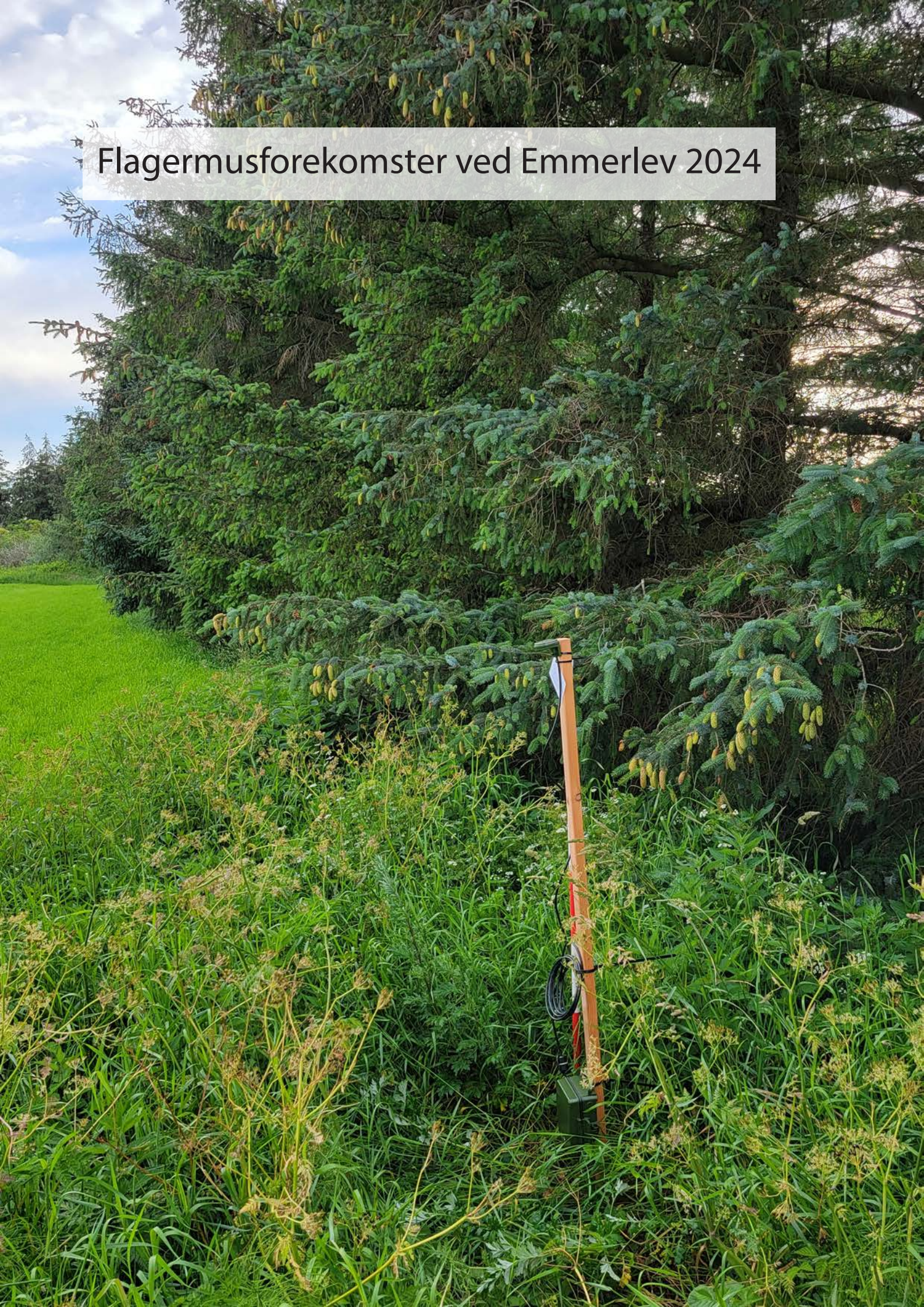


Appendiks IV

Flagermusforekomster ved Emmerlev 2024

Vindmøller ved Emmerlev

Flagermusforekomster ved Emmerlev 2024



Flagermusforekomster ved Emmerlev 2024

Indholdsfortegnelse

1 - Baggrund.....	2
2 - Metode.....	3
3 - Forekomst af flagermus i projektområdet	5
4 - Flagermusaktivitet i forhold til vindstyrke	14
5 - Konklusion	15
6 - Referencer.....	15

Fagligt notat udarbejdet for Planplus, januar 2025,
Jan Drachmann, phd i populationsbiologi, CVR: 27124860

Forside: Flagermusdetektor D2 ved levende hegn, juni 2024.

1. Baggrund

Momentum Energy ønsker at udskifte de fire eksisterende vindmøller ved Emmerlev med fire nye møller af typen Vestas V66-1,75 MV. De nye møller vil have en navhøjde på 45 meter og en totalhøjde på 78 meter. I forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen af vindmøllerne, blev der i perioden 20. juni til 9. september 2024 foretaget registrering af flagermusforekomsterne i projektområdet ved Emmerlev.

Landskabet hvor vindmøllerne ønskes opstillet er åbent agerland med flere levende hegn umiddelbart nord for mølleområdet og flere mindre søer på markerne omkring vindmøllerne (Figur 1).

Alle de 17 danske flagermusarter er opført på Habitatdirektivets bilag IV. Habitatdirektivets artsbeskyttelse omfatter en generel beskyttelse af bl.a. yngle- og rasteområder for alle arter opført på direktivets bilag IV. Artsbeskyttelsen er ikke begrænset til bestemte områder, men er gældende overalt, hvor de pågældende arter lever naturligt. Artsbeskyttelsen indebærer, at planer og projekter ikke må føre til ødelæggelse eller beskadigelse af bilag IV-arters yngle- og rasteområder, som medfører negative effekter på den økologiske funktionalitet af området.

I henhold til den nationale forvaltningsplan for flagermus (Møller et al. 2013) skal projektområder med vindmøller som minimum undersøges i flagermusenes yngletid (20. juni - 8. august) og i dyrenes ungetid og efterårstrækperiode (16. august - 15. september).

I april 2024 udkom "Opdatering af: Håndbog om dyrearter på Habitatdirektivets Bilag IV, Del 2 – Odder og flagermus" (Elmeros et al. 2024), som redegør for den nyeste viden om danske flagermus. Heri anbefales det i forbindelse med vindmølleprojekter at udføre flagermusundersøgelser med automatiske flagermusdetektorer i en længere periode end tidligere anbefalet i forvaltningsplanen for flagermus, for bedre at kunne beskrive variationen i flagermusenes artssammensætning og aktivitetsniveau gennem året.

Flagermusforekomsterne ved Emmerlev blev derfor undersøgt i tre perioder af 11-14 dages længde gennem flagermusenes yngletid og i dyrenes unge- og efterårstræktid.

I forhold til vindmøller menes især to slags effekter at kunne påvirke flagermus:

Habitattab

Hvis der fældes træer og anden bevoksning i forbindelse med et vindmølleprojekt, kan det medføre habitattab for flagermus. Kvaliteten af et levested for flagermus forringes således betydeligt, hvis vigtige nøglebiotoper som yngle- og raste-kvarterer og jagtområder ødelægges, hvilket kan påvirke et flagermusområdes økologiske funktionalitet negativt (Rodrigues et al. 2008, Rydell et al. 2012, Reusch et al. 2023). Derudover kan vindmøller i drift i nogle områder medføre reduceret flagermusaktivitet i en afstand på helt op til 1000 meter fra møllerne (Barré et al. 2018). Hvorfor nogle flagermus undgår områder med vindmøller er ikke kendt, men det kan skyldes, at de undgår vindmøller med røde lysafmærkninger (Bennett & Hale 2014), eller at de aktivt undgår at fouragere nær vindmøller på grund af støjen fra møllerne i drift (Schaub et al. 2009).

Kollisioner

Øget dødelighed, som følge af kollision med vindmøllers roterende vinger, anses at være vindmøllers væsentligste potentielle påvirkning af et områdes flagermusbestande. De fleste flagermusarter er fundet dræbt ved vindmøller, men omfanget heraf varierer fra art til art. Svenske og tyske undersøgelser har vist, at især arter, som jager i det frie luftrum samt arter, der vandrer over længere afstande fra sommer- til vinterkvarterer, dræbes af vindmøllers rotorblade (Ahlén 2002, Rydell et al. 2012, Roeleke et al. 2016, Dürr 2023). Flagermusene kan i denne forbindelse enten dø eller såres ved direkte kollision med rotorbladene, eller dø som følge af lungelæsioner og/eller indre blødninger forårsaget af trykforskelle omkring de roterende vindmøllevinger (Grotsky et al. 2011).

De flagermusarter, der i det nordlige Europa hyppigst bliver fundet kollisionsdræbt under vindmøller, er brunflagermus, Leislers flagermus, trolde-flagermus, pipistrelflagermus og dværgflagermus, men også skimmelflagermus og sydflagermus er fundet kollisionsdræbt i betydeligt omfang (Rydell et al. 2012, Dürr 2023). Disse syv arter udgør langt hovedparten af alle de flagermus, der bliver fundet dræbt under vindmøller i Nordeuropa (Dürr 2023), hvilket også afspejler disse arters talrighed og udbredelse.

