på 2 nautiske mil (=3.704 meter). Indsamling af data til beskrivelse af flyvehøjder blev udført fra en radar placeret ved Helnæs Fyr. Efterårsobservationerne blev foretaget fra 24. september-13. oktober 2017, og i foråret i perioderne 28. marts-12. april samt 22.-26. april 2018.

3.2 Beregning af trækintensitet

Beregning af trækintensiteten blev foretaget på grundlag af optællinger af pasager af fugle over to transekter fra observationsposterne. Efterårstrækintensiteten blev beregnet ud fra data indsamlet ved observationsposten nær Helnæs Fyr, mens intensiteten for forårstrækket blev beregnet ud fra tilsvarende data, indsamlet fra observationsposten på nordspidsen af Als. Det var nødvendigt at have en fysisk markering af transekternes slutpunkt. Ved begge observationsposter blev marine bøjer udvalgt til formålet (Figur 55). Transekten på Helnæs var 2.281 meter, mens transekten på Als var 1.220 meter.



Figur 55. Placeringen af to transekter til optælling af trækintensiteten af fugle på hhv. Helnæs og Als.

Trækintensiteten blev beregnet for Helnæs i hhv. efterårs- og forårsperioden og for Als alene i forårsperioden.

3.3 Beregning af kollisionsrisiko

Beregning af kollisionsrisiko blev foretaget ved hjælp af Band-metoden (Band 2000).

Beregningerne er foretaget på grundlag af møllernes geografiske placering samt deres fysiske specifikationer (Tab. 3).

Tabel 3. Specifikationer for de to mølletyper, der er anvendt i beregningerne

Mølletype	4 MW SWT 130	8 MW
Tårnets højde (m)	100	109
Rotordiameter (m)	130	180
Swept areal (m ²)	13300	21900
Rotorvinkling (degrees)	6	6
Rotationshastighed (rpm)	12,5	12,5
Root chord (m)	4,2	6

Til beregning af artsspecifikke kollisionssandsynligheder blev der anvendt biometriske karakteristika for den enkelte art og informationer om flyvehastighed (Tabel 4).

Tabel 4. Biometriske artskaraktetika og flyvehastigheder anvendt til beregning af kollisionssandsynligheder.

Art	Kropslængde (cm)	Vingefang (cm)	Flyvehastighed (m/s)
Ederfugl	71	110	13
Sortand	54	90	13
Skarv	90	145	15,2
Sølvmåge	67	155	12
Hættemåge	44	105	12

