

Jammerland Bugt Havmøllepark

Forslag til vilkår i forhold til beskyttelsen
af flagermus



Jammerland Bugt Havmøllepark

Forslag til vilkår i forhold til beskyttelsen af flagermus

Project name **Jammerland Bugt Flagermus Jammerland Bugt Havmøllepark**
Project no. **1100059608**
Recipient **Energistyrelsen**
Document type **Notat**
Version **3.0**
Date **22-10-2024**
Prepared by **CBGR, JCNN**
Checked by **EKLN, EKLN**
Approved by **MTKI**
Description **Notat med forslag til vilkår i forhold til beskyttelsen af flagermus i forbindelse med Jammerland Bugt Havmøllepark**

Ramboll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 Copenhagen S
Denmark

T +45 5161 1000
<https://ramboll.com>

Ramboll Danmark A/S
DK reg.no. 35128417

Indhold

1.	Baggrund og forslag til vilkår	2
2.	Vidensgrundlag: Perioder med flagermus i området omkring Jammerland Bugt	4
2.1	Fyns Hoved	4
2.2	Stavreshoved	5
2.3	Reersø	5
2.4	Asnæs	5
2.5	Sprogø	6
2.6	Havmøllerne nord for Sprogø	6
2.7	Opsummering af registrerede flagermus	6
2.8	Konklusion: Perioder med flagermus i området omkring Jammerland Bugt	6
3.	Vidensgrundlag: Flagermus over havet i forhold til vindhastighed	7
3.1	Konklusion: Flagermus over havet i forhold til vindhastighed	9
4.	Vidensgrundlag: Flagermus flyvetid på døgnet	10
4.1	Konklusion: Flagermus flyvetid på døgnet	13
5.	Vidensgrundlag: Flagermusaktivitet og temperatur	13
5.1	Konklusion: Flagermusaktivitet og temperatur	14
6.	Vidensgrundlag: Flagermusaktivitet og nedbør	15
7.	Eksempler på vilkår fra andre lande	15
7.1	Sverige	15
7.2	Holland	16
8.	Referencer	17

1. Baggrund og forslag til vilkår

For havvindmølleprojektet ved Jammerland Bugt er der behov for rådgivning til formuleringen af et vilkår vedrørende flagermus. Dette vilkår skal fungere som en afbødende foranstaltning for at beskytte flagermus. For at sikre, at vilkåret er solidt underbygget, er der udarbejdet et notat med en faglig redegørelse, der integrerer den nyeste viden på området.

Erfaringer fra bl.a. Holland og Nordamerika viser, at den mest effektive måde at begrænse risikoen for fatale kollisioner mellem flagermus og vindmøller på havet er ved at begrænse vindmølle drift (refereret til som "curtailment") ved at hæve vindhastighedsgrænsen for opstarten af vindmøllerne (cut-in-speed). En sådan justering af mølledriften bør indføres de perioder af året, hvor der er størst risiko for forekomst af flagermus, i det tidsrum på døgnet hvor flagermusen forekommer over havet.

Undersøgelserne foretaget i foråret 2021 i områderne omkring Jammerland Bugt Havmøllepark viste relativt høj aktivitet af trolde- og dværgflagermus, hvilket kan være udtryk for trækkende dyr. I efteråret 2021 blev der registreret høj aktivitet af trolde-, dværg-, brun- og skimmelflagermus i visse områder, hvilket ligeledes kan være et udtryk for trækkende dyr. De fleste af registreringerne er dog foretaget på land, hvilket kan gøre det vanskeligt at vurdere, hvorvidt flagermusene egentlig trækker, især fordi der kun er få registreringer til havs (Sprogø og møllerne), og de få observationer betragtes mest af alt som tilfældigheder. For Jammerland bugt er der ikke data for flyvetider tilgængelige. Af den grund kan der ikke siges noget konkret om, hvornår flagermus i dette område af Storebælt er aktive. Derfor er der også inddraget data fra andre undersøgelser i vurderingen.

Data fra vindmøllerne ved Sprogø viser, at langt størstedelen af registreringerne er fundet sted ved vindhastigheder på under 6 m/s. Analysen viser, at de fleste observationer skete ved vindhastigheder på mellem 3 og 5 m/s, og 94 % af registreringerne er foretaget ved vindhastigheder under 6 m/s. Dog er datagrundlaget begrænset, da det bygger på ganske få registreringer, og derfor er det også understøttet af eksisterende viden fra udenlandske studier. På baggrund af dette anbefales et cut-in speed på 6 m/s.

På baggrund af undersøgelserne samt viden om forskellige arters trækperioder i løbet af et år, anbefales det, at der sættes begrænsninger på møllernes drift gældende fra 1. april til 30. oktober. På basis af udenlandske undersøgelser vurderes det, at flagermus kun sjældent forekommer omkring vindmøller før ca. en time efter solnedgang, formentlig fordi det tager tid for flagermusene at flyve så langt ud over havet. Dog kan der forekomme rastende flagermus på f.eks. platforme der er aktive lidt tidligere på natten. Aktiviteten forsætter normalt frem til omkring solopgang. Derfor vurderes det at restriktionerne for havmølleparker indføres fra solnedgang til solopgang. Baseret på hollandske erfaringer, hvor arts sammensætningen er sammenlignelig med Danmark, er 11 grader vurderet at være en rimelig grænse for væsentlig flagermusaktivitet over havet.

Der er kun begrænset viden om flyvehøjder og ikke nok data til at der kan formuleres vilkår i tilknytning til dette tema. Mere viden om de enkelte arters flyvehøjde vil kunne give vigtig information og kollisionsrisiko og muliggøre tilpasninger i forhold til møllehøjde og air-gap.

På baggrund af det foreliggende vidensgrundlag foreslås følgende vilkår:

Forslag til vilkår for Jammerland Bugt Havmøllepark:

Kort form: Cut-in-speed hæves til 6 m/s fra solnedgang til solopgang i perioden 1. april til 30. oktober.

Detaljeret beskrivelse: I perioden 1. april til midt 30. oktober skal møllerne stå stille, eller dreje med en maksimal vingespids hastighed på 50 km/t, fra solnedgang til solopgang, når middelvinden målt i 10-minuttersintervaller i nacellehøjde er under 6 meter per sekund. Reguleringen gælder ikke, hvis temperaturen målt i nacellehøjde er under 11 °C og i tilfælde af kraftig regn. Kraftig regn defineres som mere end 1 mm per 10-minuttersinterval.

Mulighed for tilpasning af vilkår: Hvis mølleejeren kan fremlægge detaljeret dokumentation om relationen mellem forekomsten af flagermus i projektområdet og vindhastighed, vindretning, temperatur og nedbør, kan vilkåret justeres således at tidsperioderne kun afspejler de perioder, hvor der forekommer flagermus. Data indsamlet før opførelsen af møllerne kan bidrage til en sådan justering. Men målinger før opførelse bør opfølges af målinger når møllerne er i drift, da flagermusenes adfærd og forekomst kan påvirkes af møllerne. Overvågning af møllerne i driftsfasen bør inddrage både undersøgelser ved basis af møllerne og i nacellehøjde. Det vil være relevant at undersøge flagermusenes flyvehøjde omkring møllerne ved forskellige vindhastigheder for at klarlægge, hvorvidt der vil være risiko for kollisioner eller ej. Hvis det f.eks. forholder sig sådan, at flagermus foretrækker at flyve lavt henover vandet (hvor vindhastigheden er mindst), ved vindhastigheder på mere end 6 m/s i nacellehøjde, vil der ikke være risiko for kollisioner, da moderne havvindmøllers air gap er min. 25 m. Det forventes at data fra sådanne undersøgelser vil kunne reducere behovet for driftsregulering betydeligt.

2. Vidensgrundlag: Perioder med flagermus i området omkring Jammerland Bugt

I alt var der i 2021 placeret 16 detektorer fordelt på 6 lokaliteter, Asnæs, Reersø, Fynshoved, Stavreshoved, Sprogø og vindmøllerne ved Sprogø (se de grønne og røde romber på Figur 3 i flagermuskortlægningen af WSP). Detektorerne registrerer alt flagermusaktivitet fra ½ time før solnedgang til ½ time efter solopgang, som er den periode hvor flagermus er aktive. Placeringen af detektorerne er udvalgt med det formål at opfange aktivitet af trækkende flagermus. De eksakte placeringer er baseret på en generel viden om flagermusadfærd omkring levende hegn, skovkanter og fugtige områder langs kysten.