Kollisionsrisikoen for flagermus er størst i sensommeren og i det tidlige efterår, hvor mere end 90 % af kollisioner af flagermus med vindmøller sker (Rydell et al. 2012, Schuster et al. 2015). På denne årstid er der særlig stor aktivitet af flagermus, da yngletiden er slut og ungerne er aktive i landskabet, og især de unge individer har forøget kollisionsrisiko (Kruszynski et al. 2022). Det er også på denne tid af året, at nogle arter som brunflagermus og troldflagermus begynder at trække sydpå. Samtidig er det i disse måneder, at store ansamlinger af insekter kan optræde på og nær vindmøller, og dermed potentielt tiltrække fouragerende flagermus til møllerne (Voigt & Kingston 2016).

Risikoen for kollision med en vindmølle opstår i særlig grad, hvis møllerne opstilles nær gode fourageringsområder eller vigtige ledelinjer for flagermus, som for eksempel ved vandløb og søer eller langs skovbryn og levende hegn. Flagermusene optræder nemlig særligt hyppigt ved gode fourageringsområder og langs ledelinjer, som benyttes regelmæssigt til flagermusenes spredning i landskabet.

Flagermus, som benytter skovbryn og levende hegn til fouragering og spredning, kommer for det meste ikke over 50 meter væk fra træerne i skovbryn og levende hegn (Kelm et al. 2014). For at minimere risikoen for flagermuskollisioner anbefaler Natural England derfor, at vindmøller placeres så den nærmeste del af møllen aldrig kommer nærmere end 50 meter fra levende hegn og andre strukturer, der benyttes af flagermus (Natural England 2014).

Desuden kan risikoen for kollision, som nævnt, opstå i trækperioden, forår og efterår, hvor flagermus trækker mellem deres sommerområder og vinterområder længere sydpå (Voigt et al. 2012, Voigt et al. 2015, Seebens-Hoyer et al. 2021). Flagermusenes trækruter er for de danske arter ikke kendt, men det antages, at flagermus har en trækadfærd, der ligner småfugles. Det vil sige, at de forventes at trække hen over landet i en bred front, og de er utrygge ved at flyve over havet, hvorfor de forventes at benytte samme udtrækssteder som fugle, som f.eks. Skagen og Gedser (Wieringa et al. 2021, Bach et al. 2022).

Hvor og hvornår flagermus jager insekter varierer meget fra nat til nat og fra time til time, da det afhænger af insekternes tidsmæssige og rumlige

fordeling, samt flagermusenes individuelle energibehov. Et områdes insektforekomster hver nat afhænger meget af områdets habitatstruktur og vejrforholdene, hvor især vindstyrke, temperatur og nedbør spiller en vigtig rolle. Flagermusene er således mest aktive i det åbne luftrum, hvor de kan kolliderer med vindmøller, ved lave vindhastigheder under 5-6 m/s, hvor der er større mængder tilgængelige insekter i det åbne luftrum. Derimod jager flagermusene stort set ikke insekter i det åbne luftrum ved vindhastigheder over 8 m/s, da de ved højere vindhastigheder flyver andre steder hen, hvor insekterne blæser hen (Ahlén 2010, Brinkmann et al. 2011, Rydell et al. 2012, Møller et al. 2013). På kølige nætter er der også ofte få tilgængelige insekter for flagermus at jage, og flagermusenes aktivitet falder derfor markant ved temperaturer under 10 °C (Barré et al. 2023, Saha et al. 2023, Voigt et al. 2024). Tilsvarende er der også få insekter i luften i kraftigt regnvejr (Saha et al. 2023), og kraftig regn kan desuden påvirke flagermusenes termoregulering og dermed øge energibehovet, når deres pels bliver våd (Voigt et al. 2011). Kraftigt regnvejr kan således også nedsætte flagermusenes aktivitet markant (Barré et al. 2023).

For at dokumentere forekomsten af flagermus inden for projektområdet ved Emmerlev, og vurdere deres risiko for at blive påvirket af de planlagte vindmøller, blev der i perioden 20. juni til 9. september 2024 udført flagermusundersøgelser i henhold til nedenstående metode.

2. Metode

Feltundersøgelserne til vurdering af vindmøllernes effekt på flagermus i området ved Emmerlev blev opdelt i tre perioder (Tabel 1). I de første to perioder, som var i flagermusenes yngletid, blev der registreret flagermus i henholdsvis 13 og 11 nætter, mens der i den sidste periode, som var i flagermusenes unge- og træktid, blev registreret flagermus i 14 nætter. I alt blev der således registreret flagermus i 38 nætter i mølleområdet ved Emmerlev i 2024.

Til registrering af flagermusaktiviteten i området blev der opsat fire flagermusdetektorer (Song Meter SM4BAT, Wildlife Acoustics Inc., USA), som automatisk registrerede og optog aktivt kaldende flagermus fra solnedgang til solopgang. Placerin-

Tabel 1. Perioderne hvor der var opsat flagermusdetektorer i undersøgelsesområdet, antallet af nætter disse var aktive og det gennemsnitlige antal nattetimer i hver periode.

Periode	Detektorer op	Detektorer ned	Antal nætter	Timer pr. nat
P1	20. juni	2. juli	13	6,71
P2	29. juli	9. august	11	8,29
P3	26. august	9. september	14	10,34

gen af de automatiske detektorer fremgår af Figur 1. Detektor 1 blev placeret på åben mark ved en af de nuværende vindmøller. Detektor 2 blev placeret i et levende hegn af sitkagran nær den nordligste af de nuværende vindmøller. Detektor 3 og 4 stod ved kanten af en §3-sø henholdsvis vest og øst for den nordligste mølle.

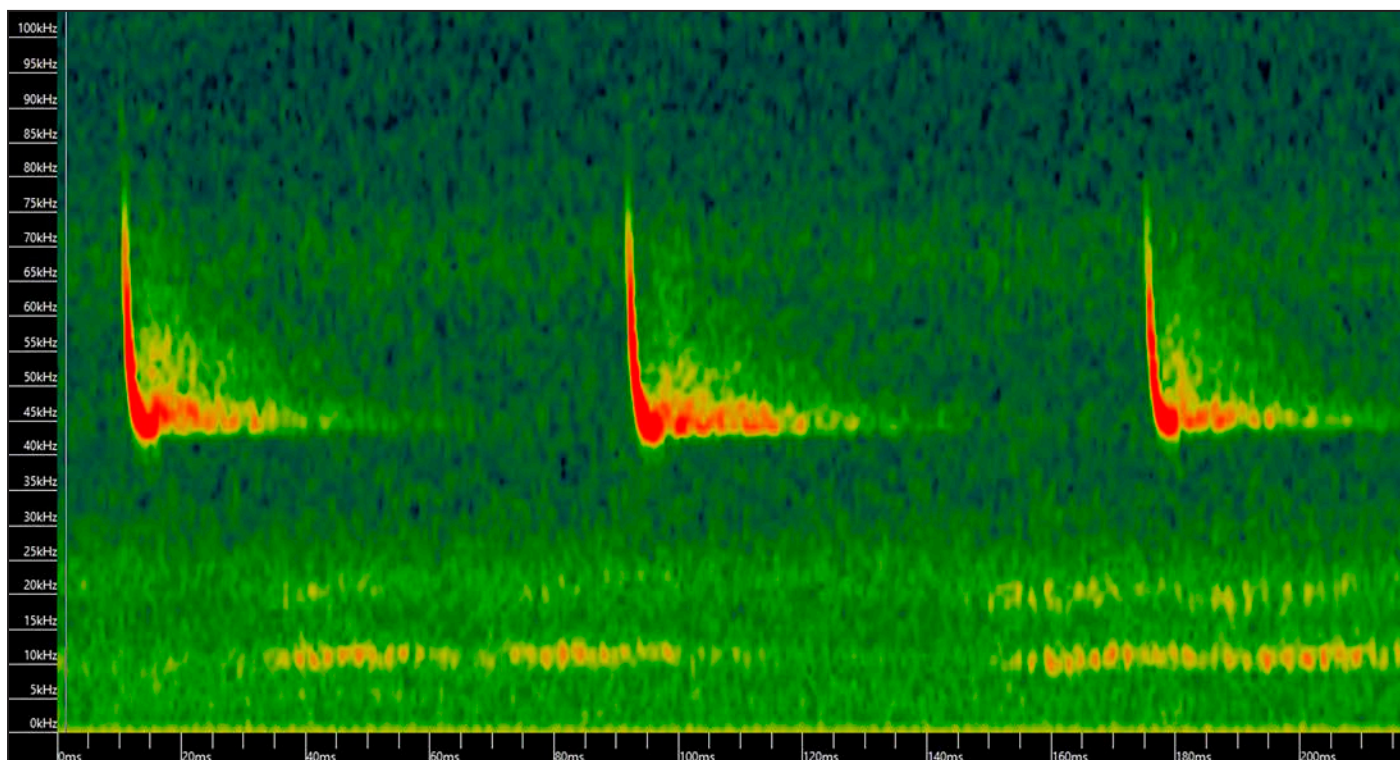
Mikrofonerne på de stationære detektorer blev placeret i ca. 1,2 meters højde. Større flagermusarter som brun- og sydflagermus kan typisk registreres i en afstand på 50-100 m fra detektorens mikrofon, mens registreringsafstanden er noget kortere for mindre arter. Detektorernes registreringsafstand er også afhængig af vejrforholdene,

og hvilken type kald der anvendes af de forskellige flagermusarter.

