



Flagermus

Datablad



Miljøovervågning som grundlag for en strategisk og bæredygtig udbygning af havvind i Danmark

Danmark står over for en markant udvidelse af kapaciteten inden for havvindenergi. Som led i den grønne omstilling og målet om klimaneutralitet, planlægges det at etablere en række nye og langt større havvindmølleparker, end tidligere set. Denne udbygning indebærer væsentlige miljømæssige overvejelser, som skal håndteres med omtanke og på et oplyst grundlag.

Energistyrelsen har derfor anmodet NIRAS A/S om at udvikle omfattende og fagligt funderede overvågningsprogrammer for en række centrale miljøparametre. Disse programmer skal bidrage til at skabe et solidt vidensgrundlag og danne et fagligt fundament for fremtidige vurderinger af miljøpåvirkninger fra havvindmølleparker.

Forslag til overvågningsprogram for de udvalgte miljøemner er beskrevet i "datablade" for hvert emne og der er til hvert emne et uddybende "baggrundsnotat". Databladene indeholder konkrete forslag til overvågningsprogrammer, herunder detaljer om antal prøvetagninger, frekvenser og metoder for indsamling af data. Et overvågningsprogram vil altid skulle tilpasses det enkelte projekt, hvorfor de konkrete programmer ikke nødvendigvis følger den fulde metodik i databladene.

Databladene vil løbende og efter behov blive revideret og de nyeste versioner vil være at finde på Energistrelsens hjemmeside.

Produkt: Flagermus - Datablad

Udgiver: Energistyrelsen

Billeder og illustrationer: NIRAS A/S

Dato: september 2025

Version: 1.0



1.	Indledning	4
2.	Kvalitetssikring	4
3.	Overvågningsfaser.....	4
4.	Metoder til flagermusovervågning	5
4.1	Undersøgelses- og referenceområdets størrelse	5
4.2	Passiv akustisk monitoring (PAM).....	6
4.2.1	Måleudstyr	6
4.2.2	Antal målestationer	6
4.2.3	Placering af stationer	7
4.2.4	Servicingssinterval	7
4.2.5	Krav til metadata og filnavngivning.....	7
4.2.6	Analyse af data	7
4.2.7	Vedligehold af instrumenter og kalibrering	8
4.3	Vejrdata	8
4.4	Eksisterende data.....	8
5.	Referencer	9



1. Indledning

I dette datablad gennemgås metoder til effektovervågning af flagermus. Der er mange forskellige metoder til overvågning af flagermus, men til havs er det meget begrænset, hvad der er praktisk muligt at anvende i effektovervågningsprogrammet. Da der ikke er nogen anbefalede metoder i den nationale NOVANA artsovervågning, som kun foregår på land, er det undersøgt, hvad der ellers anvendes i Danmark og anbefales i vores nabolande, specielt i den tyske effektovervågning Stuk4, samt relevant faglitteratur på området. Dette er gjort for at sikre sammenlignelighed med eksisterende og kommende data fra eksisterende overvågning. Data kan generelt inddrages i effektovervågningen såfremt metoderne er sammenlignelige og det inddragede data er <5 år gammelt. Ældre data kan inddrages men så skal det, iflg. tidligere klagenævnsafgørelser godtgøres at tilstanden af bestandene under den tidligere dataindsamling er sammenlignelig med tilstanden under de første års dataindsamling under effektovervågningen PKN 18/06074 og 21/10121).

Da flagermus højst bevæger sig forbi vindmøller til havs i forbindelse med fødesøgning og træk, og kun undtagelsesvis opholder sig på vindmøllerne, er den eneste påvirkning fra havvindmølleparker, at flagermus lam kolliderer med vindmøllerne, især vingerne (SEER, 2022).

Der er enkelte gentagelser igennem databladet og mellem datablad og baggrundsrapport for at sikre let læsning og forståelse.

2. Kvalitetssikring

For at data skal kunne anvendes til effektovervågning, skal de anvendte metoder resultere i data, der er sammenlignelige over tid i området. I både planlægning og udførelse af effektovervågningen skal gældende internationale standarder og/eller *state of the art* metoder anvendes, som beskrevet i dette datablad og den tilhørende baggrundsrapport.

De personer der er ansvarlige for dataindsamling, skal have den nødvendige erfaring og træning, og denne skal kunne dokumenteres. Navne på de personer der udfører surveys og servicering skal fremgå af metadata.

Udstyr der anvendes til optagelse af lyd, skal være kalibreret inden brug og leve op til producentens standard, og det skal løbende kvalitetssikres, at mikrofonen stadig leverer den specificerede følsomhed. Dette skal dokumenteres, og der skal tages højde for kalibreringsresultater i analyserne og afrapporteringen.