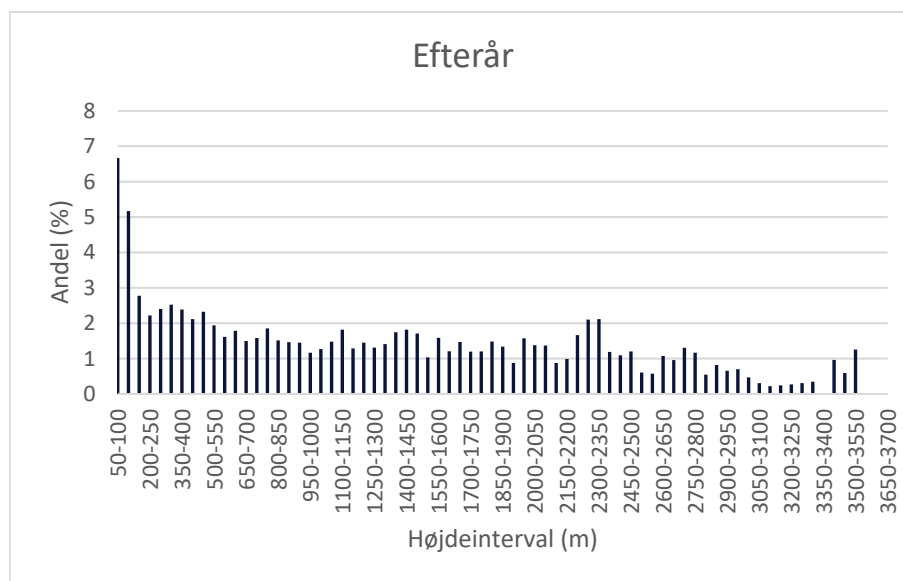
3.4 Trækkets højdefordeling

Under både efterårs- og forårstrækket forekom hovedparten af trækbevægelserne i større højde end risiko-højdeintervallet, dvs. højere end 200 meter. I efteråret foregik 81,5 % af trækket højere end 200 meter, mens den tilsvarende værdi for forårstrækket var 85,4 % (Tabel 5). Trækkets højdefordeling var ikke forskelligt imellem efterår og forår (Paired t-test $t_{63}=0.14$, $p=0.888$).

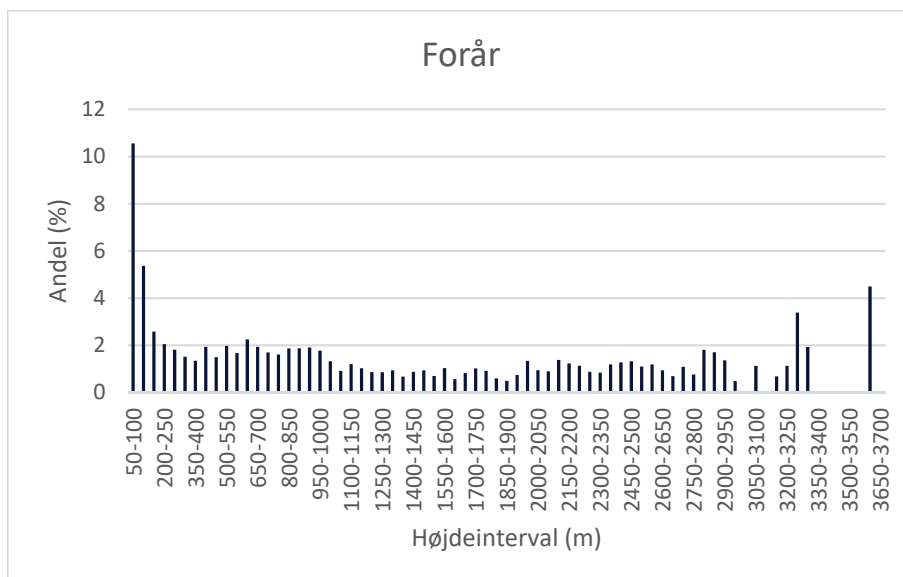
Tabel 5. Den relative fordeling (%) af trækaktivitet i højdeintervaller for efteråret 2017 og foråret 2018. Fugle der fløj under 50 m er udeladt af analysen, da de ikke kunne detekteres pålideligt på radaren pga. støj.

Højdeinterval (m)	Efterår 2017	Forår 2018
50-100	6.7	10.6
100-150	5.2	5.4
150-200	2.8	2.6
>200	85.4	81.5

Figur 56. Højdefrekvensfordeling af efterårstrækket af fugle på Højnæs i 2017.



Figur 57. Højdefrekvensfordelingen af forårstrækket af fugle på Helnæs i 2018.