Alle ultralydsoptagelserne af flagermus blev gemt som ukomprimerede wav-filer, og sonogrammer af de indsamlede optagelser blev analyseret ved hjælp af softwareprogrammet Kaleidoscope (Wildlife Acoustics Inc., USA), hvorved de forskellige arter i området ofte kunne identificeres (Russ 2021, Middleton et al. 2022). Det arts karakteristiske orienteringsskrik fra pipistreflagermus er vist i Figur 2. I nogle tilfælde var det vanskeligt at artsbestemme de optagne ultralydskald med sikkerhed. Dette gjaldt især for slægten *Myotis*, men også for brun-, skimmel- og sydflagermus, hvis orienteringsskrik i



Figur 1. Placeringen af de fire flagermusdetektorer (D1-D4) i mølleområdet ved Emmerlev.



Figur 2. Artskarakteristisk ultralydskald fra pipistrelflagermus, som var langt den talrigeste art ved Emmerlev.

visse situationer kan ligne hinanden så meget, at en entydig artsbestemmelse uden supplerende informationer (sociale lyde, visuelle observationer af jagt- og flugtaadfærd, bedømmelse af udseende, størrelse, vingeform osv.) ikke var mulig. Nogle af flagermusoptagelserne blev derfor inddelt i de to overordnede grupper: *Myotis* og *Nyctaloid* (brun, skimmel- eller sydflagermus). Derudover var nogle af optagelserne af dårlig kvalitet (få eller svage kald), hvilket gjorde at disse ikke kunne identificeres til artsniveau.

Ud fra ultralydsoptagelserne var det ikke muligt at bestemme det nøjagtige antal flagermus, som benyttede området til fouragering og spredning. Nogle individer kunne passere uden at kalde, mens nogle optagelser kunne være af det samme individ, som passerede detektoren flere gange. Antallet af registreringer var således ikke et direkte mål for antallet af individer i området, men gav et billede af flagermusaktiviteten i området. Alle angivne værdier for flagermusaktiviteten i området i dette notat er angivet som antal registreringer pr. time pr. nat.

Detektor D1 og D2 stod ved to af de nuværende vindmøller (se Figur 1). Ud fra vejrdata fra de to møller, var det derfor muligt, at korrelere flagermusaktiviteten målt ved møllerne med den aktuelle vindstyrke. Flagermusaktiviteten varierede

gennem natten, og var ofte højest i de første timer efter solnedgang (Figur 3). Derfor blev den gennemsnitlige flagermusaktivitet og den gennemsnitlige vindstyrke beregnet for både den første halvdel (solnedgang til kl. 01:30) og sidste halvdel (kl. 01:30 til solopgang) i analysen af flagermusaktiviteten ved møllerne i forhold til vindstyrken.

3. Forekomst af flagermus i projektområdet

Der blev registreret 10 forskellige arter af flagermus ved de fire detektorer i området: Vandflagermus, damflagermus, frynseflagermus, dværgflagermus, pipistrelflagermus, troldflagermus, brunflagermus, sydflagermus, skimmelflagermus og brun langøre.

I gennemsnit blev der registreret henholdsvis 46,3, 92,0 og 78,7 kaldende flagermus pr. time pr. nat i de tre undersøgelsesperioder (Tabel 2). Den højeste aktivitet blev registreret i slutningen af flager-

Tabel 2. Antal optagelser af flagermus i de tre perioder, og det gennemsnitlige antal optagelser pr. time pr. nat.

Periode	Optagelser	Kald/time/nat
P1	4043	46,3
P2	8387	92,0
P3	11387	78,7

Tabel 3. Flagermusaktiviteten af de forskellige arter, som blev registreret ved de fire detektorer (D1-D4) i periode 1 (20. juni - 3. juli), hvor aktiviteten er målt som antal kald pr. time pr. nat. *Myotis* er en fællesbetegnelse for arter af *Myotis*-slægten (vand-, dam- og frynseflagermus), mens *Nyctaloid* er en fællesbetegnelse for arterne brun-, syd- eller skimmelflagermus. Den relative hyppighed (%) af de forskellige arter ved de fire detektorer er angivet i procent.

Art	D1	D2	D3	D4	%
Vandflagermus	0,22	0,50	0,41	0,09	2,62
Damflagermus	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Frynseflagermus	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07
<i>Myotis</i> -flagermus	0,01	0,13	0,08	0,02	0,52
Troldflagermus	0,55	1,05	1,13	1,07	8,21
Dværgflagermus	0,00	0,65	0,00	0,02	1,46
Pipistrelflagermus	1,34	10,75	5,64	10,52	60,98
Brunflagermus	0,01	0,34	0,57	0,08	2,18
Sydflagermus	0,10	0,77	2,64	0,89	9,5
Skimmelflagermus	0,15	1,19	1,48	0,61	7,4
<i>Nyctaloid</i> -flagermus	0,05	1,90	0,89	0,31	6,8
Brun langøre	0,01	0,01	0,06	0,01	0,2
Ubestemt flagermus	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05
Totalt	2,44	17,34	12,93	13,63	100

musenes yngletid i starten af august, men der var generelt en høj aktivitet af flagermus i området.

Fordelingen af optagelser ved de fire stationære detektorer er vist i Tabel 3-5. I alle tre perioder var pipistrelflagermus langt den hyppigste art, og udgjorde henholdsvis 61, 87 og 68 % af alle op-

tagelser i de tre perioder. Ingen af de andre arter udgjorde over 10 % af optagelserne i periode 1 og 2, men troldflagermus udgjorde 24 % af alle optagelser i periode 3.

Nyctaloid-arterne (brun-, syd- og skimmelflagermus) optrådte hyppigst i området i starten af yng-

Tabel 4. Flagermusaktiviteten af de forskellige arter, som blev registreret ved de fire detektorer (D1-D4) i periode 2 (29. juli - 9. august), hvor aktiviteten er målt som antal kald pr. time pr. nat. *Myotis* er en fællesbetegnelse for arter af *Myotis*-slægten (vand-, dam- og frynseflagermus), mens *Nyctaloid* er en fællesbetegnelse for arterne brun-, syd- eller skimmelflagermus. Den relative hyppighed (%) af de forskellige arter ved de fire detektorer er angivet i procent.

Art	D1	D2	D3	D4	%
Vandflagermus	0,25	0,47	0,55	0,13	1,52
Damflagermus	0,00	0,01	0,02	0,00	0,04
Frynseflagermus	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
<i>Myotis</i> -flagermus	0,02	0,04	0,01	0,07	0,16
Troldflagermus	0,39	0,78	0,48	0,32	2,15
Dværgflagermus	0,57	1,62	0,32	0,43	3,2
Pipistrelflagermus	16,10	53,15	6,50	4,21	86,94
Brunflagermus	0,03	0,03	0,02	0,02	0,12
Sydflagermus	0,32	0,73	0,91	0,56	2,74
Skimmelflagermus	0,12	0,29	0,56	0,38	1,47
<i>Nyctaloid</i> -flagermus	0,11	0,35	0,32	0,20	1,06
Brun langøre	0,09	0,16	0,22	0,07	0,58
Ubestemt flagermus	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Totalt	18,02	57,65	9,92	6,38	100

Tabel 5. Flagermusaktiviteten af de forskellige arter, som blev registreret ved de fire detektorer (D1-D4) i periode 3 (26. august - 9. september), hvor aktiviteten er målt som antal kald pr. time pr. nat. *Myotis* er en fællesbetegnelse for arter af *Myotis*-slægten (vand-, dam- og frynseflagermus), mens *Nyctaloid* er en fællesbetegnelse for arterne brun-, syd- eller skimmelflagermus. Den relative hyppighed (%) af de forskellige arter ved de fire detektorer er angivet i procent.

Art	D1	D2	D3	D4	%
Vandflagermus	0,13	0,23	0,48	0,15	1,26
Damflagermus	0,01	0,01	0,10	0,01	0,16
Frynseflagermus	0,01	0,03	0,00	0,02	0,07
<i>Myotis</i> -flagermus	0,04	0,09	0,14	0,06	0,41
Troldflagermus	2,63	6,31	7,09	2,67	23,55
Dværgflagermus	0,15	0,39	0,37	0,14	1,33
Pipistrellflagermus	0,54	26,40	22,37	4,92	68,27
Brunflagermus	0,17	0,06	0,28	0,20	0,90
Sydflagermus	0,24	0,36	0,52	0,50	2,03
Skimmelflagermus	0,06	0,05	0,24	0,17	0,67
<i>Nyctaloid</i> -flagermus	0,06	0,21	0,15	0,19	0,76
Brun langøre	0,02	0,19	0,19	0,08	0,60
Ubestemt flagermus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totalt	4,01	34,00	31,63	9,02	100

letiden (P1), hvor de til sammen udgjorde 26 % af alle registreringer. Derimod udgjorde de kun 5 og 4 % i henholdsvis P2 og P3.

I første periode af yngletiden (P1) blev der registreret højst flagermusaktivitet ved detektor D2, som stod i det levende hegn ved den nordligste mølle, mens den laveste aktivitet blev målt ved D1, som stod på åben mark ved en af de sydlige møller. Ved D3 og D4, som stod ved de to §3-søer, blev der registreret en lidt mindre aktivitet end ved D2. I denne del af yngletiden, blev der samlet målt en lavere flagermusaktivitet i området end senere i yngletiden (P2) og i træktiden (P3).