Til kortlægning af flagermusaktiviteten er anvendt et system af lyttebokse, 'AudioMoth', som automatisk optager lydfiler, som siden kan analyseres for alle typer af flagermusaktivitet i en radius af ca. 20-100 meter omkring detektoren. Aktivitetsmålet er udtrykt som antal registreringer per nat. Alle registreringer er henført til art eller artsgruppe.

Resultaterne fra AudioMoth lytteboksene er udsorteret med en software Kaleidoscope, så kun de filer der indeholder observationer af flagermus (dvs. navigationssignaler) er analyseret videre. Filerne er gennemgået manuelt i programmerne Kaleidoscope (Wildlife Acoustics) og BatSound (Pettersson Elektronik). Alle optagelser af flagermus er optaget og lagret som wav-filer med 5 sekunders lyd fra 10.000 kHz og op til 150.000 kHz.

Aktivitetsmålet fra de faste lyttebokse er udtrykt i antal registreringer af flagermusaktivitet per nat. Dette kan ikke direkte omsættes til antallet af flagermus, der passerer et givent område, da der både kan være tale om forbipasserende flagermus, og flagermus der flyver omkring detektoren i en længere periode i forbindelse med fødesøgning. Også arternes forskellige styrke af navigationskrig påvirker den relative fordeling, hvor især brunflagermus, der kan høres på lang afstand, bliver registreret lidt hyppigere end de øvrige arter. Med disse forbehold er det dog en god metode til at sammenligne det pågældende område med andre lignende områder.

På Fyns Hoved, Stavreshoved, Sprogø, Reersø og Asnæs, blev der overvåget forår (medio marts til medio maj) og efterår (medio august til medio oktober). I foråret var der fire perioder med lytning (16/3 - 22/3, 31/3 - 7/4, 15/4 - 22/4 (denne periode mangler på Stavreshoved) og 29/4 - 7/5 (til 9/5 ved Reersø og Sprogø). I efteråret var der ligeledes fire perioder med lytning (23/8 - 31/8, 8/9 - 16/9, 20/9 - 27/9 og 4/10 - 11/10).

Detektorerne på havmøllerne ved Sprogø lavede overvågning om sommeren (4/6- 28/6 og 2/7-12/7), mens detektorerne på selve Sprogø overvågede både forår, sommer og efterår.

Nedenfor er kort refereret resultaterne fra flagermusundersøgelserne på de seks lokaliteter.

2.1 Fyns Hoved

Det er registreret få flagermus på Fyns Hoved. Troldflagermus og dværgflagermus er de arter der blev registreret oftest. Brunflagermus blev kun registreret to gange i efteråret. Sydflagermus og vandflagermus blev registreret enkelte gange i efteråret. Der er ingen tegn på væsentlig trækaktivitet på Fynshoved hverken forår eller efterår.

Registreringerne af både trolde- og dværgflagermus er så jævnt fordelt over hele sæsonen, at der vurderes at være tale om dyr fra små lokale bestande (se Figur 5 og 6 i flagermuskortlægningen af WSP).

2.2 Stavreshoved

Der var mere flagermusaktivitet ved Stavreshoved end ved Fyns Hoved. Især dværgflagermus var meget hyppig i området og det er muligt, at der er en ynglekoloni i skoven. De to egentlige trækflagermus, brunflagermus og troldeflagermus optrådte kun i relativt lille antal og jævnt fordelt ud over hele foråret. Der ses ikke noget der indikerer et væsentligt træk i området om foråret. Dog kan en lidt højere aktivitet af især troldeflagermus i slutningen af april og starten af maj være et udtryk for trækkende dyr.

I efteråret var aktivitetsniveauet af både dværgflagermus, troldeflagermus og brunflagermus højere end i foråret, og det vurderes, at dele af denne aktivitetsstigning kan tilskrives trækkende flagermus. Særligt troldeflagermus udviste et mønster med meget høj aktivitet på ganske få dage, hvilket stort set udelukker, at der var tale om flagermus fra lokale bestande. Særlig høj aktivitet er målt nætterne efter 16. og 27. september 2021, som havde relativt stille vejr, med vindhastigheder under 5 m/s (kilde DMIs vejrarkiv). Det vurderes derfor, at den høje aktivitet af troldeflagermus disse nætter kan skyldes flagermus, der har krydset bæltet. Aktiviteten af brunflagermus er fordelt på flere nætter med højest aktivitet midt i september. Dette mønster kan skyldes, at brunflagermus er en større art, og derfor generelt kan flyve i nætter med lidt kraftigere vind (Ahlén et al., 2009). Derfor ses ikke den samme "ketchup-effekt", som ved troldeflagermus. Det vurderes at registreringerne af brunflagermus i efteråret overvejende skyldes trækkende dyr, da antallet af registreringer i foråret er meget lavt og antallet af registreringer i efteråret er meget svingende. Hvis der var tale om lokale flagermus ville det forventes at aktiviteten var mere jævnt fordelt (se Figur 8, 9 og 10 i flagermuskortlægningen af WSP¹).

2.3 Reersø

Langs kysten på Reersø blev der i slutningen af april registreret en ret høj aktivitet af især dværg- og troldeflagermus, der kan være relateret til trækaktivitet. Især for troldeflagermus tyder det på trækaktivitet, da arten optræder hyppigt i en ganske kort periode omkring månedsskiftet april-maj. I efteråret ses generelt højere aktivitet hos især brun-, trolde- og dværgflagermus. Det er sandsynligt, at dette skyldes trækkende flagermus, da et mønster med relativt få dage med stor aktivitet ikke tyder på at der er lokale dyr, da disse vil optræde mere stabilt (se Figur 12, 13 og 14 i flagermuskortlægningen af WSP).

2.4 Asnæs

Der var meget få flagermusregistreringer i foråret på denne lokalitet. Der var således ingen tegn på væsentlig trækaktivitet. Den hyppigst registrerede art er dværgflagermus, med op til 5 registreringer per detektor per nat i sidste halvdel af april. Dette kan muligvis omfatte trækkende dyr, men kan også være lokale bestande fra skovene på halvøen. Trolde- og skimmelflagermus er registreret ganske få gange og brunflagermus er slet ikke registreret om foråret. Vandflagermus er registreret en enkelt gang, d. 29. april.

¹ Jammerland Bugt Kystnær Havmøllepark, Flagermuskortlægning, WSP, vers. 2.0, februar 2024.

I efteråret ses lidt mere aktivitet, dog væsentligt lavere end observeret på Reersø og ved Stavreshoved. Trolldflagermus er således en enkelt nat registreret mere end 20 gange (natten efter 15. september). Brunflagermus er kun registreret ganske få gange på Asnæs (under 3 registreringer per nat). Ovenstående tyder ikke på, at Asnæs er en væsentlig træklokalitet for trolld- og brunflagermus. Dværgflagermus forekommer med et ensartet middelhøjt antal registreringer hele efterårsperioden, hvilket sandsynligvis skyldes en lokal bestand i skovene på Asnæs der bruger området omkring spidsen til fødesøgning. Hvis der var tale om trækkende dværgflagermus ville aktivitetsniveauet være mere svingende, med nætter med høj aktivitet og nætter helt uden aktivitet (se Figur 16 og 17 i flagermuskortlægningen af WSP).

2.5 Sprogø

Sprogø besøges regelmæssigt af flagermus både forår og sommer. Generelt er der dog tale om lav aktivitet og i de fleste tilfælde formentligt enkelte dyr, der passerer hen over øen. Om efteråret er der lidt flere registreringer, og det er sandsynligt, at øen passeres regelmæssigt af trækkende brun-, trolld-, dværg- og skimmelflagermus. Men aktivitetsniveauet er lavt sammenlignet med Reersø og Stavreshoved (se Figur 19, 20, 21 og 20 i flagermuskortlægningen af WSP).