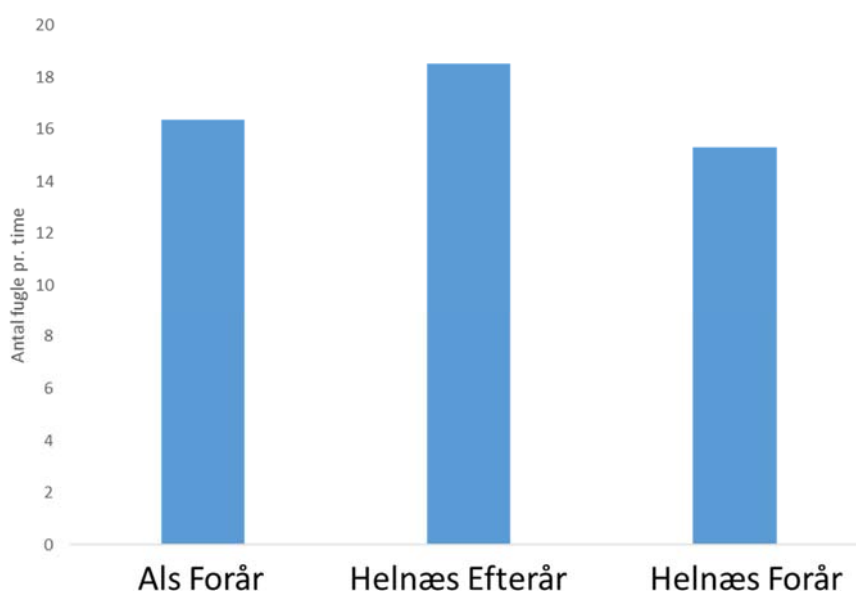
3.5 Trækintensitet

Trækintensiteten blev beregnet som antallet af passerende individer pr time og pr. 100 meter. Beregningerne blev anvendt til beregning af kollisionsrisiko (Tab. 6).

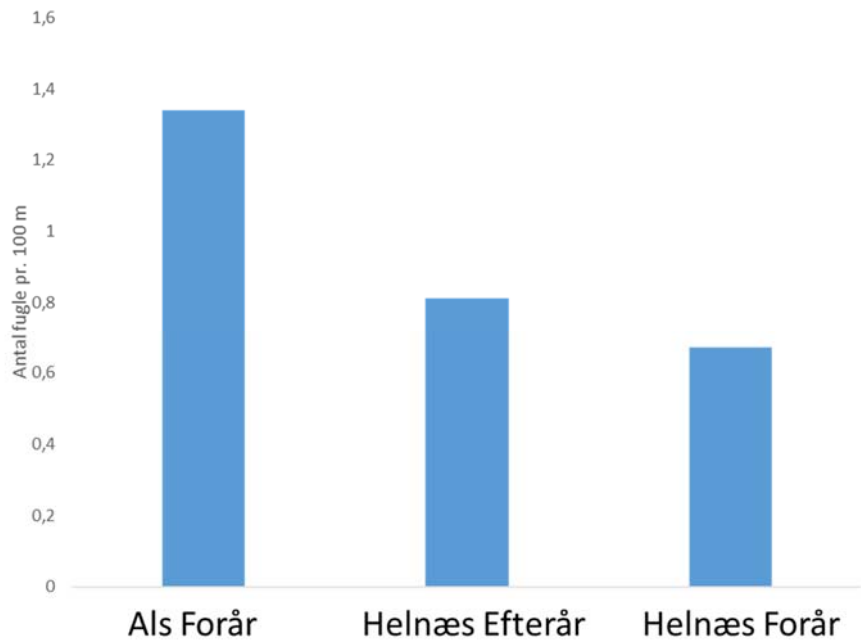
Table 6. Trækintensiteten ved hhv. Als og Helnæs.

		Antal Gennemsnitlig inten- flokke sitet (individer/time)	Std Dev	Transektlængde	Antal per time per 100 m
Als	Forår	715	16,36364	43,31659	1,341282
Helnæs	Efterår	2220	18,52973	35,52839	0,812351
Helnæs	Forår	251	15,2988	22,16633	0,670706

Figur 58. Antallet af passerende fugle pr. time ved Als om foråret og ved Helnæs forår og efterår.



Figur 59. Antallet af passerende fugle pr. 100 meter ved Als om foråret og ved Helnæs forår og efterår.



Trækintensiteten ved Helnæs var højere om efteråret end den var om foråret. Forårstrækkets intensitet var højere ved Als, end det var ved Helnæs. På både Helnæs og Als passerede de fleste fugle under 1 km fra observationsposterne. Så det kortere transekt på Als kan have bidraget til det højere estimat.