I sidste del af yngletiden (P2) blev der i gennemsnit registreret 57,7 flagermuskald i timen pr. nat ved detektor D2, hvilket var den højeste flagermusaktivitet målt i de tre undersøgelsesperioder. Stort set alle optagelserne ved D2 i periode 2 var pipistrellflagermus (se Tabel 4). I denne del af yngletiden (P2) blev den laveste aktivitet målt ved de to §3-søer (D3 og D4), mens der blev registreret 18 flagermuskald i timen pr. nat ved D1. På denne tid af året var der således en relativ høj flagermusaktivitet omkring møllen, som stod på åben mark.

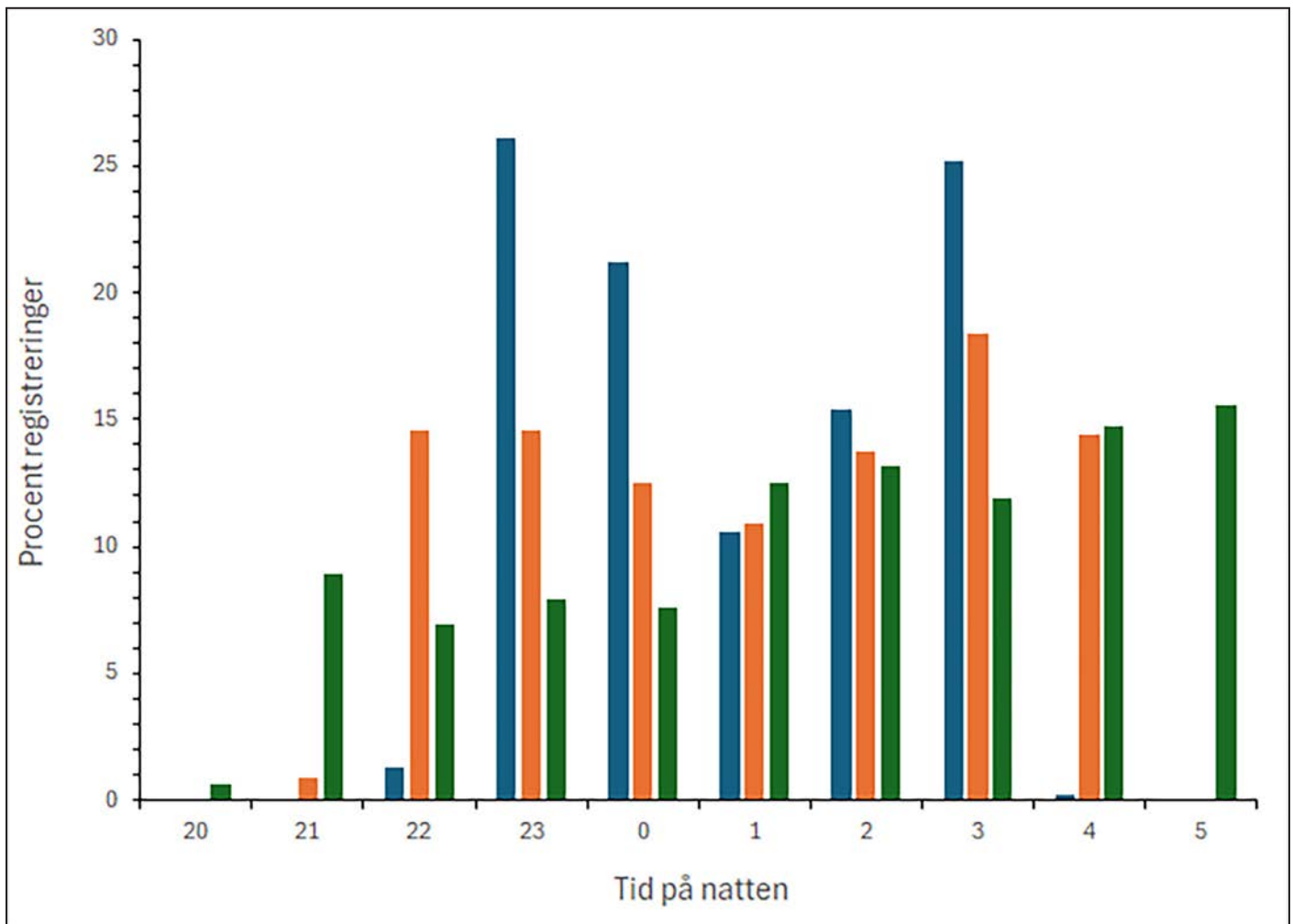
I flagermusens træktid (P3) blev den højeste aktivitet målt ved D2, som stod i det levende hegn, og ved D3, som stod ved §3-søen vest for D2. I træk-

tiden optrådte troldflagermus langt hyppigere i området end i de to første undersøgelsesperioder, hvilket hænger sammen med, at troldflagermus på denne årstid trækker sydpå gennem Danmark.

I første del af yngletiden (P1), hvor solen gik ned omkring kl. 22, var der størst flagermusaktivitet i området en til to timer efter solnedgang, og igen i timen mellem kl. 3 og 4 (Figur 3). På denne årstid blev der registreret flagermus i området fra kl. 22:37 til 04:08.

I sidste del af yngletiden (P2), hvor solen gik ned ca. kl. 21:20, var der en mere jævn aktivitet gennem hele natten (se Figur 3). På denne årstid blev der registreret flagermus i området fra kl. 21:40 til 05:20. I takt med at natten blev længere, var flagermusene således også aktive i flere timer i området.

I unge- og træktiden (P3), hvor solen gik ned omkring 20:15, var der størst flagermusaktivitet i området fra kl. 01:00 til 06:00. Den høje aktivitet sidst på natten kan skyldes, at trækkende troldflagermus flyver igennem området på denne tid af natten, når de kommer trækkende nordfra. Dette underbygges af, at 62 % af alle registrerede troldflagermus på denne årstid, blev registreret i området mellem kl. 01:00 og 05:00 (Figur 4). Området ved Emmerlev ser derfor ud til at være trækområdet for blandt andet troldflagermus.

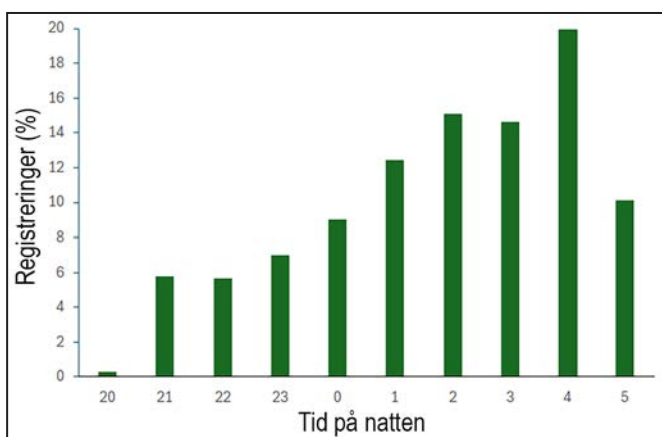


Figur 3. Den tidsmæssige fordeling af det samlede antal flagermusregistreringer ved Emmerlev i P1 (blå søjler, N = 4043), P2 (orange søjler, N = 8387) og P3 (grønne søjler, N = 11387), vist som den procentvise fordeling i løbet af natten.

Flagermusenes udnyttelse af landskabet

Når flagermus fouragerer og er ved at fange bytte, ændre de frekvensen af deres ultralydkald og de enkelte kald kommer hurtigere efter hinanden, hvilket kaldes "feeding buzz" på engelsk (Figur

5). Der blev registreret "feeding buzzes" ved alle fire detektorer i alle tre undersøgelsesperioder. Flagermusene fouragerede således både langs levende hegn, over søer og over åben mark nær møllerne i området.