3. Overvågningsfaser

Den naturlige forekomst af flagermus (baseline) skal overvåges i minimum to år. Baseline dataindsamling må ikke være sammenfaldende med aktiviteter, der kan påvirke den naturlige forekomst af flagermus i



området. Dette er hovedsageligt aktiviteter, der forstyrre med meget lys eller lyd. Store forekomster af skibe eller faste strukturer kan muligvis også virke tiltrækkende på flagermus.

I konstruktionsfasen opretholdes programmet for baselineovervågningen, så vidt det er muligt.

I driftsfasen overvåges der i 1., 5., 10. og 15. år med samme metode som ved baselineundersøgelsen. Dette gøres for at kunne måle en eventuel langtidseffekt af vindmølleparken. I denne fase kan baselineundersøgelserne, der af praktiske årsager ofte foretages nær havoverfladen, evt. kombineres med passiv akustisk monitoring på havvindmøllerne i rotorhøjde/nacellehøjde. Hvis der stadig er uafklarede spørgsmål angående flagermusforekomsten ved vindmølleparken, kan overvågningen med fordel udvides til flere år. Tabel 3.1 viser forløbet for overvågningsprogrammet for flagermus. I tabellen er det angivet, at konstruktionsfasen har en varighed på 2 år, men dette kan tage længere eller kortere tid alt afhængig af projektets størrelse.

Tabel 3.1: Oversigt over faser i udviklingen af en vindmøllepark og tilhørende effektovervågning af flagermus.

År	Opgave	Effektovervågning
1 & 2	Biologisk baseline	Ja
3 – 4	Konstruktionsfase	Ja, så vidt det er muligt
5	Driftsfase år 1	Ja
10	Driftsfase år 5	Ja
15	Driftsfase år 10	Ja
20	Driftsfase år 15	Ja

4. Metoder til flagermusovervågning

Der anvendes samme metode til passiv akustisk monitoring inden for vindmølleområdet og evt. referenceområde i baseline, konstruktions- og driftsfase (se Tabel 3.1). I nedenstående afsnit gives en gennemgang af de forskellige metoder. For en detaljeret gennemgang henvises til baggrundsrapporten, hvor der ligeledes findes en udførlig referenceliste af studier, som danner grundlag for de beskrevne metoder.

Tabel 4.1: Foreslået overvågningsprogram for flagermus i havvindmølleparkens forskellige faser. Ved kontinuerligt menes alle dage om natten hvor flagermus er aktive.

Metode	Baseline	Konstruktion	Drift
Passiv akustisk monitoring	Kontinuerligt i min. april til og med oktober på 10 stationer i hhv. undersøgelsesområde og referenceområde i to år.	Kontinuerligt i min. april til og med oktober på 10 stationer i hhv. undersøgelsesområde og referenceområde i hele fasen hvis muligt.	Kontinuerligt i min. april til og med oktober på 10 stationer i hhv. undersøgelsesområde og referenceområde i 1., 5., 10. og 15. år efter konstruktion.

4.1 Undersøgelles- og referenceområdets størrelse

Undersøgelsesområdet består af mølleområdet og en 20 km buffer rundt om det (se baggrundsrapport for uddybende forklaring). Dette gælder alle faser; baseline, konstruktions- og driftsfase og er uafhængig af



metode. Herudover skal der findes et referenceområde, som kan antages at være upåvirket af havvindmølleparken i alle faser, således at der kan skaffes data til en BACI-design tilgang til effektovervågningen (for en beskrivelse af BACI henvises til baggrundsrapporten for flagermus). Referenceområdet skal svare til mølleområdet på miljøparametre såsom placering i forhold til land og teoretiske trækruter og besejling. Referenceområdet skal placeres i en afstand, så data ikke påvirkes af anlægsaktiviteter i konstruktionsfasen eller driften af vindmølleparken. Det kan dog i de indre danske farvande fraviges, hvis det ikke er muligt at finde et passende referenceområde. I de indre danske farvande kan det modsat være hensigtsmæssigt at have sammenligningsområder på land ved evt. udtrækspunkter (se baggrundsrapport). Når referenceområdet skal defineres, er det nødvendigt at tage højde for evt. kumulative effekter fra andre støjende eller lysforurenende projekter, eller projekter med risiko for kollisioner med flagermus, der således må kortlægges inden referenceområdet udpeges.