2.6 Havmøllerne nord for Sprogø

Nord for Sprogø står der syv havvindmøller. Disse vindmøller står med en minimumsafstand på ca. 7 km til fastland (Sjælland og Fyn). De står mere centralt i Storebælt, men kun 800 m nord for en lille ø (Sprogø) som er forbundet med fastlandet via en mulig ledelinje i form af Storebæltbroen. Havvindmøllerne er placeret ca. 20 km syd for projektområdet og i det samme farvand (Storebælt). Flagermusaktivitet omkring havmøllerne blev undersøgt i sommerperioden (juni-juli). Generelt er der meget få registreringer og forekomsterne må for de fleste arter betegnes som tilfældige. Den 13. juli 2021 var der dog flere registreringer af brunflagermus og skimmelflagermus (se Figur 24 i flagermuskortlægningen af WSP). Denne nat var ideel for fødesøgende flagermus, da der var vindhastigheder på under 5 m/s, relativ høj luftfugtighed og en temperatur ved solnedgang på ca. 15 grader (Kilde DMIs vejarkiv).

2.7 Opsummering af registrerede flagermus

Samlet set for de seks lokaliteter er der registreret følgende flagermusarter: trolldflagermus, dværgflagermus, brunflagermus, sydflagermus, vandflagermus og skimmelflagermus. Alle de registrerede flagermusarter er på den danske rødliste kategoriserede som livskraftige (LC) (Aarhus Universitet, n.d.). Der er flere registreringer af flagermus fra lyttebokse der står på land (hhv Fyn og Sjælland), mens der er færre registreringer fra områder på havet: Sprogø og Havvindmøller ved Sprogø. På havet blev der kun registreret fire arter af flagermus: brun-, trolld-, dværg- og skimmelflagermus

2.8 Konklusion: Perioder med flagermus i området omkring Jammerland Bugt

Undersøgelserne foretaget i foråret 2021 i områderne omkring Jammerland Bugt Havmøllepark viste relativt høj aktivitet af trolld- og dværgflagermus, hvilket kan være udtryk for trækkende dyr. I efteråret 2021 blev der registreret høj aktivitet af trolld-, dværg-, brun- og skimmelflagermus i visse områder, hvilket ligeledes kan være et udtryk for trækkende dyr. De fleste af registreringerne er dog foretaget på land, hvilket kan gøre det vanskeligt at vurdere, hvorvidt flagermusene egentlig trækker, især fordi der kun er få registreringer til havs (Sprogø og møllerne), og de få observationer betragtes mest af alt som tilfældigheder. Vi kender ikke til flagermusenes flyvehøjder ud fra de foretagne undersøgelser, hvilket ellers kan være relevant i forhold til risiko for kollisioner. Der er

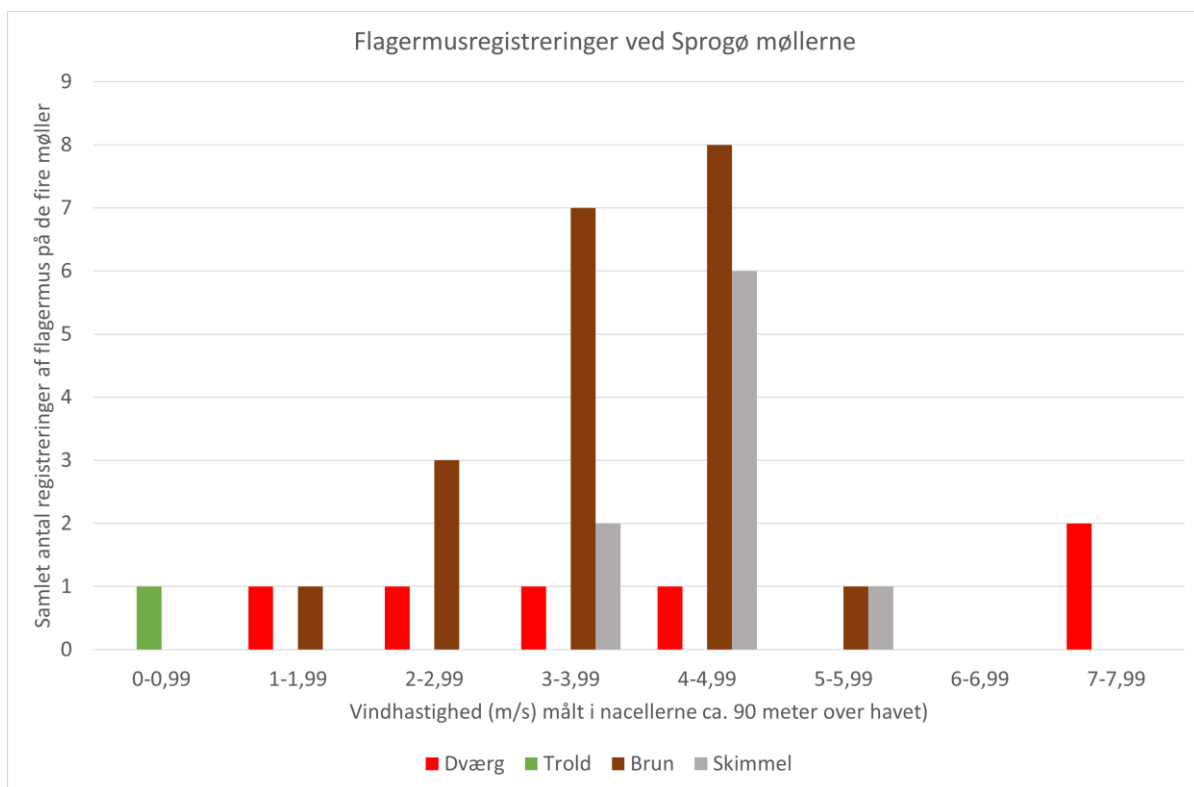
meget begrænset viden om hvilke højder flagermus passerer over havet på træk. Observationer af troldflagermus tyder på relativt lave flyvehøjder, men det må forventes, at store flagermus, som brunflagermus og skimmelflagermus, kan flyve væsentligt højere (Christensen, 2023).

På baggrund af undersøgelserne samt viden om forskellige arters trækperioder i løbet af et år, anbefales det, at der sættes begrænsninger på møllernes drift gældende fra 1. april til 30. oktober.

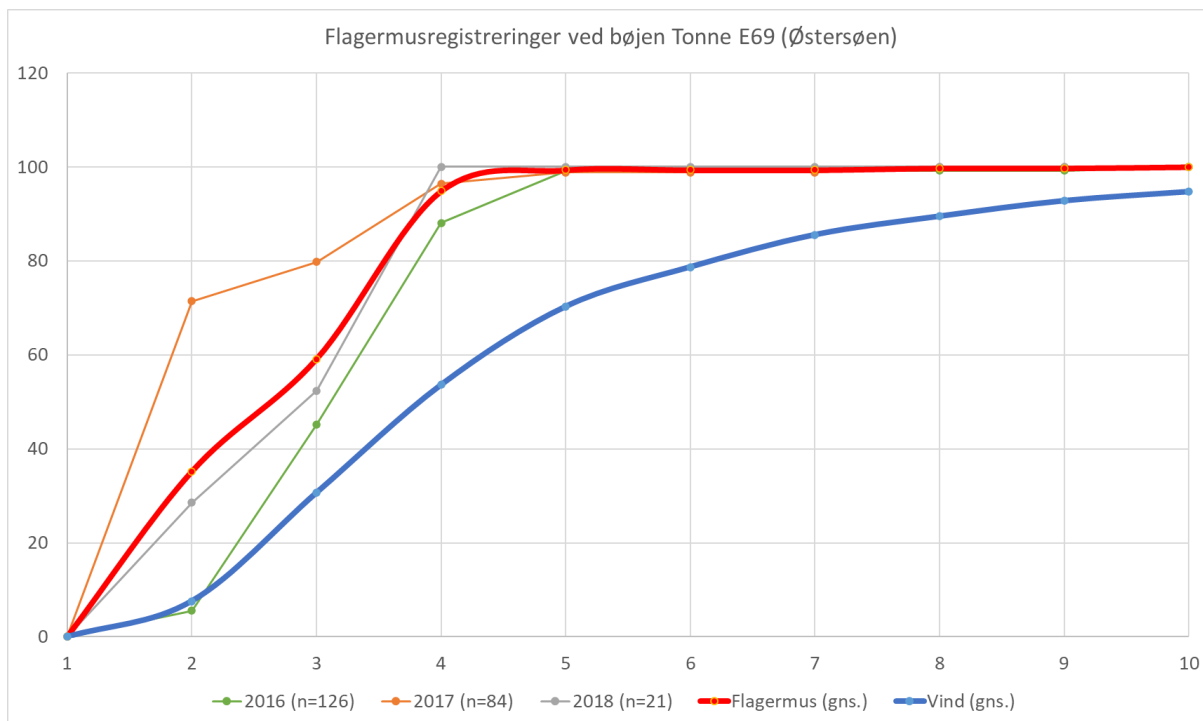
3. Vidensgrundlag: Flagermus over havet i forhold til vindhastighed