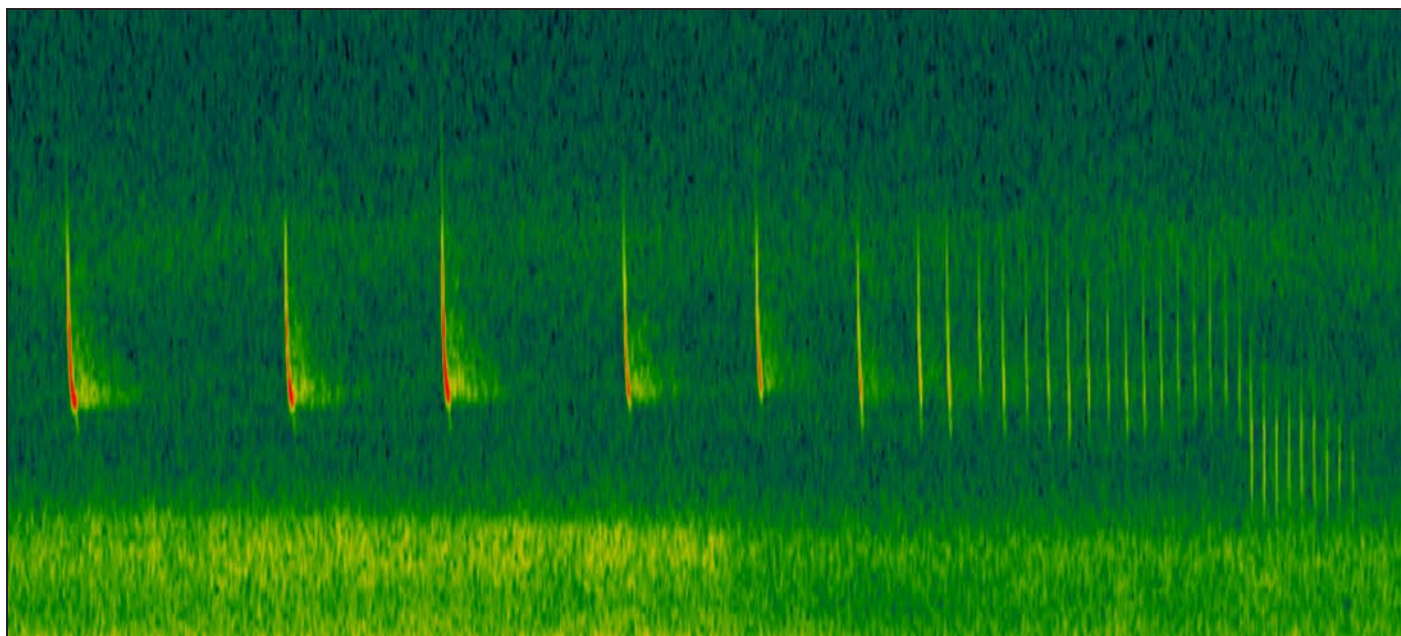


Figur 4. Den tidsmæssige fordeling af troldflagermusregistreringer i flagermusenes træktid (P3, N = 2682), vist som den procentvise fordeling i løbet af natten.

Flagermus benytter levende hegn både til fouragering og som ledelinjer i landskabet (Kelm et al. 2014). I alle tre undersøgelsesperioder blev der derfor også registreret flest flagermus langs det levende hegn, hvor detektor 2 stod (Tabel 3-5).

Yngle- og rastepladser for flagermus

Tidspunkterne for de første registreringer af flagermus efter solnedgang ved hver detektor, blev anvendt til at identificere eventuelle raste- eller ynglepladser for flagermus i området. Hvis der var raste- eller ynglepladser nær en af de fire stationære detektorer, ville flagermusene optræde ved detektoren relativt hurtigt efter, at de havde forladt deres dagkvarterer.



Figur 5. Fouragerende pipistrelflagermus ved en af de sydlige møller (D1) i starten af yngletiden (P1), hvor man tydeligt ser flagermusens "feeding buzz".

Flagermusarter har hver deres specifikke perioder, hvor de begynder deres udflyvning fra dagkvarteret (Møller et al. 2013, Middleton et al. 2022). Tidspunktet for arternes udflyvning sammenlignet med tidspunktet for de første lydoptagelser kan derfor indikere, hvor langt der er til deres raste- og ynglesteder.

Det mindste antal minutter efter solnedgang, inden de første flagermus blev registreret ved de stationære detektorer i projektområdet, er vist for de tre undersøgelsesperioder i Tabel 6-8. I den følgende artsgennemgang er det vurderet om der var nærliggende yngle- eller rastepladser for de enkelte arter ud fra deres tidligste ankomst ved de stationære detektorer.

Artsgennemgang

Vandflagermus

Vandflagermusen er tilknyttet habitater med åbne vandflader, hvor insekterne jages og fanges med fødderne lige over eller fra vandfladen. Den kan dog også jage over land, f.eks. langs skovkanter eller omkring træer og er også set jage tæt på vindmøller. Vandflagermusen foretrækker hule træer som sommerkvarter, hvorfor den ofte træffes i skovområder, primært løvskov med en større andel af gamle træer med hulheder og lignende. Typisk for arten er den lavtflyvende transportflugt langs faste ledelinjer og kendetegn i landskabet mellem kvarter og jagthabitat. Som regel befinder fourageringsområderne sig ikke mere end 2-5

Tabel 6. Mindste antal minutter efter solnedgang, inden de første flagermus blev registreret ved de fire stationære detektorer (D1-D4) i starten af yngletiden (P1). De grå fremhævede felter viser lokaliteter, hvor der kunne være yngle- eller rastepladser i nærheden.

Art	D1	D2	D3	D4
Vandflagermus	103	87	80	101
Damflagermus				
Frynseflagermus		167		
Troldflagermus	70	74	79	51
Dværgflagermus	193	62	131	118
Pipistrelflagermus	75	44	66	38
Brunflagermus	61	59	50	46
Sydflagermus	68	68	34	69
Skimmelflagermus	37	87	30	53
Brun langøre	193	193	131	168

Tabel 7. Mindste antal minutter efter solnedgang, inden de første flagermus blev registreret ved de fire stationære detektorer(D1-D4) i slutningen af yngletiden (P2). De grå fremhævede felter viser lokaliteter, hvor der kunne være yngle- eller rastepladser i nærheden.

Art	D1	D2	D3	D4
Vandflagermus	98	91	78	168
Damflagermus		215	366	
Frynseflagermus	200		231	
Troldflagermus	55	56	58	87
Dværgflagermus	104	33	93	68
Pipistrelflagermus	49	25	42	42
Brunflagermus	174	176	38	40
Sydflagermus	41	37	22	43
Skimmelflagermus	33	55	12	34
Brun langøre	126	92	84	163

km væk fra dagopholdsstedet. En stor del af den danske bestand af vandflagermus overvintrer i de jyske kalkgruber.

Vandflagermus blev registreret fåtallig ved alle fire detektorer i alle tre undersøgelsesperioder med 0,09-0,55 registreringer pr. time pr. nat, og udgjorde kun henholdsvis 3, 2 og 1 % af alle registreringer i de tre perioder (se Tabel 3-5).

Vandflagermus er en sent udflyvende art (40-60 minutter efter solnedgang), og den tidligste optagelse af vandflagermus blev gjort 80 minutter efter solnedgang i yngletiden ved detektor 3 i periode 1 (se Tabel 6). Det tyder således ikke på, at der var ynglepladser for vandflagermus nær projektområdet. I træktiden blev de tidligste vandflagermus registreret 48-61 minutter efter solnedgang ved de fire detektorer (se Tabel 8). Der kan således

godt have været rastepladser for vandflagermus nær projektområdet på denne årstid.

Kollisionsrisiko

Vandflagermusen antages ikke at have stor risiko for at kolliderer med vindmøller på grund af artens generelt lave flyvehøjde. Det er dog observeret, at også arter, der normalt flyver og fouragerer i lav højde, kan ændre adfærd og jager insekter i større højder i nærheden af vindmøller, og der er gjort enkelte fund af kollisionsdræbte vandflagermus i Europa (Møller et al. 2013, Dürr 2023).

Damflagermus

Damflagermusen er en relativ sjælden art i Europa og ét af dens hovedudbredelsesområder er Danmark, hvor den primært træffes i det østlige Midtjylland og hele Limfjordsområdet. Damflagermusen er således en særlig dansk ansvarsart, da en

Tabel 8. Mindste antal minutter efter solnedgang, inden de første flagermus blev registreret ved de fire stationære detektorer(D1-D4) i unge- og træktiden (P3). De grå fremhævede felter viser lokaliteter, hvor der kunne være yngle- eller rastepladser i nærheden.

Art	D1	D2	D3	D4
Vandflagermus	61	56	50	48
Damflagermus	305	200	60	84
Frynseflagermus	405	135		209
Troldflagermus	42	49	43	53
Dværgflagermus	106	32	80	88
Pipistrelflagermus	43	22	37	38
Brunflagermus	67	115	53	54
Sydflagermus	46	56	39	40
Skimmelflagermus	127	69	21	21
Brun langøre	197	107	105	84

stor del af den globale bestand lever i Danmark (Elmeros et al. 2024). Damflagermusen er tilknyttet større søer, vandløb og fjorde, hvor den jager over de åbne vandflader. Arten kan dog også jage natsommerfugle og biller over land (Britton et al. 1997). Damflagermusen benytter huse og i sjældnere grad hule træer som sommerkvarter, som typisk ligger nær fourageringsområderne. Under transportflugten følger damflagermusen ledelinjer i landskabet, som vandløb og levende hegn, og flyver typisk i under 3 meters højde under transport fra sted til sted. Arten benytter overvejende de jyske kalkgruber som vinterkvarter.

Damflagermus var sjælden i undersøgelsesområdet, hvor den kun blev registreret i periode 2 og 3 (se Tabel 4 og 5). I periode 2 optrådte damflagermus kun ved detektor D2 og D3, mens den i periode 3 blev registreret ved alle fire detektorer. Ved de fleste detektorer blev der kun registreret 0,01-0,02 damflagermus pr. time. pr. nat.

Damflagermus er også en sent udflyvende art (40-60 minutter efter solnedgang). Der var ingen tidlige registreringer af damflagermus i yngletiden, hvilket tyder på, at arten ikke har ynglet i nærheden. Den tidligste registrering i træktiden var 60 minutter efter solnedgang ved detektor 3. Der kan således godt have været rastepladser for damflagermus nær detektor 3 i periode 3.

Kollisionsrisiko

Damflagermusen antages ikke at have den store risiko for at kolliderer med vindmøller på grund af artens generelt lave flyvehøjde. Der er således kun gjort meget få fund af kollisionsdræbte damflagermus i Europa (Dürr 2023).