4.2 Passiv akustisk monitoring (PAM)

Metoden er den eneste, der har været anvendt i større stil ved havvindmølleprojekter. Det betyder, at data indsamlet iflg. disse undersøgelser og dette datablad kan sammenlignes, såfremt udstyret har samme følsomhed og dermed detektionsradius, og er analyseret på samme måde. For en detaljeret beskrivelse af PAM henvises til baggrundsrapporten til dette datablad.

4.2.1 Måleudstyr

Detektorer brugt til passiv akustisk monitoring programmeres til fx at optage fra solnedgang til solopgang, over længere perioder der som minimum dækker mellem april og oktober. De vigtigste perioder er forårstrækket i april og maj, fødesøgning i sensommeren i august og september, samt efterårstrækket i september og oktober (Seebens-Hoyer, et al., 2021; WSP, 2023; Elmeros, et al., 2024; WSP, 2024a). Men også fødesøgningen i resten af sommeren er vigtigt at afdække. Herved genereres vigtige oplysninger om flagermusenes aktivitetsmønstre, som ikke kun omfatter de enkelte nætter men også et længere tidsforløb. Derved er det muligt at få et rumligt billede af flagermusenes brug af et område natten/sæsonen igennem ved at bruge mange automatiske detektorer samtidigt. De automatiske detektorer indsamler typisk meget store mængder data, som kan danne grundlag for BACI-analysen. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at antallet af registrerede flagermuspassager på den enkelte stationære detektor ikke kan bruges til at estimere antallet af individer for hver art, men alene er et udtryk for tilstedeværelsen af arten på den pågældende position og i det pågældende tidsrum, som typisk er få sekunders lydoptagelse.

Automatiske stationære detektorer skal kunne indsamle højhastigheds- og fuldspektrumoptagelser af høj kvalitet for at muliggøre artsbestemmelse. Flagermuslydene skal altid optages med en sampling rate på min. 256 kHz. Også her er det vigtigt kun at bruge detektorer af meget høj kvalitet med en god mikrofon. Detektorernes mikrofoner skal have en dokumenteret høj og stabil følsomhed i hele frekvensspektret for de flagermus, der forekommer i Danmark (10-180 kHz) for at kunne bestemme alle arter. Mikrofonerne skal kalibreres inden brug og løbende undervejs ved hver servicering af udstyret. Det er endvidere afgørende, at mikrofonen er vandtæt, så den kan modstå de baske forhold på havet.

4.2.2 Antal målestationer

Det nødvendige antal stationer i undersøgelses- og referenceområde er beskrevet i baggrundsrapporten til min. 10 i hhv. vindmølleområdet og bufferzonen omkring og 10 i referenceområdet under antagelse af, at et



havvindmølleområde ikke overstiger 500 km² (se baggrundsrapport for uddybende forklaring). Det kan ved større projektområder være hensigtsmæssigt at udlægge flere stationer eller udlægge ekstra detektorer for at kortlægge teoretiske trækkorridorer.

4.2.3 Placering af stationer

PAM stationerne placeres ud fra et grid, hvor skæringspunkter udgør positioner. Grid'et lægges ned over undersøgelses- og referenceområdet. Positionerne udvælges med metoden *stratificeret vægtet tilfældig placering* således at de kendte miljøvariable repræsenteres ligeligt i begge områder, men selve positionen vælges tilfældigt. Dette kan fx gøres i GIS. Metoden er beskrevet i baggrundsrapporten, og sikrer, at data fra PAM stationer repræsenterer hele området og ikke kun udvalgte miljøparametre som fx en specifik afstand til kysten.

Alle detektorer placeres således, at deres mikrofon sidder min. 2 m over havoverfladen, da dette gør flagermusdata sammenlignelige med anden flagermusdata indsamlet fra bøger (WSP, 2024a). En anden højde kan også bruges, men det er i alle tilfælde vigtigt at angive og tage hensyn til højden i analysen.

4.2.4 Serviceringsinterval

Detektorer skal serviceres med jævne intervaller, som matcher hvor længe detektorerne kan optage og lagre data. Det er et spørgsmål om batterilevetid og hvornår hukommelsen er fyldt op, hvilket afhænger af detektortypen og -indstillinger. Endvidere skal der tages hensyn til, at dataloggere kan have fejl, bøgerne blive trawlet op mm, således at data mistes. Et serviceringsinterval på 1-2 måneder (afhængig af detektortype) er en god balance mellem sikring data og økonomi. Serviceringsintervallet kan optimeres ved at sætte satellitsendere på udstyret, så der sendes en advarsel, hvis bøjen bevæger sig væk fra positionen, hvorefter den kan genfindes. Det kan så vurderes om serviceringsintervallet skal udskydes baseret på hvor mange loggere, der er revet løs. Serviceringsintervallet kan også justeres på baggrund af erfaringer fra området i tidligere studier eller undervejs i overvågningen.