Ud fra registreringerne ved Sprogø er der udarbejdet en analyse over flagermusregistreringer ved forskellige vindhastigheder (Figur 3-1). Det skal nævnes, at analysen kun er foretaget over de få registreringer, der er fra undersøgelserne på havet ved vindmøllerne ved Sprogø. Det er vurderet at de havbaserede registreringer er mere retvisende end de registreringer der er foretaget på land. Analysen viser, at de fleste flagermusforekomster skete ved vindhastigheder på mellem 3 og 5 m/s, og 94 % af registreringerne er foretaget ved vindhastigheder under 6 m/s. Der er nogle få registreringer fundet ved højere vindhastigheder, op til 8 m/s. Dette gælder dog kun to registreringer ud af i alt 36. DMI måler normalt vindhastigheder fra master i 10 meters højde over havoverfladen. Der kan være højere vindhastigheder i nacellehøjde offshore end på land i 10 meters højde. Der kan desuden være læmuligheder på land som gør at flagermusene flyver i perioder, hvor middelvinden er højere end optimalt for arterne. Ud fra de tilgængelige data tyder det på, at langt størstedelen af flagermus, som forekommer ude til havs over denne del af Storebælt, undlader at trække over havet, når det blæser mere end 6 m/s.

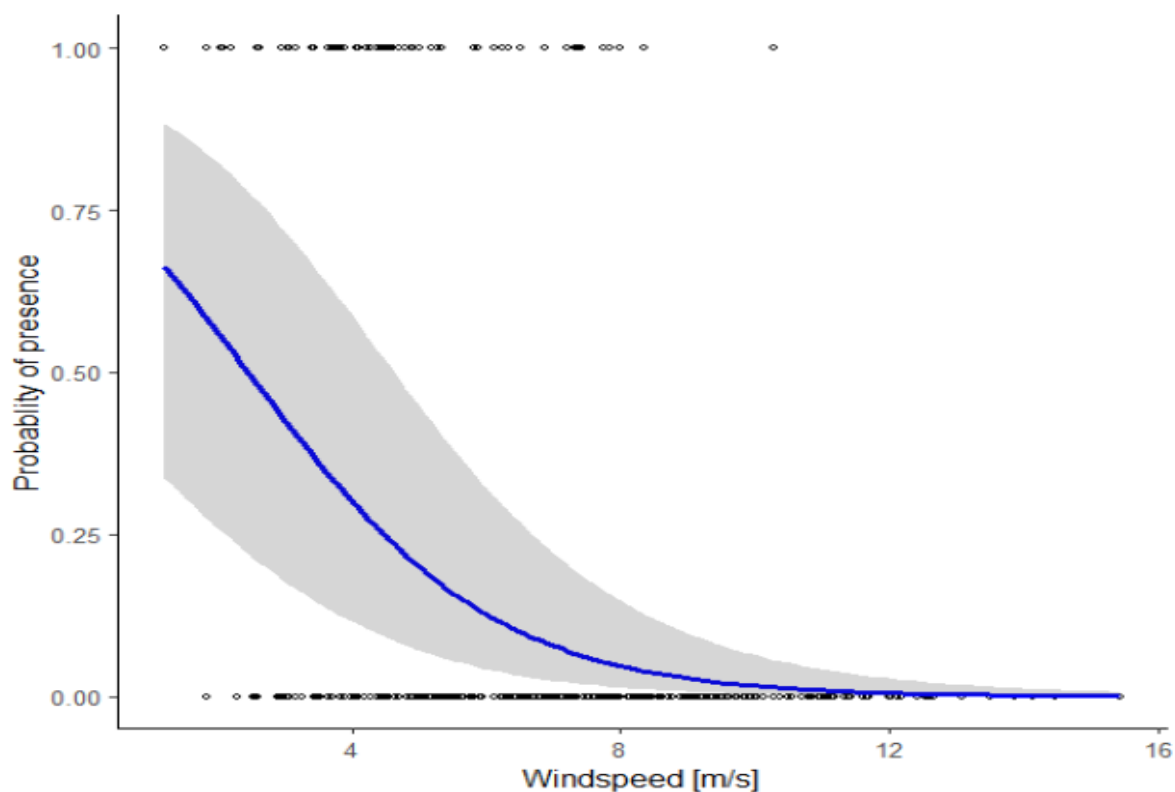
Der er efterhånden en række artikler og rapporter der adresserer forholdet imellem forekomsten af flagermus over havet og vindhastigheden (Brabant et al., 2019, 2021; Lagerveld et al., 2021; Seebens-Hoyer et al., 2022). Disse studier viser, at størstedelen af flagermusobservationerne over havet er i nætter med svag vind. En analyse fra Kriegers Flak (WSP, 2024) viser, at 90 % af alle flagermusregistreringer flyver ved vindhastigheder under 6 m/s. Troldflagermus blev dog observeret ved højere vindhastigheder, dog var 90 % af brunflagermusene registreret ved vindhastigheder under 7 m/s. Et studie fra Tyskland finder ingen flagermusaktivitet omkring en bølge i Østersøen ved vindhastigheder over 5 m/s (Figur 3-2). Undersøgelserne bruger dog vindhastigheden målt ved havoverfladen, hvilket ikke direkte kan overføres til vindhastigheden i nacellehøjde. Et studie fra Nordamerika samlede offentligt tilgængelige studier, der evaluerede begrænsning/reduktion af vindmølle drift (refereret til som "curtailment") ved seks vindenergianlæg i Nordamerika over en periode på 10 år. De fandt ud af, at begrænsningen reducerede det samlede antal flagermusdødsfald med 33% for hver 1 m/s øget vindhastighedsbegrænsning. Og en cut-in speed på 5 m/s blev estimeret til at reducere det totale antal flagermusdødsfald med 62% i gennemsnit (Whitby et al., 2024).



Figur 3-1 Samlet antal flagermusregistreringer fra detektorerne ved Sprogø fra 2021.



Figur 3-2 Relation imellem den summerede flagermus aktivitet og vindhastigheden omkring en bøje i Østersøen. Data fra Seebens-Hoyer et al., 2022.



Figur 3-3 Relation imellem flagermusforekomst og vindhastighed modelleret ud fra hollandske data (figur fra Lagerveld et al., 2021).