Frynseflagermus

Frynseflagermus forekommer spredt i det mest af landet bortset fra Vestjylland (Elmeros et al. 2024). Arten lever i tilknytning til løvskov, parklandskaber og tætte mosaiklandskaber med småskove og mange ældre træer, hvor den jager tæt på vegetationen. Frynseflagermusen har ynglekolonier og andre sommerkvarterer i både træer og i bygninger nær skove. Overvintringsstederne for frynseflagermus findes i kalkgruber, kældre og lignende. Frynseflagermus følger levende hegn, vandløb, skovkanter og andre ledelinjer under dens spredning i landskabet. Her foregår transportflugten oftest i under 5 meters højde.

Frynseflagermus var sjælden i området ved Emmerlev, hvor den højst blev registreret 0,01-0,03 gange pr. time pr. nat ved henholdsvis en, to og tre af de fire detektorer i de tre undersøgelsesperioder (se Tabel 3-5).

Frynseflagermus flyver typisk ud 45-60 minutter efter solnedgang. Alle registreringer af frynseflagermus i de tre undersøgelsesperioder var over to timer efter solnedgang (se Tabel 6-8). Arten ser således ikke ud til at have haft yngle- eller rastepladser nær projektområdet.

Kollisionsrisiko

Risikoen for kollisionsdrab af frynseflagermus vurderes at være lav på grund af artens jagtadfærd og lave flyvehøjde. Arten findes således også sjældent dræbt under vindmøller i Europa (Dürr 2023).

Dværgflagermus

Dværgflagermus er sandsynligvis Danmarks mest udbredte flagermusart, og træffes i det meste af landet bortset fra Bornholm, det vestlige Jylland og visse mindre øer (Elmeros et al. 2024). Den foretrækker bygninger både som sommer- og som vinteropholdssteder, men findes også i hule træer. Kvartererne ligger som regel umiddelbart i nærheden af frodige løvskove og parker, hvor den jager langs skovkanter, i lysninger, haver og lignende, ofte også i trækronehøjde. Arten er tæt knyttet til trævegetation og følger gerne ledelinjer i landskabet mellem dagopholdssted og fourageringsområder, men træffes også omstrejfende i helt åbent landskab. Dværgflagermusen er en delvist trækkende art, da den er blevet observeret ved udtrækssteder langs kysten i det sydlige Sverige samt flere kilometer til havs (Ahlén et al. 2009).

Dværgflagermus var fåtallig i alle tre undersøgelsesperioder, hvor den kun udgjorde 1-3 % af alle registreringer i området (se Tabel 3-5).

Dværgflagermus er en tidligt udflyvende art (under 30 minutter efter solnedgang). Sidst i yngletiden (P2) og i træktiden (P3) blev de første flagermus registreret omkring en halv time efter solnedgang ved detektor 2 (se Tabel 7 og 8). Der kan således have været yngle- eller rastepladser for dværgflagermus i nærheden af projektområdet.

Kollisionsrisiko

Dværgflagermus hører til blandt de syv flagermusarter, der oftest bliver fundet kollisionsdræbt under vindmøller (Dürr 2023), da den ofte flyver i åbent landskab og trækker over store afstande.

Pipistrelflagermus

Pipistrelflagermusen foretrækker bygninger både som sommer- og som vinteropholdssteder, men findes også i hule træer, ligesom dværgflagermusen. Pipistrelflagermusen minder på mange måder om dværgflagermusen, og er ligesom denne art tilknyttet løvskove, parker og haver, hvor den også jager. Her jager den typisk langs skovkanter og i lysninger og haver i mellemhøjde (2-15 m), men også højere oppe i for eksempel trækrønerne (Baagøe 1987). Pipistrelflagermusen er, ligesom dværgflagermusen, en trækkende art, som kan observeres flere kilometer til havs (Ahlén et al. 2009).

Pipistrelflagermusen var langt den hyppigste art i undersøgelsesområdet, hvor den udgjorde 61, 87 og 68 % af det samlede antal registreringer i henholdsvis periode 1, 2 og 3 (se Tabel 3). En særlig høj aktivitet af pipistrelflagermus blev målt ved detektor 2 i periode 2, hvor der i gennemsnit blev registreret 53,2 kald af pipistrelflagermus pr. time. pr. nat.

Pipistrelflagermus er, ligesom dværgflagermus, en tidligt udflyvende art (20-30 minutter efter solnedgang). I både periode 2 og 3 blev de første pipistrelflagermus registreret under en halv time efter solnedgang ved detektor 2 (se Tabel 7 og 8). Pipistrelflagermus kan derfor have haft yngle- eller rastepladser nær projektområdet i 2024.

Kollisionsrisiko

Pipistrelflagermusen flyver ofte i det åbne landskab, og den strejfer langt omkring samt trækker over store afstande. Den er derfor blandt de arter, der oftest kommer i kontakt med vindmøller. Pipistrelflagermusen er således også den art som, sammen med troldflagermus og brunflagermus, optræder langt hyppigst i opgørelser over dødfundne flagermus ved vindmøller i Europa (Dürr 2023).

Troldflagermus

Troldflagermusen er en af Danmarks mere almindelige flagermusarter, der er udbredt i det meste af landet bortset fra dele af Vest- og Nordjylland

(Elmeros et al. 2024). Troldflagermusen er en udpræget skovart, der foretrækker ældre løvskov, hvor den har sine sommerkvarterer i hule træer. Sommerkvarterer i bygninger kan dog forekomme. Den jager primært langs skovkanter, over skovveje og i skovlysninger, men også regelmæssigt i åbent landskab, særligt i nærheden af søer eller vandløb. Den lineære jagtflugt finder som regel sted i mellemhøjde (3-20 m), og den hører til de arter, der delvist benytter sig af ledelinjer i landskabet under transportflugten. Troldflagermusen trækker i store antal flere hundrede kilometer mellem sommer- og vinterkvarter.

Troldflagermus var relativ fåtallig i yngletiden, da den kun udgjorde 8 og 2 % af det samlede antal registreringer i periode 1 og 2 (se Tabel 3 og 4). Derimod var troldflagermus den næst hyppigste art i flagermusenes træktid, hvor den udgjorde 24 % af alle registreringer. Troldflagermus ser således ud til at trække igennem projektområdet om efteråret.

Troldflagermus er, ligesom dværg- og pipistrelflagermus, en tidligt udflyvende art (20-30 minutter efter solnedgang). De tidligste optagelser af troldflagermus i de tre undersøgelsesperioder var henholdsvis 51, 55 og 42 minutter efter solnedgang (se Tabel 6-8). Troldflagermus så derfor ikke ud til at have yngle- eller rastepladser nær projektområdet.

Kollisionsrisiko

Da troldflagermusen ligesom pipistrel- og brunflagermusen er en af de arter, der ofte flyver i åbent landskab og trækker over store afstande, er dens risiko for at kolliderer med vindmøller relativ høj, og den hører da også til blandt de flagermusarter, der oftest findes kollisionsdræbt under vindmøller (Dürr 2023).

Brunflagermus

Brunflagermusen er vidt udbredt i Danmark og forekommer over det meste af landet bortset fra dele af Vest- og Nordjylland (Elmeros et al. 2024). Arten benytter næsten udelukkende træhulheder både som sommer- og vinteropholdssteder, og er derfor stærkt knyttet til løvskove og lignende med ældre, åbne og varierede træbevoksninger. Den jager højt (10-1.200 m) i det frie luftrum over skovarealer, åbent landskab og vandflader, og benytter gerne faste retlinede transportruter i stor højde mellem dagopholdssteder og jagthabitater, der kan ligge mere end 10 km fra dag-/ynglekvar-

teret. Brunflagermusen er en udpræget langdistanceflyver, der trækker i store antal flere hundrede kilometer (op til 2000 km) mellem sommer- og vinterkvarter.

Brunflagermus var fåtallig i starten af yngletiden (P1), hvor den udgjorde 2 % af det samlede antal registreringer (se Tabel 3). I de to andre undersøgelsesperioder blev brunflagermus sjældnere registreret, da den her kun udgjorde 0,1 og 0,9 % af registreringerne (se Tabel 4 og 5).

Brunflagermus er en meget tidligt udflyvende art (0- 15 minutter efter solnedgang). De tidligste registreringer af brunflagermus i de tre undersøgelsesperioder var henholdsvis 46, 38 og 53 minutter efter solnedgang (se Tabel 6-8). Arten så derfor ikke ud til at have yngle- eller rastepladser nær projektområdet.

Kollisionsrisiko

Da brunflagermusen er en udpræget højtflyvende art, der fouragerer i det frie luftrum og trækker over store afstande, er risikoen for at kolliderede med vindmøller markant højere end for lavtflyvende, vegetationsbundne arter. Det er da også den flagermusart, der sammen med trold- og pipistrelflagermus hyppigst bliver fundet dræbt under vindmøller i Europa (Dürr 2023).

Sydflagermus

Sydflagermusen er en af Danmarks almindeligste flagermus, der findes over hele landet med undtagelse af dele af det nordlige Jylland og Nordøstsjælland (Elmeros et al. 2024). Arten er stærkt knyttet til mennesker, idet den året rundt udelukkende benytter huse som kvarterer. Den træffes næsten overalt i det antropogene landskab, hvor den jager over åbent agerland, langs skovkanter og levende hegn, i haver og parker og lignende steder. Den strejfer meget omkring i landskabet og både jagt- og transportflugten foregår generelt i højder mellem 2 og 20 m, lejlighedsvis også i større højder.