3.6 Kollisionsestimater

De beregnede kollisionsfrekvenser fremgår af tabellen (Tab. 7). Ved beregningerne antages det, at fugle der kommer ind i selve mølleområdet i et vist omfang er i stand til at undgå møllevingerne og dermed en kollision. Denne undvigeadfærd betyder, at 97,75 % af de fugle der flyver ind i mølleområdet i rotorhøjde undgår egentlig kollision (Band 2000).

Tabel 7. Beregnede kollisionsfrekvenser (antal fugle per sæson) for scenarier med hhv. 4 og 8 MW-møller.

Art	4 MW	8 MW	Sæson
Ederfugl	0.3663	0.2989	Efterår
Ederfugl	1.1208	0.9147	Forår
Hættemåge	0.0923	0.0711	Efterår
Hættemåge	0.8042	0.6193	Forår
Skarv	0.177	0.1436	Forår
Skarv	0.4281	0.3386	Efterår
Sortand	0.3108	0.2483	Efterår
Sortand	0.5805	0.4637	Forår
Sølvmåge	0.127	0.1014	Efterår
Sølvmåge	0.5086	0.4063	Forår

3.7 Bemærkninger til kollisionsberegningerne

Det er vigtigt at være opmærksom på, at kollisionsfrekvenserne er grove estimater, der alene er baseret på en enkelt sæson, hhv. efterår og forår. Det er således ikke muligt at tage højde for sæsonmæssige variationer, særlige vejrforhold, døgnvariation, m.v. På grund af mølleparkens placering i forhold til mulige lokaliteter for observationer af fugletræk har det desuden været nødvendigt at foretage en række antagelser i forbindelse med beregning af kollisionsrisikoen. Det var ikke praktisk muligt at placere radar og observationsposter i selve mølleområdet, hvilket ville have været en optimal løsning. Fra land havde hverken den horisontale eller den vertikale radar en effektiv rækkevidde, der gjorde det muligt at monitorere fugletrækket i hele mølleområdets udstrækning. Det har derfor været nødvendigt at antage, at beskrivelsen af trækkets intensitet nær Helnæs og Als er repræsentativt for trækket i selve mølleområdet. Dette er formentlig tilfældet for en række arter, men er givetvis ikke tilfældet for alle arter. For en række kystnære arter og en række vandfugle, fx ederfugl, der ofte følger kysten i forbindelse med trækbevægelser, som både kan være et egentligt sæsontræk, men også lokale fourageringstræk, må det således antages at trækintensiteten langs kysten er mere intensiv end i selve mølleområdet. For andre arter kan det modsatte gøre sig gældende. For eksempel dækkes trækket af bramgæs og knortegæs på tværs af Lillebælt dårligt af de korte transekter, som danner grundlag for estimeringen af trækintensitet. Det har af samme grund ikke været muligt at beregne kollisionsrisiko for disse to arter.

4. Referencer

Band, W. 2000. Windfarms and birds: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoidance. SNH Guidance. For regneark og model se: <http://www.snh.gov.uk/docs/C234672.xls>.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L. (2001): Introduction to distance sampling, estimating abundance of biological populations. Oxford University Press 2001, 432 pp.

Buckland, S. T., Anderson, D. R, Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. & Thomas, L. (2007): Advanced distance sampling. Oxford University Press, New York. xvii þ 416 p.

Petersen, I.K., Nielsen, R.D., Pihl, S., Clausen, P., Therkildsen, O., Christensen, T.K., Kahlert, J. & Hounisen, J.P. 2010. Landsdækkende optælling af vandfugle i Danmark, vinteren 2007/2008. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 78 pp. - Arbejdsrapport fra DMU nr. 261. <http://www.dmu.dk/Pub/AR261.pdf>

Petersen, I.K. & Nielsen, R.D. 2011. Abundance and distribution of selected waterbird species in Danish marine areas. Report commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 62 pp.

Therkildsen, O.R. & Elmeros, M. (red.). 2015. First year post-construction monitoring of bats and birds at Wind Turbine Test Centre Østerild. Vol. 133, Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, p. 35-125.