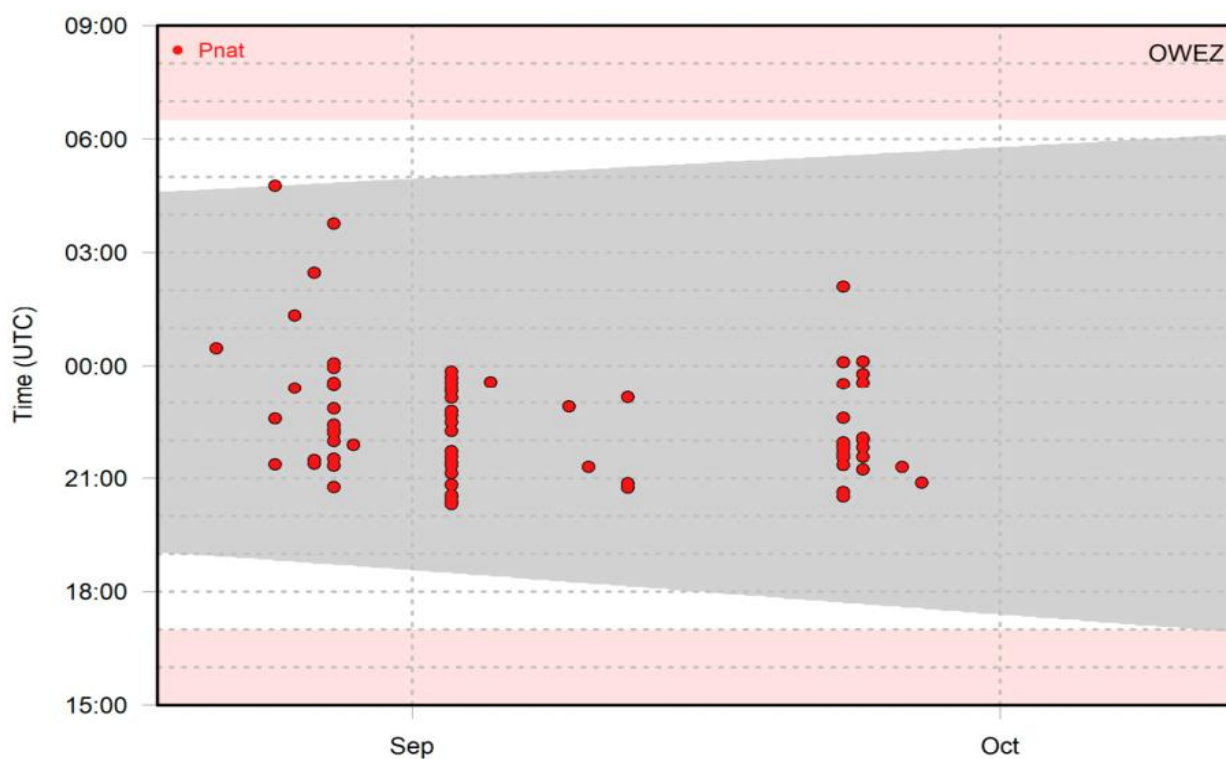
3.1 Konklusion: Flagermus over havet i forhold til vindhastighed

Data fra vindmøllerne ved Sprogø viser, at langt størstedelen af registreringerne er fundet ved vindhastigheder på under 6 m/s. Dog er datagrundlaget begrænset, da det bygger på ganske få registreringer. Analysen af dette data kan altså ikke stå alene i en konklusion om forslag til vilkår, og der er derfor gjort brug af eksisterende viden fra diverse studier, som belyser forholdet mellem flagermusaktivitet og vindhastighed over havet. En begrænsning på møllernes drift ved vindhastigheder under en bestemt værdi er anerkendt som den mest effektive metode for at undgå kollisioner med flagermus (Adams et al., 2021). Den eksakte tærskelværdi der anvendes, kan variere fra sted til sted efter hvilke arter der forekommer i et område. Baseret på ovenstående undersøgelser fra tidligere udenlandske studier samt data lyttebokse ved Sprogø vurderes det at cut-in speed bør være på 6 m/s målt i nacellehøjde.

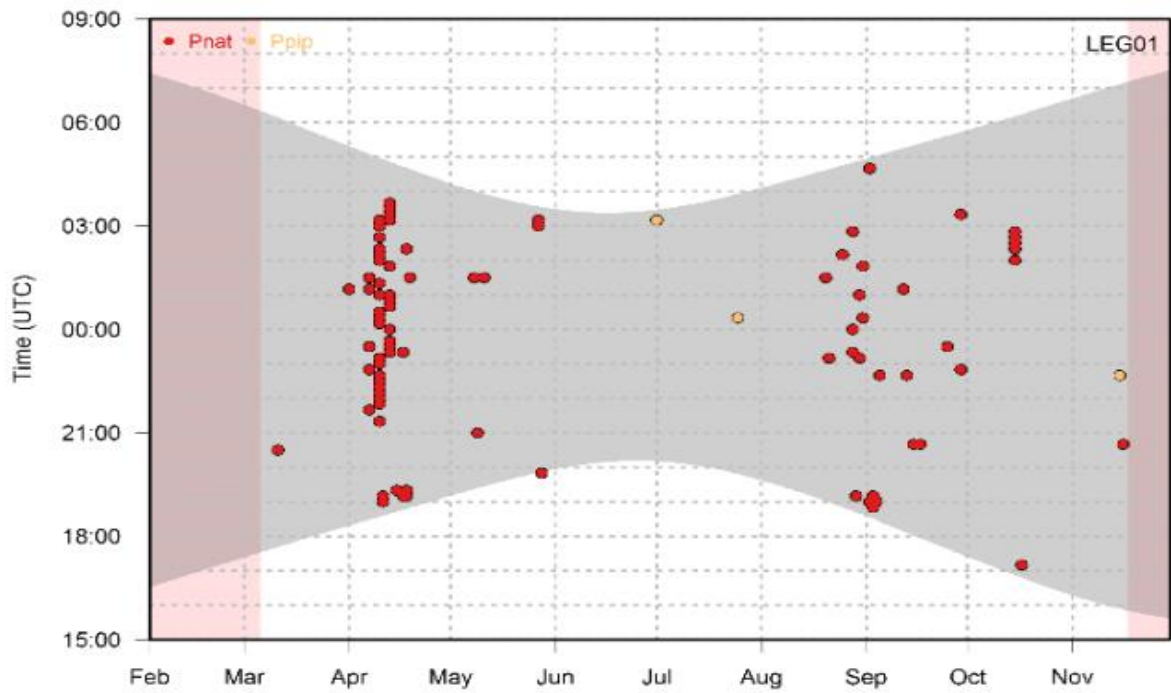
4. Vidensgrundlag: Flagermus flyvetid på døgnet

For Jammerland bugt er der ikke data for flyvetider tilgængelige. Af den grund kan der ikke siges noget konkret om, hvornår på døgnet flagermus i dette område af Storebælt er aktive. Det må antages, at flagermus i dette område ikke adskiller sig væsentligt fra flagermus i nærliggende områder, og derfor er det undersøgt, om der findes andre studier der siger noget om flyvetider.

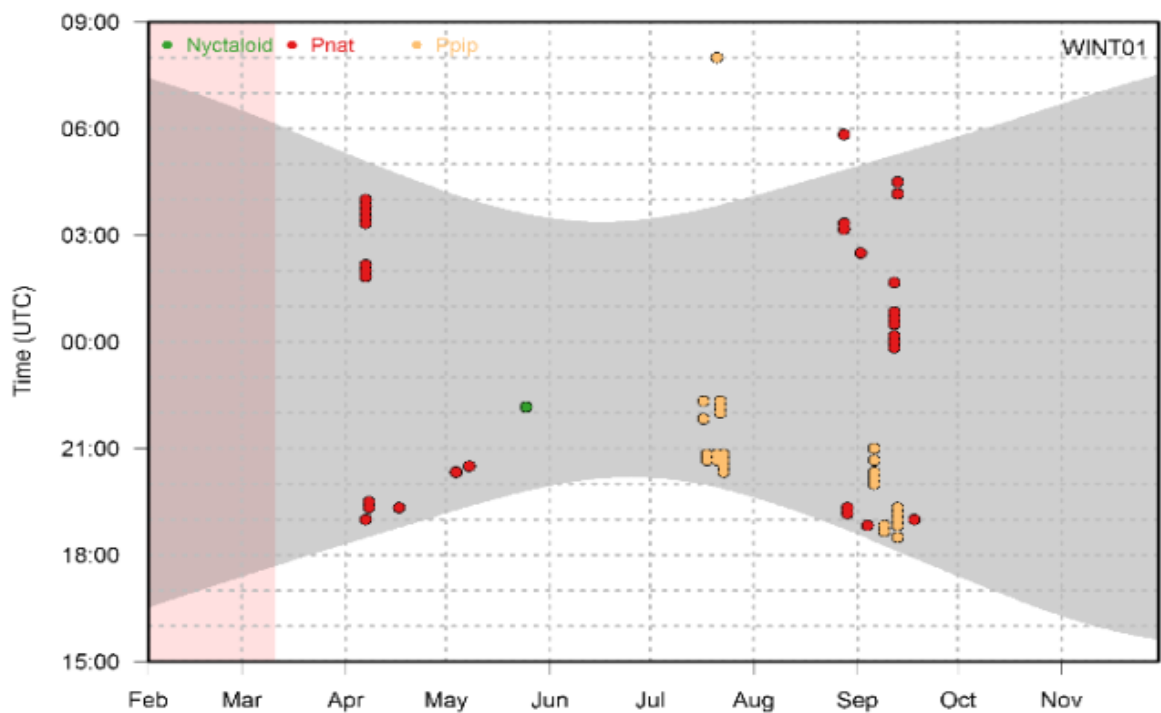
I Tyskland, Holland og Belgien er der foretaget ret omfattende studier af, hvornår på natten flagermus optræder omkring havmølleparker og offshore-platforme. Generelt er studierne enige om, at flagermusaktivitet forekommer både i foråret og efteråret, samt at flagermusaktivitet kun sjældent forekommer i døgnetts lyse timer (dvs. før solnedgang og efter solopgang), og (Figur 4-1, Figur 4-2, Figur 4-3, Figur 4-4, Figur 4-5, Figur 4-6).