I starten af yngletiden var sydfagermus den næst hyppigste art i området, da den udgjorde næsten 10 % af det samlede antal registreringer (se Tabel 3). I de to andre undersøgelsesperioder var sydfagermus fåtallig, da den kun udgjorde 2-3 % af alle registreringer i periode 2 og 3 (se Tabel 4 og 5).

Sydflagermus er, ligesom brunflagermus, en tidligt

udflyvende art (under 15 minutter efter solnedgang). De tidligste registreringer af sydfagermus i de tre undersøgelsesperioder var henholdsvis 34, 22 og 39 minutter efter solnedgang (se Tabel 6-8). Det tydede på, at sydfagermus ikke havde yngle- eller rastepladser nær projektområdet.

Kollisionsrisiko

Da sydfagermusen jævnligt både flyver og fouragerer ret højt i åbent landskab, og generelt strejfer meget omkring, forventes kollisionsrisikoen for denne art at være relativt høj. I Dürs (2023) opgørelse over dødfundne flagermus under europæiske vindmøller, er sydfagermus dog ikke blandt de 10 hyppigst dødfundne flagermusarter. Artens adfærd ser således ikke ud til at bringe den i særlig stor risiko for at kolliderede med vindmøller.

Skimmelflagermus

I Danmark er skimmelflagermusen almindeligt forekommende i det nordøstlige Sjælland, mens den i resten af landet forekommer mere spredt (Elmeros et al. 2024). Ligesom sydfagermusen er skimmelflagermusen i Danmark helt afhængig af bygninger både som vinter- og sommerkvarterer. Arten jager, ligesom brunflagermusen, i det frie luftrum, som regel højt (> 15 m) over åbent landskab og vandflader samt over trævegetation, og er kendt for at strejfe vidt omkring og trække over længere afstande mellem sommer- og vinteropholdssteder.

Skimmelflagermusen var, ligesom brun- og sydfagermus, hyppigst i starten af yngletiden, hvor den udgjorde 7 % af det samlede antal registreringer (se Tabel 3). I de to andre undersøgelsesperioder var sydfagermus fåtallig til sjælden, da den kun udgjorde 1,5 og 0,7 % af alle registreringer i henholdsvis periode 2 og 3 (se Tabel 4 og 5).

Skimmelflagermus er normalt en sent udflyvende art (30-45 minutter efter solnedgang). Arten ser ud til at have haft yngle- eller rastepladser nær projektområdet i alle tre perioder, hvor de tidligste optagelser af arten blev gjort henholdsvis 30, 12 og 21 minutter efter solnedgang (se Tabel 6-8).

Kollisionsrisiko

I kraft af dens flyvehøjde og jagtadfærd er skimmelflagermus, ligesom brunflagermus, generelt mere udsat for at kolliderede med vindmøller end arter, der flyver og fouragerer i lavere højder. Regelmæssige fund af døde skimmelflagermus ved vindmøller i Europa bekræfter dette (Dürr 2023).

Brun Langøre

Brun langøre er spredt forekommende over det meste af landet på nær i dele af Nord- og Vestjylland (Elmeros et al. 2024). Arten benytter typisk lader, store lofter og andre bygninger som opholdssted om sommeren, men holder også til i hule træer. Brun langøre overvintrer oftest på utilgængelige steder i bygninger og i hule træer. Under transportflugten flyver den typisk lavt (0,5-3 m) over jorden, men kan også flyve i højder på 10-15 m eller mere (Baagøe 1987). Jagten foregår omkring træer og bygninger, men også indendørs i for eksempel store lader.

Brun langøre var sjælden i området ved Emmerlev, hvor den i gennemsnit kun blev registreret 0,01-0,22 gange pr. time pr. nat ved de fire detektorer i de tre undersøgelsesperioder (se Tabel 3-5).

Brun Langøre flyver ud 30-70 minutter efter solnedgang. Der var således ikke noget, som tydede på, at arten yngede eller rastede nær projektområdet i 2023, da de tidligste registrering af arten var henholdsvis 131, 84 og 84 minutter efter solnedgang i de tre undersøgelsesperioder.

Kollisionsrisiko

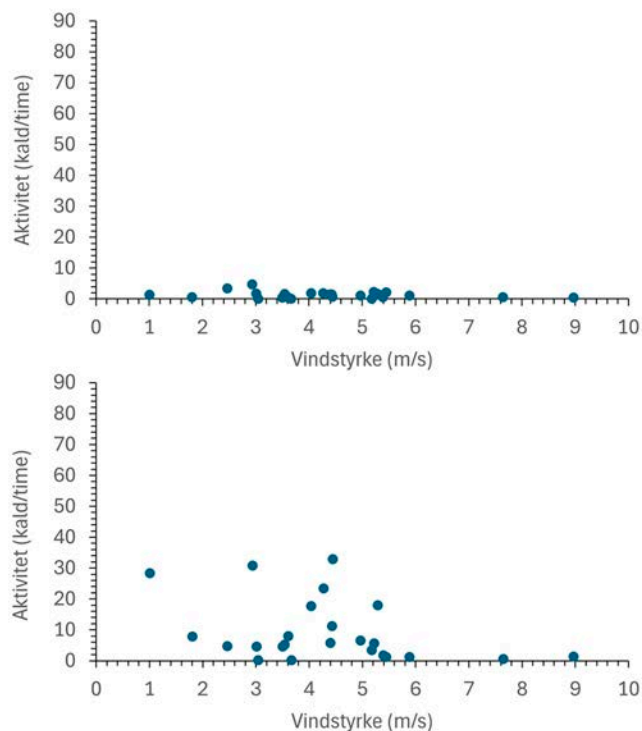
Brun langøre er en relativt stationær art, som flyver lavt i det åbne landskab. Arten antages derfor ikke at være særligt udsat for at kollidere med vindmøller, og findes da heller ikke så hyppigt dræbt under vindmøller (Dürr 2023).

4. Flagermusaktivitet i forhold til vindstyrke

I Figur 6-8 er flagermusaktiviteten vist som det gennemsnitlige antal kald per time i de to natteperioder i forhold til den gennemsnitlige vindstyrke ved de to vindmøller, hvor der blev registreret flagermus i 2024. Detektor D1 stod, som nævnt, på åben mark ved en af de sydlige møller, mens D2 stod ved det levende hegn ved den nordligste mølle.

I den første periode af yngletiden var der en meget lav flagermusaktivitet ved D1, mens der ved D2 stort set ikke var flagermusaktivitet ved vindstyrker over 5 m/s (se Figur 6).

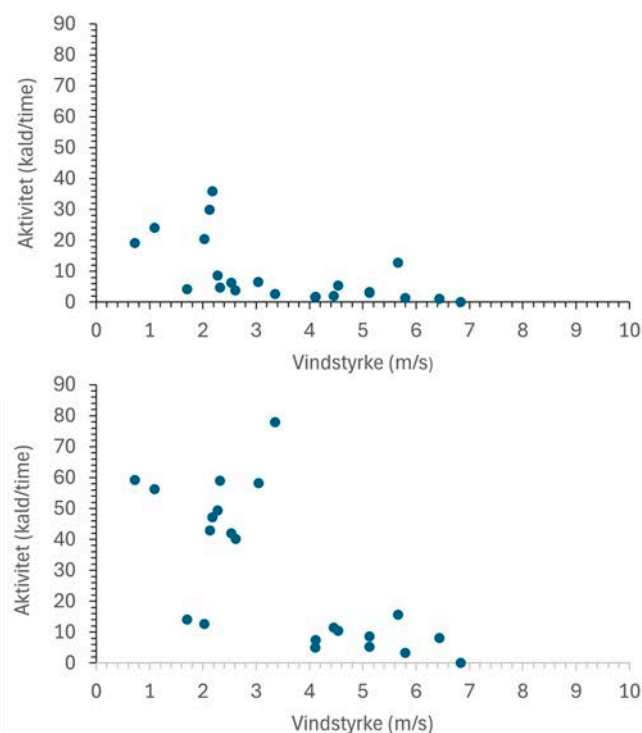
I slutningen af yngletiden var der en lav aktivitet af flagermus ved D1 ved vindstyrker på over 2,5 m/s. I denne periode blev den højeste flagermusaktivitet målt ved D2 ved vindstyrker under 3 m/s, mens der over 3 m/s kun var en forholdsvis lav aktivitet



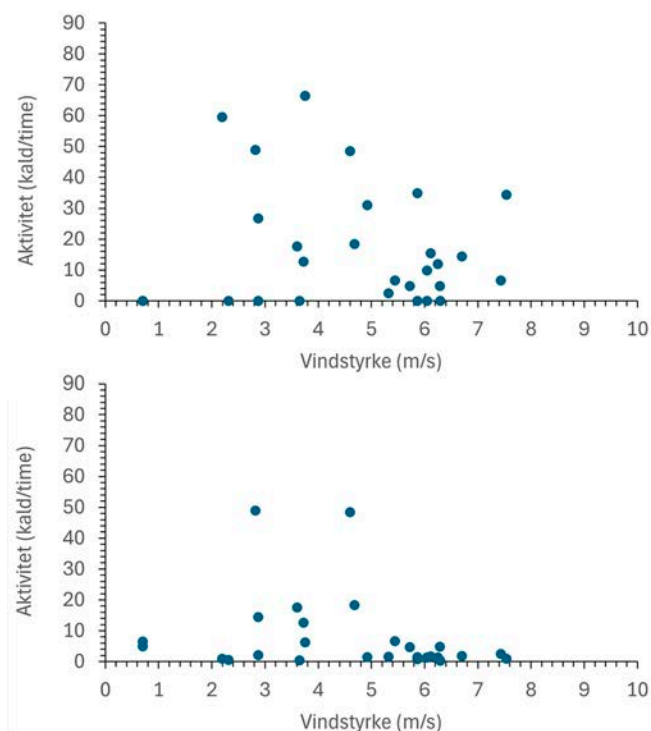
Figur 6. Flagermusaktiviteten i forhold til den gennemsnitlige vindstyrke ved detektor D1 (øverst) og D2 (nederst) i periode 1 (20. juni - 2. juli).

ved detektoren, som stod ved det levende hegn ved den nordligste mølle (se Figur 7).