4.2.5 Krav til metadata og filnavngivning

Metadata er altafgørende for succesfuld overvågning. Appendiks 1 i databladet anviser krav til metadata der skal indsamles ifm. PAM overvågning. Metadata beskriver alt omkring en udlægning, dvs. alt andet end selve de indsamlede rådata: Position, tidspunkt, højde osv. Men metadata er også en del af filnavngivningen, således at rådata altid kan refereres til den position og periode, hvor data blev indsamlet. Filnavngivningen skal være systematisk, således at navnet indeholder stations ID, detektor ID, dato for optagelse samt serviceringsrunde, fx A, B, C osv. Navngivningen skal umiddelbart kunne forstås af andre end de personer der varetog prøvetagningen/feltarbejdet. Filnavnet skal være unikt.

4.2.6 Analyse af data

Dataanalysen foretages af erfarne flagermuseksperter efter gængse metoder, beskrevet i den tekniske anvisning til overvågning af flagermus (Søgaard, Elmeros, & Baagøe, 2018). Der bestemmes til art eller i det mindste til svært adskilleligt artskompleks. Sortering af store datamængder kan evt. foretages med automatiske genkendelsesprogrammer, men detektionen og artsbestemmelsen skal verificeres og verificeringen dokumenteres gennem angivelse af andelen af korrekte bestemmelser og oversete flagermusregistreringer. Yderligere analyser af forekomstmønstre og lignende er beskrevet i baggrundsrapporten.



4.2.7 Vedligehold af instrumenter og kalibrering

Alt anvendt udstyr skal kalibreres før, under og efter brug, og efter trawling, strandinger, tab på gulvet mm, da akustisk udstyr er følsomt. Kalibreringen skal være standardiseret og foretages af godkendt laboratorie eller producent af udstyret. Følsomheden af det anvendte udstyr skal være inden for den følsomhed, der er specificeret af producenten og dette skal begrundes. Resultat af kalibrering skal vedlægges rådata og indgå i analyser og vurderinger.

Alt udstyr skal vedligeholdes løbende og sendes til reparation eller udskiftes, hvis der er fejl på det.

4.3 Vejrdata

Der skal indsamles standardiserede data på vejrforhold, der kan relateres til de enkelte registreringer af flagermus. Dette er vigtigt for analysen af data og evt. efterfølgende anbefalinger omkring driftsreguleringer. Det drejer sig om temperatur, vindstyrke, vindretning og nedbør. Denne information indsamles efter meteorologiske standarder dvs. vind over 10 min. i 10 meters højde og temperatur i 2 meter over terræn.

4.4 Eksisterende data

Såfremt et kommende havvindmølleområde ligger i nærheden af et allerede undersøgt havvindmølleområde, eller et andet studeret område, kan data indsamlet i det givne havvindmølleområde anvendes som reference og måske som supplement til baseline. I så fald kræver det, at data kan sammenlignes (se baggrundsrapporten), dvs. at eksisterende data er indsamlet med sammenlignelige metoder, både i udstyr, kalibrering og placering af dataloggere. Dette gælder alle typer af data som måtte inddrages. Derudover skal data der sammenlignes være < 5 år gammelt.



5. Referencer

- Elmeros, M., Fjederholt, E., Møller, J., Baagøe, H., 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.
- Eurobat. (2010). *Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats*.
- Meierhofer, et al. . (2024). Re-weighing the 5% tagging recommendation: assessing the potential impacts of tags on the behaviour and body condition of bats. *Mammal review* .
- Roeleke, M., Blohm, T., Kramer-Schadt, S., Yovel, Y., & Voigt, C. (2016). Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific reports*.
- Seebens-Hoyer, A., Bach, L., Bach, P., Pommeranz, H., Götsche, M., Voigt, C., . . . Matthes, H. (2021). Fledermausmigration über der Nord- und ostsee. Bundesamt für Naturschutz .
- SEER. (2022). bat and bird interactions with offshore wind farms.
https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/summaries/SEER-Educational-Research-Brief-Bat-Bird-Interactions_revised.pdf. U.S. offshore wind synthesis of environmental effect reasearch.
- Søgaard, B., Elmeros, M., & Baagøe, H. (2018). *Teknisk anvisning til ekstensiv overvågning - Overvågning af flagermus Chirotera sp. .* DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.
- WSP. (2023). Flagermus og havvind. Udarbejdet for Energistyrelsen.
- WSP. (2024a). *Flagermus ved Kriegers Flak Havvindmøllepark 2022 og 2023*. Energistyrelsen.