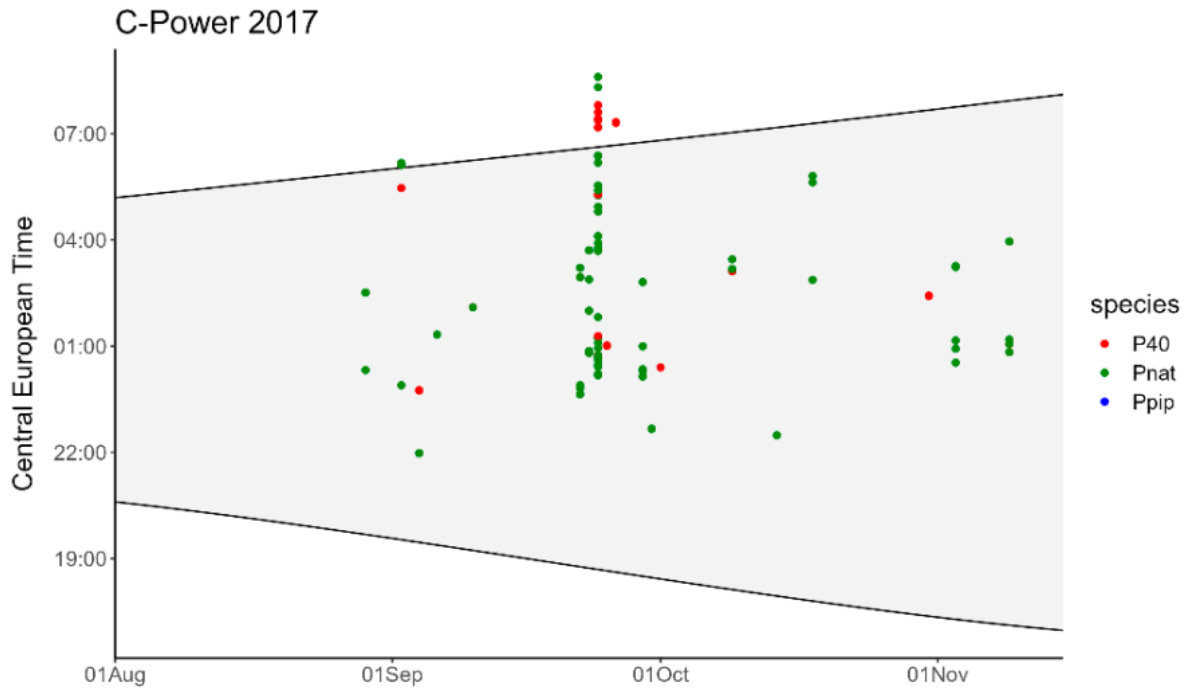
Figur 4-1 Eksempel på troldflagermusaktivitet ved den hollandske havmøllepark Egmond aan Zee ca. 15 km fra den hollandske kyst i efteråret 2013 (Lagerveld et al., 2021).



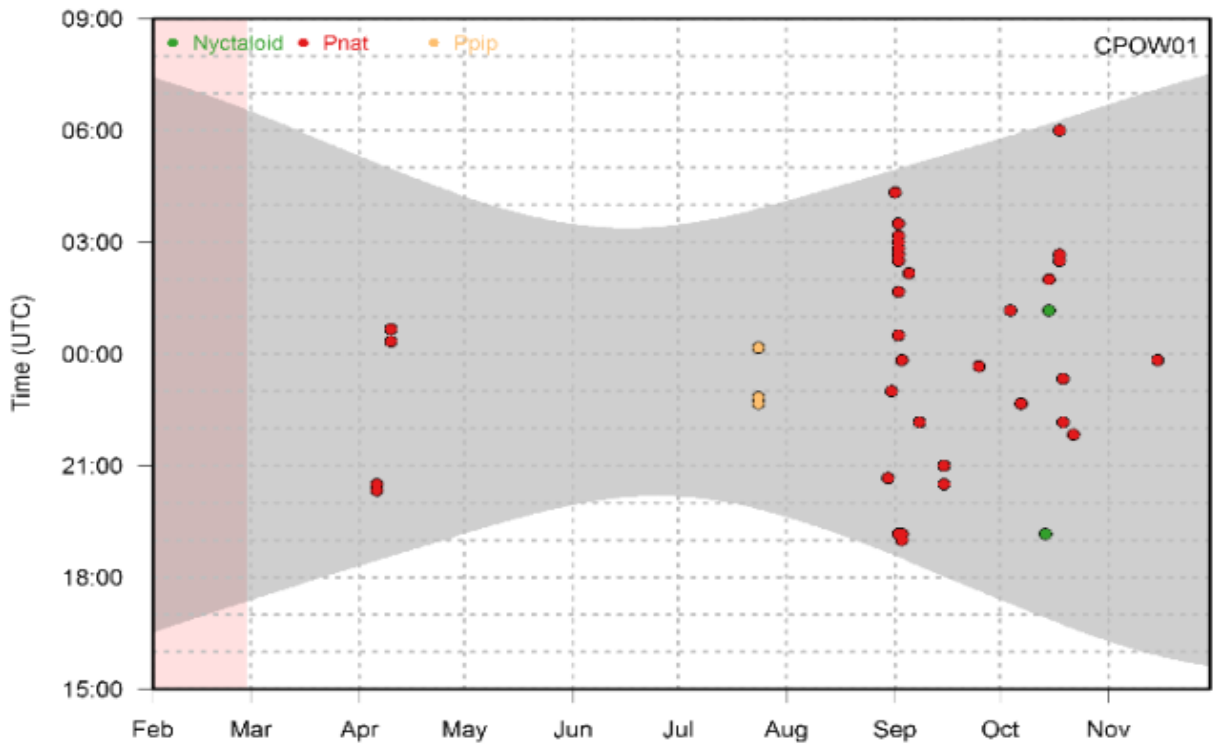
Figur 4-2 Eksempel på flagermusaktivitet omkring den hollandske Nordsøplatform Lichteiland Goeree i 2018 ca. 20 km fra den hollandske kyst. Pnat=trodflagermus & Ppip=pipistrelflagermus (Lagerveld et al., 2021).