I unge- og træktiden blev de højeste flagermusaktiviteter målt ved vindstyrker på under 4 m/s ved



Figur 7. Flagermusaktiviteten i forhold til den gennemsnitlige vindstyrke ved detektor D1 (øverst) og D2 (nederst) i periode 2 (29. juli - 9. august).



Figur 8. Flagermusaktiviteten i forhold til den gennemsnitlige vindstyrke ved detektor D1 (øverst) og D2 (nederst) i periode 3 (26. august - 9. september).

D1, men der var aktivitet af flagermus omkring møllen på åben mark op til vindstyrker på 7,5 m/s. Ved D2 var der i denne periode kun en meget lav aktivitet ved vindstyrker på over 5 m/s (se Figur 8).

5. Konklusion

Der var en høj flagermusaktivitet i projektområdet i alle tre undersøgelsesperioder, hvor pipistrelflagermus var langt den hyppigst registrerede art i området. Den højeste aktivitet blev målt i slutningen af yngletiden, hvor der var en speciel høj aktivitet af pipistrelflagermus ved detektor 2, som stod i et levende hegn nær en af de nuværende vindmøller.

De højeste flagermusaktiviteter ved vindmøllerne i området blev registreret ved vindstyrker under 4 m/s, og der var kun en meget lav flagermusaktivitet ved møllerne ved vindstyrker over 7 m/s.

Flagermusene benyttede hyppigt de levende hegn i området til ledelinjer og fouragering, men de fouragerede også ved søerne i området, samt omkring de nuværende vindmøller.

Vand-, dam-, dværg-, pipistrel og skimmelflagermus kan have haft yngle- eller rastepladser nær projektområdet.

6. Referencer

Ahlén, I. 2002: Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. - Fauna Flora, Stockholm 97: 14-22.

Ahlén I. 2010: Vindkraft kræver hensyn till fauna och känslig natur. - Kungliga Skogs- och Lantbrukssakademiens Tidskrift 3: 22-27.

Ahlén I. 2010: Vindkraft kræver hensyn till fauna och känslig natur. - Kungliga Skogs- och Lantbrukssakademiens Tidskrift 3: 22-27.

Ahlén, I., Baagøe, H.J. & Bach, L. 2009: Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. - Journal of Mammalogy 90 (6):1318-1323.

Baagøe HJ 1987: The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. - Pages 57-74 in M. B. Fenton, P. Racey, and J. M. V. Rayner editors. Recent advances in the study of bats. Cambridge University Press, Cambridge.

Bach, L. & Rahmel, U. 2004: Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktschätzung. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 245-252.

Bach P et al. 2022: Offshore and coastline migration of radio-tagged *Nathusius' pipistrelles*. - Conservation Science and Practice 4: e12783.

Barré K, Le Viola I, Bas Y, Julliard R & Kerbiriou C 2018: Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. - Biological Conservation 226: 205-214.

Barré K, Froidevaux JSP, Sotillo A, Roemer C & Kerbiriou C 2023: Drivers of bat activity at wind turbines advocate for mitigating bat exposure using multicriteria algorithm-based curtailment. - Science of the Total Environment 866: 161404.

Bennett VJ & Hale AM 2014: Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions. - Animal Conservation 17: 354-358.

Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (Eds.) 2011: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-shore-Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Band 4. Schriftenreihe Institut für Umweltplanung. Leibniz Universität.

Britton ARC, Jones G, Rayner JMV, Boonman AM & Verboom B 1997: Flight performance, echolocation, and foraging behaviour in pond bats, *Myotis dasycneme*. - Journal of Zoology 241: 503-522.

Dürr, T. 2023: Fledermausverluste an Wind-energieanlagen in Deutschland. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. - Brandenburg <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

Dürr, T. & Bach, L. 2004: Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 253-263.

Elmeros M, Fjederholt ET, Møller JD, Baagøe HJ, Bladt J & Kjær C 2024: Opdatering af: Håndbog om dyrearter på Habitatdirektivets Bilag IV. Del 2 – Odder og flagermus. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 185 s. - Videnskabelig rapport nr. 603.

Grodsky, S.M., Behr, M.J., Gendler, A., Drake, D., Dieterle, B.D., Rudd, R.J. & Walrath, N.L. 2011: Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. - Journal of Mammalogy 92: 917-925.

Kelm DH, Lenski J, Kelm V, Toelch U & Dziok F 2014: Seasonal bat activity in relation to distance to hedgerows in an agricultural landscape in central Europe and implications for wind energy development. - Acta Chiropterologica 16: 65-73.

Kruszynski C, et al. 2022: High vulnerability of juvenile *Nathusius' pipistrelle* bats (*Pipistrellus nathusii*) at wind turbines. - Ecological Applications 32: e2513.

Kunz, T.H., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Hoar, A.R., Johnson, G.D., Larkin, R.P., Strickland, M.D., Thresher, R.W. & Tuttle, M.D. 2007: Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. - Frontiers in Ecology and the Environment 5: 315-324.

Middleton N, Froud A & French K 2022: Social calls of the bats of Britain and Ireland. - Pelagic Publishing.

Møller, D.J., Baagøe, H.J. & Degn, H.J. 2013: Forvaltningsplan for flagermus. Beskyttelse og forvaltning af de 17 danske flagermusarter og deres levesteder. - Naturstyrelsen, Miljøministeriet. København.

Natural England 2014: Bats and onshore wind turbines (Interim guidance), Third edition. - Natural England Technical Information Note TIN051.

Reusch C, Paul AA, Fritze M, Kramer-Schadt S & Voigt CC. 2023. Wind turbines in forests conflict with habitat use of tree-roosting bats. - Current Biology. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.12.050>.

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M-J., Goodwin, J. & Harbusch, C. 2008: Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Wind-energieprojekten. - EUROBATS Publication Series No. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn. www.eurobats.org

Roeleke M, Blohm T, Kramer-Schadt S, Yovel Y & Voigt CC. 2016: Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. - Scientific Reports 6: 1–9.

Russ J 2021: Bat calls of Britain and Europe. A guide to species identification. - Pelagic Publishing.

Rydell J, Engström H, Hedenström A, Larsen JK, Pettersson J & Green M 2012: The effect of wind power on birds and bats: a synthesis report. - Report 6511. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Saha T, Genoud AP, Williams GM & Thomas BP 2023: Monitoring the abundance of flying insects and atmospheric conditions during a 9-month campaign using an entomological optical sensor. - Scientific Reports 13: 15606.

Schaub A, Ostwald J & Siemers BM 2009: Foraging bats avoid noise. - Journal of Experimental Biology 212: 3174-3180.

Schuster E, Bulling L & Köppel J 2015: Consolidating the state of knowledge: a synoptical review of wind energy's wildlife effects. - Environmental Management 56: 300-331.

Seebens-Hoyer A, Bach L, Bach P, Pommeranz H, Götsche M, Voigt C, Hill R, Vardeh S, Götsche M,

Matthes H 2021: Fledermausmigration über der Nord- und Ostsee. - NABU Mecklenburg-Vorpommern, Bundesamt für Naturschutz und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Voigt CC, Schneeberger K, Voigt-Heucke SL & Lewanzik D 2011: Rain increases the energy cost of bat flight. - *Biology letters* 7: 793-795.

Voigt CC, Popa-Lisseanu AG, Niermann I & Kramer-Schadt S. 2012: The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. - *Biological Conservation* 153: 80-86.

Voigt CC, Lehnert LS, Petersons G, Adorf F & Bach L 2015: Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. - *European Journal of Wildlife Research* 61: 213-219.

Voigt CC & Kingston T (red.) 2016: Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world. - Springer Open.

Voigt CC, Bernard E, Huang JC-C, Frick WF, Kerbiriou C, MacEwan K, Mathews F, Rodríguez-Durán A, Scholz C, Webala PW, Welbergen J & Whitby M 2024: Toward solving the global green-green dilemma between wind energy production and bat conservation. - *BioScience* 74: 240-252.

Wellig SD, Nusslé S, Miltner D, Kohle O, Glaizot O, Braunisch V, Obrist MK & Arlettaz R 2018: Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. - *PLoS ONE* 13(3): e0192493.

Wieringa JG, Carstens BC & Gibbs HL. 2021: Predicting migration routes for three species of migratory bats using species distribution models. - *PeerJ* 9: e11177.