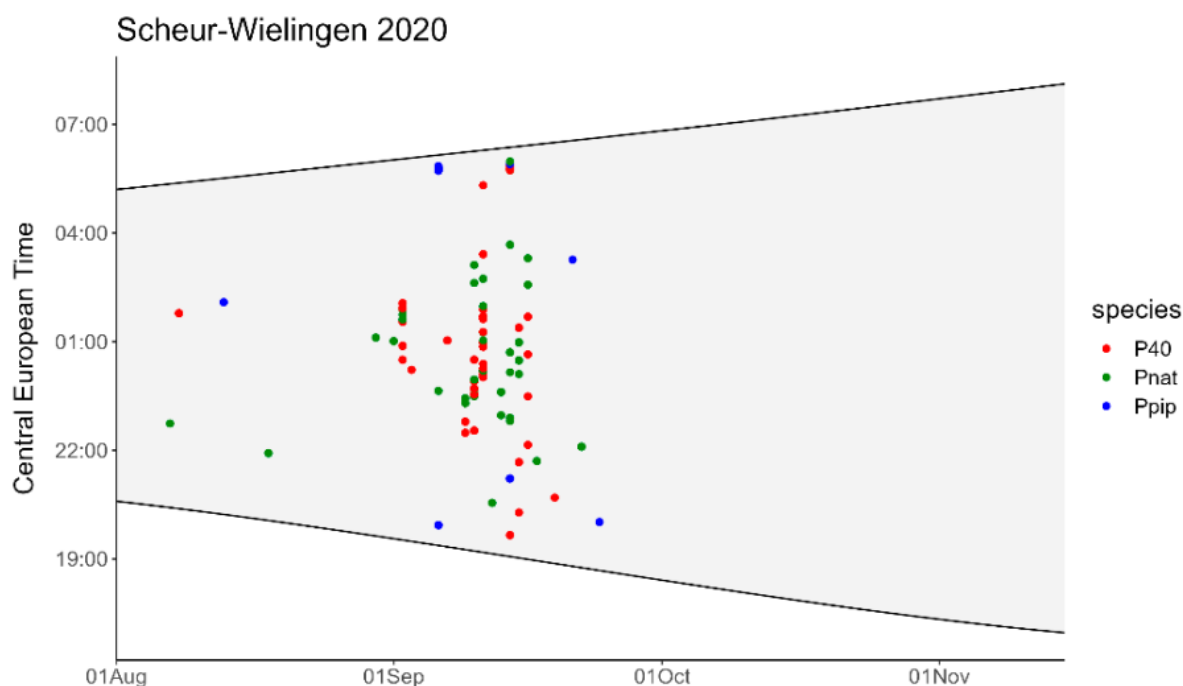
Figur 4-3 Eksempel på flagermusaktivitet omkring den hollandske nordsøplatform Wintershall i 2018 ca. 50 km fra den hollandske kyst. Nyctaloid=brunflagermus mm., Pnat=trodflagermus & Ppip=pipistrelflagermus (Lagerveld et al., 2021).



Figur 4-4 Eksempel på registrering af troldflagermus (Pnat), Pipistrellflagermus (Ppip) og ubestemte Pipistrellus arter omkring 7 møller på en belgisk havmøllepark ca. 30 km fra kysten i perioden 8 august til 30 november 2017. De sorte linjer angiver solnedgang og opgang (Brabant et al., 2021).



Figur 4-5 Eksempel på flagermusaktivitet omkring den belgiske havmøllepark C-Power i 2018 ca. 30 km fra den hollandske kyst. Nyctaloid = brunflagermus mm., Pnat = troldflagermus & Ppip = pipistrellflagermus (Lagerveld et al., 2021).



Figur 4-6 Eksempel på registrering af troldflagermus (Pnat), pipistrelflagermus (Ppip) og ubestemte Pipistrellus-arter (P40) omkring nordsøplatform 6,4 km fra kysten i perioden august til november 2017. De sorte linjer angiver solnedgang og opgang (Brabant et al., 2021).

Tidlige forekomster omkring platformene vurderes at være individer der har rastet på platformene. Generelt er rastemulighederne på vindmøller så begrænsede, at det ikke vurderes at være et væsentligt problem.

4.1 Konklusion: Flagermus flyvetid på døgnet

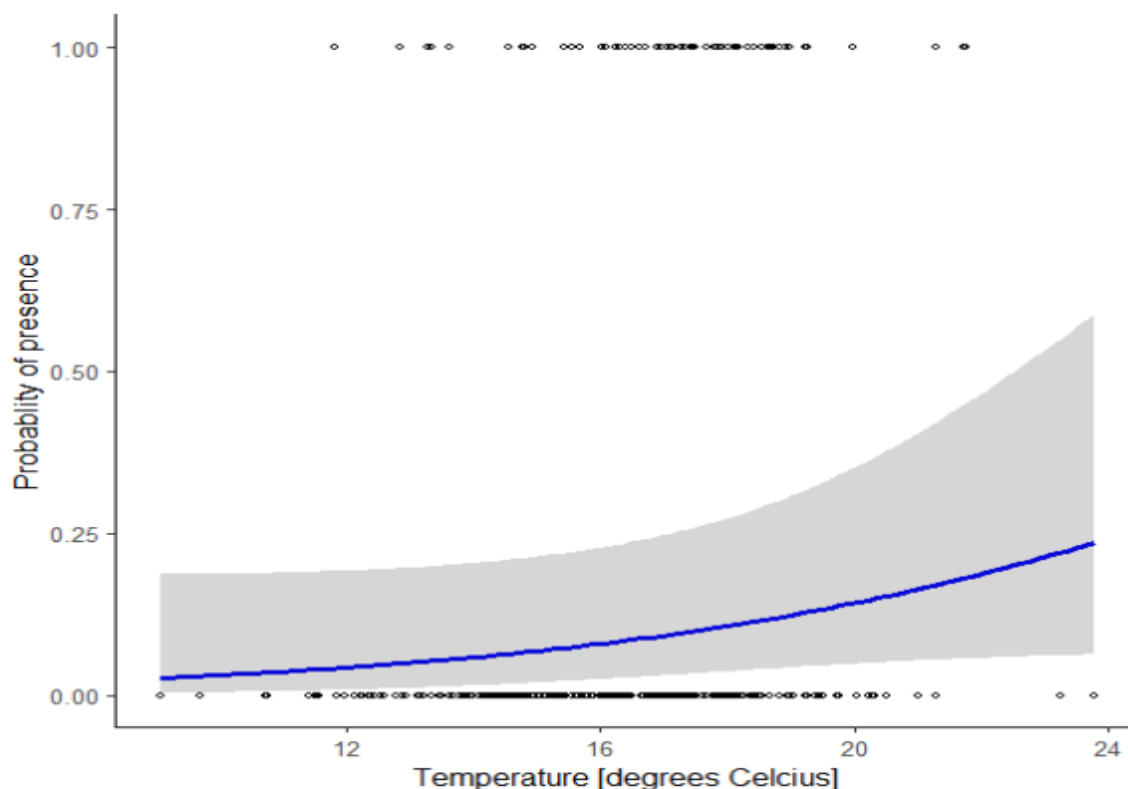
På basis af udenlandske undersøgelser vurderes det, at flagermus kun sjældent forekommer omkring vindmøller før ca. en time efter solnedgang, formentlig fordi det tager tid for flagermusene at flyve så langt ud over havet. Dog kan der forekomme rastende flagermus på f.eks. platforme der er aktive lidt tidligere på natten. Aktiviteten forsætter normalt frem til omkring solopgang. Derfor vurderes det at restriktionerne for havmølleparker indføres fra solnedgang til solopgang.

5. Vidensgrundlag: Flagermusaktivitet og temperatur

For Jammerland bugt er der ikke data for temperatur tilgængelige. Af den grund kan der ikke siges noget konkret om, under hvilke temperaturforhold flagermus i dette område af Storebælt er aktive. Det må antages, at flagermus i dette område ikke adskiller sig væsentligt fra flagermus i nærliggende områder, og derfor er det undersøgt, om der findes andre studier der siger noget om forholdet mellem flagermusaktivitet og temperatur.

I løbet af foråret kan koldt vejr stoppe et flagermustræk, mens perioder med varmt vejr vil sætte gang i insektproduktionen og gøre det attraktivt for flagermusene at søge imod ynglepladserne. Om efteråret vil kolde perioder i september kunne presse flagermusene til at starte trækket, mens lange milde perioder i efteråret kan føre til at flagermusene udsætter trækket. I en analyse fra den Hollandske del af Nordsøen fandt Lagerveld et al., 2021 en stigende sandsynlighed for

troidflagermus ved højere temperaturer. De fleste flagermus er altså aktive, når nattemperaturen er relativt høj. Mønsteret er sandsynligvis stærkt relateret til forekomsten af insekter, som også er større ved højere temperaturer. Hvis der er insekter nok i løbet af hele natten, vil flagermusene holde pauser imellem deres måltider. Er der færre insekter, vil flagermusene spise kontinuerligt gennem hele natten. I Holland har man undersøgt relationen mellem flagermusobservationer omkring offshore installationer (Figur 5-1).



Figur 5-1 Relation imellem flagermusforekomst og temperatur modelleret ud fra hollandske data (Lagerveld et al., 2021).

5.1 Konklusion: Flagermusaktivitet og temperatur

Relationen imellem temperatur og flagermusaktivitet er uden tvivl lokalt forskellig og tilpasset klimaet på et bestemt sted. Således vil flagermus i Nordeuropa sandsynligvis flyve ved lavere temperaturer end flagermus i Sydeuropa. Vi har ikke specifik viden om, ved hvilke temperaturer flagermusene omkring Jammerland Bugt flyver, dog blev det observeret ved havmøllerne nord for Sprogø, at flest registreringer af brunflagermus og skimmelflagermus blev observeret en nat med vindhastigheder på under 5 m/s, relativ høj luftfugtighed og en temperatur ved solnedgang på ca. 15 grader. Baseret på hollandske erfaringer, hvor artsammensætningen er sammenlignelig med Danmark, er 11 grader vurderet at være en rimelig grænse for væsentlig flagermusaktivitet over havet.

6. Vidensgrundlag: Flagermusaktivitet og nedbør

For Jammerland bugt er der ikke data for nedbør tilgængelige. Af den grund kan der ikke siges noget konkret om hvorvidt nedbør påvirker flagermusaktivitet i dette område af Storebælt. Det må antages, at flagermus i dette område ikke adskiller sig væsentligt fra flagermus i nærliggende områder, og derfor er det undersøgt, om der findes andre studier der siger noget om flagermusaktivitet og nedbørsintensitet.

Som udgangspunkt flyver flagermus ikke i kraftigt regnvejr, og man kan og bør ikke foretage flagermusundersøgelser hvis det regner, da det kan give skæve resultater. Uanset om det er over hav eller land. Rent akustisk vil det også besværliggøre en del af deres ekkolokation, at det regner. Vi har ikke kendskab til specifikke undersøgelser der belyser emnet, hvilket også er vanskeligt at lave egentlige undersøgelser om. Det vurderes dog kun, at det er kraftig regn der vil reducere flagermusaktiviteten. Kraftig regn defineres som mere end 1 mm per 10-minuttersinterval. Let regn og fugtigt vejr kan have modsat effekt, da mange insekter også flyver ved høj luftfugtighed.

7. Eksempler på vilkår fra andre lande

7.1 Sverige

I Sverige har man fornyeligt sat vilkår til projektet Kattegat Syd der ligger imellem Anholt og Sverige (Boks 1).

Boks 1 - Vilkår for den svenske vindmøllepark Kattegat Syd 2023.

Fladdermöss och fåglar

Under perioden fr.o.m. den 15 juli t.o.m. den 15 september ska vindkraftverken driftregleras genom att vingarna hålls stillastående eller med rotor ställd i idlat läge från solnedgång till soluppgång, förutsatt att medelvindhastigheten under 10 minuter i rotorhöjd är lägre än 6 meter per sekund och temperaturen samtidigt är högre än 14 grader Celsius. Vid kraftigt regn eller dimma behöver vindkraftverken inte driftregleras på ett sådant sätt.

För att undvika betydande risk för kollision med vår- och höstmigrerande fladdermöss ska vindkraftverken driftregleras under perioden för vår- och höstmigration under undersökningsperioden enligt vad som närmare anges i undersökningsprogrammet.

Undersökningsprogram

Verksamhetsutövaren ska under en period om tre år efter driftsättning av vindparken undersöka förekomst av fladdermöss inom verksamhetsområdet och vindparkens påverkan på vår- och höstmigrerande fladdermöss. Verksamhetsutövaren ska, efter samråd med Naturvårdsverket och Länsstyrelsen i Hallands län, utarbeta ett program för sådana undersökningar. Undersökningsprogrammet ska senast sex månader innan vindparken tas i drift lämnas till Länsstyrelsen i Hallands län för godkännande.

7.2 Holland

Holland er et af de lande der er længst fremme med at udvikle vilkår baseret på data indsamlet omkring havmølleprojekterne langs landets Nordsøskyst. Temperatur og vindretning er parametre som indgår i de hollandske vilkår (Boks 2).

Boks 2 - Oversigt over vilkår om justering af møllernes cut-in hastighed til forebyggelse af kollision mellem flagermus med møllerotoren. Fra tilladelse til etablering og drift af den seneste havvindmølle park i Holland, Holland Coast West (RVO 2022).

Measures to prevent victims of collision amongst bats at rotor level:

a) At night (between sunset and sunrise), during the period from 25 August to 10 October, the cut-in wind speed of turbines at hub height must (also) be adjusted to the temperature and wind direction, in accordance with the table below.

	<i>Adjusted cut-in windspeed [m/s] at different wind directions and temperatures</i>											
	<i>Wind direction</i>											
Temperature (degrees Celsius)	N	NNE	NEE	E	SEE	SSE	S	SSW	SWW	W	NWW	NNW
<11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11-15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3
>15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3

b) In case of wind speeds lower than the cut-in wind speed as referred to in subparagraph a, during the nights referred to in subparagraph a, the permit holder will reduce the number of rotations per minute per wind turbine to less than two;

c) Measurements of wind speed, wind direction, and temperature and calculations of sunset/sunrise times will be conducted for each turbine in time intervals (for measurements) of 20 minutes at most, and each time, the measurement conducted in the most recent time interval will determine the application of the measures referred to in subparagraphs a and b;

d) Within two months after the end of the period as referred to in a), the permit holder shall submit a report outlining how this regulation has been implemented to the Minister of Economic Affairs.

8. Referencer

- Aarhus Universitet. (n.d.). *Den Danske Rødliste*. <https://Mst.Dk/Erhverv/Rig-Natur/Artsforvaltning/Den-Danske-Roedliste>.
- Adams, E. M., Gulka, J., & Williams, K. A. (2021). A review of the effectiveness of operational curtailment for reducing bat fatalities at terrestrial wind farms in North America. *PLOS ONE*, *16*(11), e0256382. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0256382>
- Ahlén, I., Baagøe, H. J., & Bach, L. (2009). *Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea*. <https://academic.oup.com/jmammal/article/90/6/1318/898402>
- Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B. J., & Degraer, S. (2019). Activity and behaviour of Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* at low and high altitude in a North Sea offshore wind farm. *Acta Chiropterologica*, *21*(2), 341–348. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.009>
- Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B. J., & Degraer, S. (2021). The relation between migratory activity of pipistrellus bats at sea and weather conditions offers possibilities to reduce offshore wind farm effects. *Animals*, *11*(12). <https://doi.org/10.3390/ani11123457>
- Lagerveld, S., Poerink, B. J., & Geelhoed, S. C. V. (2021). Offshore Occurrence of a Migratory Bat, *Pipistrellus nathusii*, Depends on Seasonality and Weather Conditions. *Animals 2021, Vol. 11, Page 3442*, *11*(12), 3442. <https://doi.org/10.3390/ANI11123442>
- Seebens-Hoyer, A., Bach, L., Bach, P., Pommeranz, H., Göttsche, M., Voight, C., Hill, R., Vardeh, S., Göttsche, M., & Matthes, H. (2022). Fledermausmigration über der Nord- und Ostsee. *Abschlussbericht Zum F+E-Vorhaben „Auswirkungen von Offshore-Windparks Auf Den Fledermauszug Über Dem Meer“ (FKZ 3515 82 1900, Batmove)*. Bundesamt Für Naturschutz Mit Mitteln Des Bundesministeriums Für Umwelt, Naturschutz Und Nukleare Sicherheit. <https://www.researchgate.net/publication/352877512>
- Whitby, M. D., O'Mara, M. T., Hein, C. D., Huso, M., & Frick, W. F. (2024). A decade of curtailment studies demonstrates a consistent and effective strategy to reduce bat fatalities at wind turbines in North America. *Ecological Solutions and Evidence*, *5*(3). <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12371>